http://cnum.cnam.fr
Conservatoire numérique des Arts & Métiers

Auteur ou collectivité : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale

Auteur secondaire : Peligot, Eugène-Melchior (1811-1890), Laboulaye, Charles (1813-1886)
Titre du volume : 1880. 79e année. 3e série, tome 7

Adresse : Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1880
Collation : 1 vol. (796 p.) : ill., pl. 108-121 ; 26 cm
Cote : BSPI 79
Sujet(s) : Progrès scientifique et technique ; Innovations -- France -- 19e siècle
Note : Les liens erronés résultent d'une pagination multiple propre à la publication originale. Exemple : 1x7 Compte rendu ..... l'an XI, 7 [lien probable (cf. note)] 2x7 [Idem] [lien probable (cf. note)]

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.79

La reproduction de tout ou partie des documents pour un usage personnel ou d'enseignement est autorisée, à condition que la mention complète de la source (*Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*) soit indiquée clairement. Toutes les utilisations à d'autres fins, notamment commerciales, sont soumises à autorisation, et/ou au règlement d'un droit de reproduction.

You may make digital or hard copies of this document for personal or classroom use, as long as the copies indicate *Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*. You may assemble and distribute links that point to other *CNUM* documents. Please do not republish these PDFs, or post them on other servers, or redistribute them to lists, without first getting explicit permission from *CNUM*.

PDF créé le 15/12/2015

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S. E. I. N.
Bibliothèque

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

L'INDUSTRIE NATIONALE

B5127.79

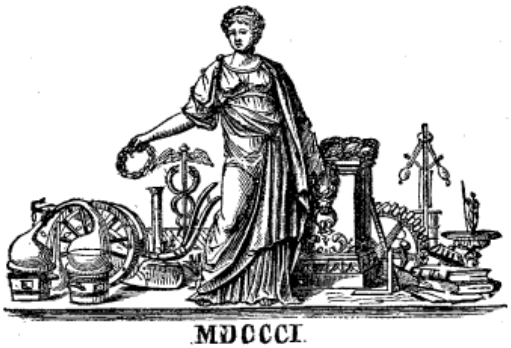
PUBLIÉ

SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ

MM. E. PELIGOT ET CH. DE LABOULAYE.

TROISIÈME SÉRIE. — TOME VII. — 1880.

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



MDCCCI.

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

1880

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ.

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

RÉDACTION DU BULLETIN.

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

PARIS. — IMPR. DE J. TREMBLAY.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

79e année. Troisième série, tome VII. Janvier 1880.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

CONSEIL D'ADMINISTRATION.

LISTE DES MEMBRES TITULAIRES ET DES MEMBRES HONORAIRES, ARRÊTÉE DANS LA SÉANCE DES ÉLECTIONS DU 26 DÉCEMBRE 1879.

Bureau.

Année de l'entrée au Conseil.

Président.

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

Vice-présidents.

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

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

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

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Secrétaires.

1836. — PELIGOT (E.) (C. ✱), de l'Académie des sciences, directeur des essais de la direction générale des monnaies, quai Conti, 11.

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

Trésorier.

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

Censeurs.

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

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

Commission des fonds.

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

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

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

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

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

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

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

1879. — FOURCADE (O. ✱), ancien fabricant de produits chimique, rue d'Amsterdam, 67.

1880. — THIRION (O. ✱), ingénieur en chef des ponts et chaussées, en retraite, rue Monceau, 85.

Comité des arts mécaniques.

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

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

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

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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

1867. — DE FRÉMINVILLE (O. ✱), directeur des constructions navales en retraite, rue de Beaune, 6.

1869. — HATON DE LA GOUPILLIÈRE (✱), professeur à l'École des mines, rue Garancière, 8.

1872. — PIHET (A. E.) (✱), ingénieur-mécanicien, rue Neuve-Popincourt, 8.

1876. — PIERRE (A. C. P.) (C. ✱), colonel d'artillerie en retraite, rue de Varennes, 14.

1876. — COLLIGNON (Ed.) (✱), inspecteur de l'École des ponts et chaussées, rue des Saints-Pères, 28.

1877. — GOULIER (O. ✱), colonel du génie, rue Vaneau, 49.

1877. — BOUTILLIER (✱), ingénieur des ponts et chaussées, ingénieur en chef au chemin de fer du Midi, boulevard Haussmann, 134.

1878. — DE COMBEROUSSE (Ch.) (✱), ingénieur, professeur à l'École centrale des arts et manufactures.

1879. — REDIER (O. ✱), horloger-mécanicien, cour des Petites-Écuries, 8.

Comité des arts chimiques.

1829. — DUMAS (J.) (G. C. ✱), de l'Académie française, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, membre perpétuel, rue Saint-Dominique, 69.

1836. — PELIGOT (E.) (C. ✱), de l'Académie des sciences, directeur des essais de la direction générale des monnaies, quai Conti, 11.

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

1847. — LE BLANC (Félix) (✱), professeur à l'École centrale des arts et manufactures, rue de la Vieille-Estrapade, 9.

1851. — BARRAL (O. ✱), secrétaire perpétuel de la Société centrale d'agriculture de France, rue de Rennes, 66.

1851. — SALVETAT (A.) (✱), chef des travaux chimiques à la Manufacture nationale de porcelaines, à Sèvres (Seine-et-Oise).

1868. — DEBRAY (✱), de l'Académie des sciences, professeur à l'École normale supérieure, rue d'Assas, 76.

1869. — CLOEZ (✱), examinateur à l'École polytechnique, rue Linné, 7.

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

1872. — TROOST (✱), professeur de chimie à la Faculté des sciences, rue Bonaparte, 84.

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

1876. — SCHÜTZENBERGER (P.) (✱), professeur au Collége de France, rue Notre-Dame-des-Champs, 75.

1876. — GIRARD (Aimé) (✱), professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue du Bellay, 7.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1876. — BÉRARD (P.), secrétaire du Comité consultatif des arts et manufactures, rue Casimir-Delavigne, 2.

Comité des arts économiques.

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

1856. — LISSAJOUS (O. ✱), recteur honoraire, membre correspondant de l'Académie des sciences, à Plombières-les-Bains.

1856. — DU MONCEL (le comte Th.) (O. ✱), membre de l'Académie des sciences, rue de Hambourg, 7, et à Lebisey (Calvados).

1861. — LE ROUX (F. P.) (✱), professeur à l'École de pharmacie, quai Henri IV, 38.

1861. — JAMIN (J. C.) (O. ✱), de l'Académie des sciences, professeur de physique à la Faculté des sciences, rue Soufflot, 24.

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

1862. — DE LUYNES (Victor) (✱), directeur du service scientifique de l'Administration des douanes, rue de Vaugirard, 61.

1866. — BOUILHET (Henri) (✱), ingénieur manufacturier, rue de Bondy, 56.

1866. — WOLFF (Aug.) (✱), manufacturier, rue Rochechouart, 22.

1869. — PALIARD (✱), architecte en chef de la Préfecture de police, avenue du Trocadéro, 180.

1869. — DE LA GOURNERIE (J. A. R.) (O. ✱), de l'Académie des sciences, inspecteur général des ponts et chaussées, boulevard Saint-Michel, 75.

1876. — PARIS (F. E.) (G. O. ✱), vice-amiral, membre de l'Académie des sciences, place de la Madeleine, 31.

1876. — ROUSSELLE (H.) (✱), ingénieur en chef des ponts et chaussées, rue Saint-Dominique, 12.

1876. — FERNET (E.) (✱), inspecteur général, répétiteur à l'École polytechnique, rue des Feuillantines, 93.

1876. — PERSONNE (J.), membre de l'Académie de médecine, pharmacien en chef de la Pitié, rue Lacépède, 1.

1876. — SEBERT (H.) (✱), lieutenant-colonel d'artillerie de marine, boulevard de Courcelles, 17.

Comité d'agriculture.

1846. — MOLL (L. C. E.) (O. ✱), professeur au Conservatoire des arts et métiers, boulevard Saint-Martin, 19.

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

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1864. — BOITEL (A.) (O. ✱), inspecteur général de l'agriculture, rue du Bac, 32.

1864. — CHATIN (✱), de l'Académie des sciences, directeur de l'École de pharmacie, membre perpétuel, rue de Rennes, 129.

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

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

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

1869. — PORLIER (A.) (C. ✱), ancien directeur au Ministère de l'agriculture et du commerce, boulevard Saint-Germain, 282.

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

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

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

1879. — RISLER (✱), directeur de l'Institut agronomique, boulevard Haussmann, 168.

1879. — SCHLOESING (O ✱), directeur de l'École des manufactures de l'État, quai d'Orsay, 67.

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

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

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

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

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

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

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

1876. — GUILLAUME (Eug.) (O. ✱), membre de l'Institut, boulevard Saint-Germain, 238.

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

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

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

1876. — HUET (E.) (✱), ingénieur en chef des ponts et chaussées, membre à vie, au Palais des Tuileries, service municipal, et rue du Regard, 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1879. — Voisin-Bey (O. ✱), ingénieur en chef des ponts et chaussées, rue Auber, 5.
1879. — Rossigneux (Ch.) (✱), architecte, quai d'Anjou, 23.

Comité de commerce.

1856. — Block (Maurice) (✱), membre de plusieurs académies, rue de l'Assomption, 63, à Auteuil.
1858. — Rondot (Natalis) (O. ✱), délégué de la Chambre de commerce de Lyon, boulevard Magenta.
1864. — Lavollée (Ch.) (✱), Grande rue de Passy, 76.
1866. — Legentil (A. L.) (✱), membre du comité consultatif des arts et manufactures, rue Paradis-Poissonnière, 51.
1866. — Say (Léon), sénateur, rue de La Bruyère, 45.
1869. — Christofle (Paul) (✱), manufacturier, rue de Bondy, 56.
1869. — Roy (Gustave) (✱), membre du Comité consultatif des arts et manufactures, rue Moncey, 14.
1873. — Le vicomte de Chabannes (G. O. ✱), vice-amiral, rue Bellechasse, 22.
1873. — Magnier (E.) (✱), négociant, rue d'Uzès, 7.
1877. — Daguin (J. B. E.) (O. ✱), ancien président du tribunal de commerce, membre du comité consultatif des arts et manufactures, rue Castellane, 4.

MEMBRES HONORAIRES.

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INSTRUMENTS DE PRÉCISION.

RAPPORT *fait par* MM. DE LUYNES *et* HENRI PELIGOT, *au nom du comité des arts économiques, sur une* NOUVELLE BALANCE DE LABORATOIRE *construite par* M. DELEUIL, *rue des Fourneaux, 4, à Paris.*

Messieurs, M. Deleuil a soumis à l'appréciation de la Société une nouvelle balance de laboratoire, pouvant porter 3 kilog. dans chaque plateau et sensible à 5 milligrammes.

En construisant cet instrument, M. Deleuil a cherché à lui conserver un des avantages des balances de précision, celui de laisser le fléau fixe lorsqu'on charge ou qu'on décharge les plateaux des poids, ou des objets à peser.

Le fléau, ainsi que toutes les pièces de la balance, est en fonte brute et vernie au four. Les trois couteaux sont étampés à même la pièce; celui du milieu est seul mobile au moyen de cales pour faciliter l'ajustement et les réparations, sans nuire à la solidité.

Lorsque la balance est au repos, le fléau, seul, repose librement sur son support; les étriers et leurs plateaux sont supportés, pendant la manipulation, par des appendices, et ne sont déposés sur leurs couteaux qu'au moment de la pesée.

La disposition et la forme des plateaux leur permet de recevoir des corps très-volumineux, tels que ballons de 30 centimètres de diamètre, flacons de 1 et 2 litres, flacons à long col, etc.; ces plateaux sont doubles, ce qui permet de prendre la densité de corps d'un grand volume.

Dans son ensemble, la balance est très-simple, son prix est peu élevé; elle présente donc toutes les qualités de précision et de solidité d'un véritable instrument de travail, et elle vient se joindre à la série très-remarquable des balances que M. Deleuil a mises à la disposition des laboratoires.

L'examen que nous avons dû faire de la balance, nous a conduits à visiter les ateliers de M. Deleuil. Leurs dispositions spéciales nous ont paru assez intéressantes pour nous engager à les signaler à l'attention de la Société.

L'atelier principal, de 19 mètres de longueur et 9 mètres de largeur, est à un niveau plus bas que le sol de la rue; il est largement éclairé par un vitrage qui forme toiture. Pendant l'été, ce vitrage est recouvert d'une toile sur laquelle on fait constamment couler de l'eau quand la température extérieure est élevée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La force motrice est donnée par une machine à gaz, système Otto. Cette machine actionne un arbre ou plutôt un axe de transmission en acier, de 25 millimètres de diamètre, qui règne dans toute la longueur de l'atelier. Les machines outils, au nombre de dix, sont reliées à la transmission générale par des arbres en acier de 20 millimètres de diamètre.

A son extrémité, l'arbre de couche actionne, à l'aide d'un câble métallique, un concasseur destiné à pulvériser le phosphate de chaux pour fabriquer les coupelles. Cette machine est placée à un étage inférieur.

Le sous-sol de l'établissement étant composé d'anciennes carrières, il a fallu faire des travaux de consolidation. Ces travaux ont été faits par galeries, auxquelles on peut accéder par un puits muni d'une échelle en fer. On pourrait, en cas de besoin, utiliser ces galeries qui se trouvent à 17 mètres en contre-bas du sol de l'atelier, pour des travaux qui nécessiteraient une température constante. Elles pourraient aussi servir à des expériences hydrauliques, dans lesquelles on aurait besoin d'une chute d'eau. La chute disponible est de 23 mètres.

L'atelier dans lequel on prépare les poids et la pièce dans laquelle on fait l'empaquetage des coupelles sont absolument séparés de l'atelier principal; il sont au rez-de-chaussée, comme le magasin et le bureau de M. Deleuil.

Une chambre noire complète, contenant tous les appareils destinés aux expériences photométriques, permet de faire, à tout instant des essais de pouvoir éclairant.

Le bureau de M. Deleuil est appuyé au mur de la grande façade qui regarde l'atelier, ce qui rend facile la surveillance du personnel.

Nous avons été justement frappés, dans cette visite, de l'appropriation intelligente de la force motrice à un atelier spécial, qui fait de l'atelier de M. Deleuil un véritable atelier de constructeur d'instruments de précision et qui peut, au besoin, offrir de précieuses ressources pour faciliter des recherches scientifiques.

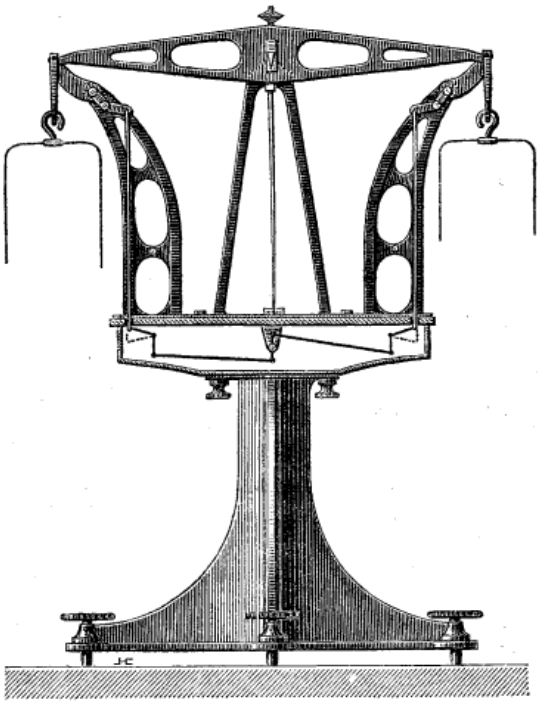
Nous avons l'honneur de vous proposer de remercier M. Deleuil de son intéressante communication et d'insérer le présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société, avec le dessin de la balance.

Signé : V. DE LUYNES *et* Henri PELIGOT, *rapporteurs.*

Approuvé en séance, le 25 *juillet* 1879.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure ci-dessous représente en élévation la balance de M. Deleuil, avec une coupe de la table, qui montre par quelle combinaison de leviers intérieurs on met en



mouvement ou on immobilise l'appareil ; la commande de ces leviers a lieu au moyen d'un petit volant extérieur monté sur l'axe du milieu qui traverse la table.

CHEMINS DE FER.

L'ENQUÊTE DU SÉNAT SUR LES CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT GÉNÉRAL, PAR M. LE BARON ALPH. BAUDE, L'UN DES VICE-PRÉSIDENTS DU CONSEIL.

Exposé.

Le 4 août 1876, le Sénat décidait, sur la proposition de trois de ses membres, qu'une enquête serait faite sur les chemins de fer d'intérêt général.

Une Commission composée de dix-huit membres devait étudier et proposer :

« 1° Les voies et moyens nécessaires pour achever les chemins de fer d'in-
« térêt général.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« 2° Les dispositions à prendre pour obtenir l'unification des tarifs, tout « en respectant les droits acquis des Compagnies existantes. »

Le 12 janvier 1877, la Commission était nommée, choisissait pour son président l'honorable M. Krantz, et se divisait en trois sous-commissions.

La première, chargée de proposer un classement de lignes destinées à compléter le réseau des lignes d'intérêt général, désignait pour son rapporteur M. le général d'Andigné qui déposait son rapport le 2 avril 1878.

La deuxième, ayant pour rapporteur M. le sénateur Foucher de Careil, devait rechercher les voies et moyens nécessaires pour achever et exploiter ce nouveau réseau de chemins de fer d'intérêt général. Le rapport de M. Foucher de Careil était discuté et approuvé par la commission générale dans sa séance du 4 mai 1878.

Enfin, la troisième sous-commission devait traiter la question des tarifs. C'était à elle qu'incombait la tâche la plus ardue. Les intérêts auxquels touchent les questions de tarifs sont des plus variés; souvent opposés les uns aux autres, ils excitent d'ardentes polémiques parmi les intéressés. Les fonctions de rapporteur étaient dévolues à M. le sénateur George qui remettait son rapport le 5 juin 1878.

La Commission générale, après avoir entendu les représentants des Compagnies de chemins de fer, grandes et petites, les dires des délégués des Chambres de commerce, des fonctionnaires, négociants, industriels qui se sont présentés, a déposé son travail au Sénat.

Le Sénat a pris la résolution de renvoyer le dossier de l'enquête à M. le Ministre des travaux publics pour provoquer ou prendre au besoin les mesures dont l'enquête lui révélerait la nécessité ou la convenance.

L'enquête, si sagement faite par le Sénat, a porté la lumière sur bien des questions et il nous a paru intéressant, Messieurs, de vous en présenter un résumé succinct. Il ne faut pas que des études un peu arides sans doute, mais essentiellement utiles, passent inaperçues de la Société d'encouragement. Elles exerceront, il faut le croire, une salutaire influence sur les discussions ultérieures des Chambres, en les empêchant de prendre les allures violentes des discussions politiques.

Il est moins difficile qu'on ne le croirait d'abord de résumer le volumineux dossier dont se compose l'enquête, grossi par les adresses de 669 déposants; il s'y trouve bien des détails à élaguer; à côté de beaucoup d'observations sensées, les redites abondent, les faux raisonnements pullulent; mais, grâce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la haute impartialité de la Commission, à ses connaissances sur la matière, à ses interrogatoires logiques, les questions s'éclairent à mesure que le travail s'élabore, et il nous sera possible, nous l'espérons, de vous exposer nettement les parties essentielles de cette grande instruction.

1re *sous-commission. — Classement des chemins de fer d'intérêt général.*

Le rapport de M. le général d'Andigné sur le classement de lignes nouvelles a sanctionné, en grande partie, les travaux préparatoires ordonnés par M. le Ministre des travaux publics; aujourd'hui le classement définitif, le système général, le grand réseau complet, est voté par les deux Chambres, et, comme on devait s'y attendre, la loi du 15 juillet 1879, a été plus loin encore que les propositions de la Commission du Sénat.

Celle-ci a constaté qu'en 1876 la longueur des chemins de fer en exploitation, en construction ou concédés, était de 32 791 kilom. Au 31 décembre 1875, on exploitait, en France, 21 596 kilom. pour une superficie territoriale de 528 576 kilom. carrés.

A la même époque, l'Angleterre exploitait.	26 890 kil.
Pour une superficie de.	314 551 kil. carrés.
De son côté, l'Allemagne exploitait.	26 870 kil.
Pour une superficie de.	540 583 kil. carrés.

Cette infériorité de la France que signale M. le Rapporteur est déjà diminuée depuis quatre exercices, puisqu'on exploite aujourd'hui 24 508 kilom., et que les autres nations, moins pressées, n'ont pas construit autant que nous. Il ne faut pas, en tout cas, mesurer le progrès d'une nation, en fait de chemins de fer, sur l'étendue matérielle et relative de son réseau. La bonne coordination des lignes, leur tracé logique suivant les industries qu'elles sont appelées à desservir et les populations qu'elles traversent, leur appropriation à la défense du territoire, ont bien leur avantage. Un pays qui multiplierait les lignes improductives pour le seul plaisir d'être bien classé dans une statistique européenne, n'aurait certainement pas le premier rang en fait de bonne organisation de la fortune publique.

La première sous-commission, dans son classement, s'est impressionnée de la longueur de nos routes nationales qui est de 38 000 kilom., et elle a vu avec satisfaction que le choix raisonné des lignes nouvelles à construire donnait une longueur de 7 000 kilom., ce qui égalisait à peu près, dans leur développement, les routes nationales et les chemins d'intérêt général. Ses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

propositions se bornaient donc à l'exécution de 7 000 kilom. nouveaux, ainsi qu'il résulte d'un tableau détaillé annexé à son rapport.

Le ministre des Travaux publics, M. de Freycinet, a jugé que pour satisfaire aux besoins du pays, on devait construire. .	8 700 kil.
A cela il faut ajouter :	
Les lignes d'intérêt local à racheter.	2 300 kil.
Les lignes comprises dans les lois de juillet et de décembre 1875.	3 000 kil.
Les chemins déjà concédés, mais presque en totalité à la charge de l'État.	4 000 kil.
Total.	18 000 kil.

Ces 18 000 kilom. ajoutés aux 22 000 exploités font un total de 40 000 kilom., qui constitueront ce que l'on croit, aujourd'hui, devoir être le réseau français d'intérêt général. Le réseau complémentaire coûtera trois milliards et demi, ce qui, avec quinze cents millions consacrés aux voies navigables, forme cinq milliards, dépense du programme de M. le Ministre des travaux publics.

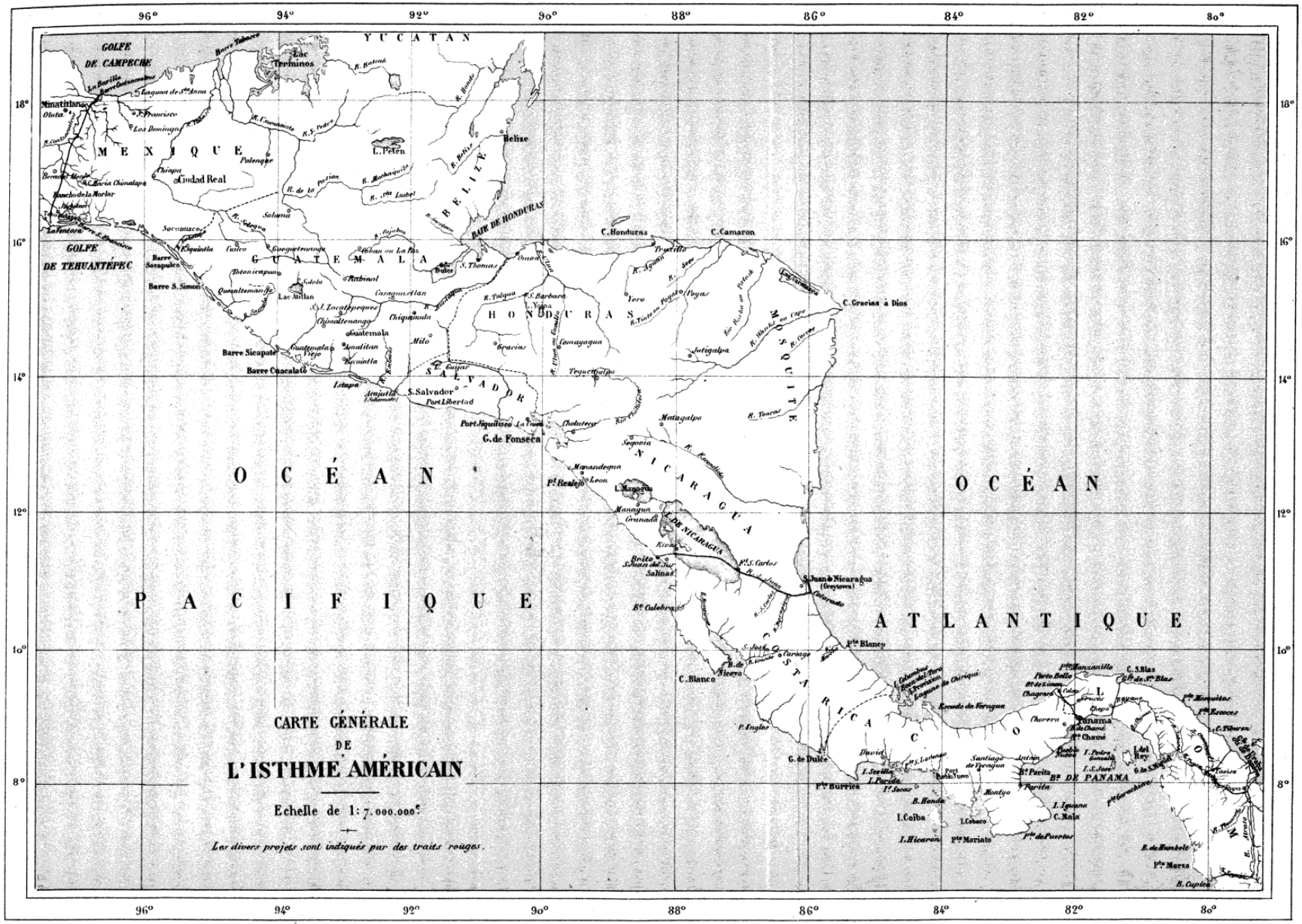
2e sous-commission. — Voies et moyens d'établissement et d'exploitation.

La deuxième sous-commission chargée de rechercher les moyens d'exécution de 7 200 kilom., a facilement établi que les six grandes Compagnies, par des émissions d'obligations et l'Etat par ses propres ressources, pouvaient suffire à cette tâche. Ses conclusions sont précédées de considérations étendues que nous allons analyser rapidement.

Passant à l'examen des moyens d'exploitation, l'honorable rapporteur, M. Foucher de Careil, n'hésite pas à demander que l'exploitation des lignes à construire soit confiée à l'industrie privée et aux grandes Compagnies. Il reproche, cependant, à celles-ci l'uniformité de leur système d'exploitation sur toutes leurs lignes, la similitude des cadres, une sorte d'unité de gestion qui exagère les dépenses d'exploitation des lignes peu ou point productives. Il considère comme une nécessité de plus en plus marquée de faire la décomposition de chaque réseau en lignes de grand et de petit trafic.

En fait, la différence entre les modes d'exploitation de ces deux catégories de lignes s'accentuera chez la dernière par un nombre de trains plus réduit, — deux ou trois par jour au lieu de quatre ou cinq, par la suppression de tout service de nuit, par des haltes substituées à des stations dispendieuses,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Gravé et imprimé par Erhard, 12 rue Dugay-Trouin, Paris.

PROJETS DE CANAUX INTEROCÉANIQUES EXAMINÉS PAR LE CONGRÈS INTERNATIONAL DE 1879

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par un matériel dont on prolongera la durée. Mais il faut que la Commission sache bien toute la puissance de volonté gouvernementale qui est nécessaire pour établir ce système si rationnel.

Qui ne connaît l'amour-propre que met chaque localité à avoir un grand service de chemin de fer ? Pour les plus minimes, la gare est insuffisante, le personnel trop peu nombreux, les trains ne répondant pas assez complétement aux commodités des habitants, et les voitures de vieux modèle sont déclarées indignes des rares voyageurs qui fréquentent le chemin de fer. Le service du contrôle de l'Etat et l'administration prêtent l'oreille à ces plaintes, les compagnies cèdent et, au lieu d'une exploitation économique pour les lignes de médiocre trafic, vous en avez une souvent fort dispendieuse.

Les conseils de la sous-commission n'en sont pas moins excellents, c'est à l'administration à en profiter pour beaucoup de lignes du second réseau, et pour toutes celles du troisième, si l'on arrive à cette catégorie.

La 2e sous-commission a cru devoir consacrer un chapitre particulier à l'examen des conventions financières de l'Etat avec les compagnies de chemins de fer.

Ces conventions ont eu pour résultat de démocratiser en France un capital de près de dix milliards puisé jusque dans les plus petites bourses, et y porter atteinte, ce serait anéantir l'esprit d'association dans son application aux travaux publics. Il serait fatal de détruire ce grand-livre des obligations qui, à coté de la rente, représente la fortune de milliers d'individus.

C'est grâce à la garantie d'intérêt qu'a pu être constitué le réseau français ; il a produit les plus grands résultats. Le rapporteur cite, à ce sujet, ce que disait un éminent ministre des finances devant le Parlement belge :

« Les résultats de ce système adopté par la France ont été magnifiques. « On se trompe étrangement en croyant qu'une Compagnie peut rendre tous « les services qu'elle est appelée à rendre au public, lorsqu'elle est préoccu- « pée du lendemain ; non, l'industrie des chemins de fer doit être prospère « pour être utile, pour rendre les services qu'on peut attendre d'elle. C'est « ce que la France a admirablement compris ; c'est ainsi qu'elle a organisé « son système, c'est ainsi qu'elle marche, comme bonne organisation de cet « immense service des transports, à la tête de toutes les nations. On est arrivé « en France à placer pour un million de francs d'obligations par jour, et « cela depuis des années et l'on achève ainsi chaque jour une maille de ce « grand travail qui s'accomplit, j'allais dire sans que la France soit appau- « vrie. Mais non, la France s'est enrichie dans des proportions énormes, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« quand un jour, ce réseau ainsi établi, sagement exploité, s'augmentant « sans cesse et accroissant la richesse publique, fera retour au domaine pu- « blic, calculez, si vous le pouvez, quelle fortune la France aura conquise, « voyez quelle sera la situation financière, et calculez quelle sera la situa- « tion politique, quelle sera la force du pays. »

Le rapporteur établit ensuite que les Compagnies ont un crédit propre, indépendant de celui de l'Etat, représenté par le travail qu'elles font elles-mêmes. Il conclut, avec la Commission, au maintien des conventions existantes.

« En combattant énergiquement la thèse du rachat ou rachat général, et « celle de l'exploitation par l'Etat, la Commission prétend fortifier et non « affaiblir le gouvernement. Elle montre cet esprit de tempérament et d'é- « quilibre qui n'a cessé de présider à ses délibérations, en le laissant libre « au contraire, de donner à la construction par l'Etat tel développement que « les circonstances et les exigences du service pourront comporter, et en « n'admettant l'exploitation par l'Etat qu'à titre essentiellement provisoire. »

Comme conclusion finale, la Commission est d'avis qu'il convient d'appliquer à l'achèvement des travaux les moyens employés pour faire les 20 000 kilom. existants; en traitant autant que possible, avec les grandes Compagnies voisines, en créant, à défaut de celles-ci, des Compagnies nouvelles, enfin, en faisant au besoin exécuter par l'Etat les travaux, sauf rétrocession des chemins achevés à des Compagnies.

En attendant, l'Etat seul fait exécuter les nouveaux chemins de fer par ses ingénieurs, la question d'exploitation étant réservée.

3e *sous-commission. — Tarifs.*

La tâche la plus ardue incombait à la 3e sous-commission, chargée de rechercher les bases de simplification et d'améliorations possibles dans les tarifs appliqués au transport des marchandises. Après avoir entendu des délégués de toute sorte, après de longues discussions, M. le sénateur George a déposé son Rapport, le 13 décembre 1878.

Négligeant les détails accessoires, la Commission a circonscrit son travail dans la question des tarifs de petite vitesse. On sait les plaintes qu'ils soulèvent de la part de beaucoup de grandes industries, et si ces plaintes ne sont pas nombreuses, par rapport à ceux qui emploient ce genre de transport, elles sont vives et retentissantes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TRACÉ DU PROJET DE M.M. WYSE ET RECLUS, ADOPTÉ PAR LE CONGRÈS INTERNATIONAL

CARTE DE L'ISTHME DE PANAMA

dressée

d'après les documents de Garella, Totten, Wagner
les Cartes Hydrographiques Anglaises et Françaises
et les derniers travaux de M.M.rs Wyse et Reclus Lieutenants de V.au
assistés de M.M.rs les Ing.rs Sosa, Lacharme etc.

Echelle de 1:200.000

1879

Position astronomique de la Cathédrale de Panama:
(méridien fondamental)
8°57'16" Latitude nord.
81°5'04" Longitude à l'ouest de Paris.

SIGNES CONVENTIONNELS

- *Tracé du chemin de fer de Colon Arpinwall à Panama*
- *Tracé du canal à niveau projeté entre les deux Océans par les vallées du Chagres et du Rio Grande.*
- *Ligne des fonds de 8m.50*
- *Ligne de laisse de basse mer*

NOTA. *Les cotes d'altitude sont comptées en mètres au-dessus du niveau moyen commun aux deux Océans.*
Les sondes sont comptées en mètres et réduites respectivement au niveau des plus basses mers.
Les bornes kilométriques le long du canal sont toujours comptées à partir de l'Atlantique.

Echelle de 200.000
0 250 500 1000 1500 2000 2500 3000 Mètres

Gravé par Erhard

Coupe Géologique du terrain suivant l'Axe du Canal projeté

Imprimé par Erhard, 12 rue Bréguet-Traitoir, Paris

Echelle des Longueurs 1/200.000 *Echelle des Hauteurs* 1/2.600
Rapport 1 à 100

Argiles. Sables. Alluvions. Vases. Coquilles. Terres végétales. Terrains de transport — Tufs et Conglomerats trachytiques ou doleritiques — Trachytes — Grès — Dolérites — Basaltes — Tufs basaltiques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On s'est borné à l'examen des tarifs des six grandes Compagnies, en mettant de côté ceux des Compagnies secondaires qui sont à peu près les mêmes, d'après les cahiers des charges, mais plus élevés dans l'application, parce que les distances sont plus courtes et le trafic infiniment moins grand.

Il convient de rappeler quels sont les tarifs des Compagnies de chemins de fer, en vertu des cahiers des charges révisés en 1863.

Les *tarifs légaux* sont des maxima que les cahiers des charges autorisent les Compagnies à percevoir et qui font loi entre elles et les expéditeurs; mais elles ont la faculté de baisser ces maxima, avec l'homologation ministérielle.

Les *tarifs généraux* sont une conséquence des tarifs légaux, c'est-à-dire qu'ils en rendent l'application pratique. Ils comprennent toutes les marchandises, par assimilation de classe, qui ne sont pas mentionnées dans la nomenclature de l'article 42 du cahier des charges. Elles sont classées par séries et toujours taxées à des prix égaux ou inférieurs aux prix des tarifs légaux.

Les marchandises dénommées dans le cahier des charges sont au nombre de soixante-dix, tandis qu'il y en a environ treize cents dans la nomenclature des tarifs généraux.

Ces tarifs généraux sont souvent des tarifs à la distance, ou différentiels, c'est-à-dire qu'on ne les applique pas toujours suivant la longueur du parcours, en tenant compte de la situation du chemin de fer.

Enfin, il y a les *tarifs spéciaux* ou réduits suivant le conditionnement des objets, les délais de livraison, etc., etc. Ils comprennent les tarifs à prix fermes de gare en gare pour certaines marchandises; les tarifs communs entre deux ou plusieurs Compagnies; les tarifs internationaux ou d'importation de concert avec des Compagnies étrangères; les tarifs d'exportation pour les marchandises qui passent les mers ou la frontière, enfin les tarifs de transit pour les marchandises qui ne font que traverser la France, sans s'y arrêter.

Tout expéditeur a, d'ailleurs, le droit, si les tarifs spéciaux ne lui conviennent pas, de réclamer l'application des tarifs généraux.

Les Compagnies, dans leurs tarifs généraux, n'ont pas le même nombre de séries, et il arrive même que certaines marchandises similaires, n'ont pas la même désignation. Ainsi, l'Est a cinq séries, le Nord en a sept, l'Orléans n'en a que quatre, comme le cahier des charges, mais chacune des trois premières comporte des prix différents au départ et à l'arrivée. L'Ouest a six

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

séries et Paris-Lyon-Méditerranée en a sept. Enfin, le Midi n'a que cinq séries dont les trois premières se subdivisent suivant que le poids des objets réunis sont de 40, 200 et de 300 kilog. et au-dessus.

L'homologation ministérielle de ces séries et de leurs tarifs a eu lieu de 1862 à 1868.

L'examen qui a précédé l'homologation, a eu pour objet de s'assurer que les taxes étaient égales ou inférieures aux tarifs légaux du cahier des charges. L'article 42 que nous avons déjà cité leur a fait subir un abaissement, en vertu de conventions intervenues, en 1863, entre l'Etat et les Compagnies.

Les prix par tonne et par kilomètre sont devenus :

	fr.		fr.
1re classe.	0,16	au lieu de	0,20
2e classe.	0,14	—	0,18
3e classe.	0,10	—	0,16
4e classe.	0,08	pour un parcours de 100 kil.	
	0,05	pour un parcours de 200 à 300 kil. sans que la taxe puisse être inférieure à 8 francs.	
	0,04	pour un parcours de 300 kil. et au-dessus sans que la taxe puisse être inférieure à 15 francs.	

On voit déjà que le tarif à la distance ou différentiel est appliqué pour la 4e classe dans le tarif légal.

La Commission s'est plainte avec raison de ce défaut d'uniformité dans la nomenclature, et nous devons ajouter que les Compagnies ont donné leur consentement unanime à l'adoption de six séries, contenant chacune les mêmes marchandises avec le même numérotage.

Ces séries nouvelles et uniformes pour toutes les Compagnies nécessitent, actuellement, un travail considérable pour faire l'application des taxes kilométriques, qui vont être, sinon changées, du moins modifiées pour correspondre à la nomenclature et aux séries uniformes.

Tarifs généraux.

Les Compagnies ont toutes des barêmes pour leurs tarifs généraux, c'est-à-dire des livres où les calculs sont faits pour les prix de transport des marchandises d'une gare à l'autre ; mais ces prix ne résultent pas toujours de formules uniformes, et la situation des chemins de fer, leurs pentes dans des pays de montagnes, leur parallélisme avec des canaux, avec une navigation maritime ou fluviale, ont fait varier ou plutôt réduire les distances auxquelles on applique l'unité de tarifs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On ne retrouve donc pas toujours la manière dont ce prix a été établi, et l'on voudrait des formules qui puissent permettre à l'expéditeur de le calculer, s'il ne veut pas se contenter de l'assurance que lui donne l'homologation que ce prix n'est pas supérieur au tarif légal du cahier des charges.

La Commission du Sénat incline pour l'application de formules uniformes à l'établissement des tarifs généraux et elle oppose à l'opinion unanime des Compagnies les tarifs généraux de la Compagnie de l'Est. Dans les barêmes de cette Compagnie, le prix résulte de l'unité de la taxe multipliée par la distance réellement parcourue.

Avant d'aller plus loin, il convient de faire une remarque sur l'application des tarifs à la distance, comme les appelle M. le Rapporteur George et d'expliquer ce qu'il entend par tarifs belges dont il préconise l'emploi.

En se reportant au tableau précédent des tarifs légaux, on verra que ceux de la 4e classe conservent, parfois, un même prix à des distances inégales. A raison de 0,08 par kilomètre, le prix maximum de 5 francs est atteint au bout de 63 kilom. et il reste le même jusqu'à 100 kilom. Le prix de 12 francs est atteint à raison 0,05 au bout de 240 kilom. et il reste le même jusqu'à 300 kilom.

Le tarif belge suit une autre loi. En prenant les mêmes bases que dans le tarif légal, soit 8 cent. jusqu'à 100 kilom., on paiera 8 francs pour ce parcours; et à cette somme on ajoutera les prix réduits multipliés par la distance.

Ainsi à 240 kilom. le prix sera

$$100 \times 0{,}08 + 140 \times 0{,}05 = 15 \text{ francs};$$

A 350 kilom. ce prix sera, suivant la même loi,

$$100 \times 0{,}08 + 200 \times 0{,}05 + 50 \times 0{,}04 = 20 \text{ francs}.$$

Dans ce dernier cas, le tarif français aurait donné 350 kilom. $\times$ 0,04 = 14 francs.

Cela montre comment, avec des formules uniformes, on peut arriver à des taxes plus élevées que par le tâtonnement que guide l'expérience des choses commerciales,

Sans rien spécifier pour les chiffres, la Commission recommande les tarifs belges pour la formation des tarifs généraux.

La Belgique qui n'occupe pas, en chemins exploités, une longueur kilo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

métrique supérieure au plus petit de nos réseaux, est un pays plat, sans déclivités, même accidentelles. En cela, il a une certaine ressemblance avec l'Est de la France qui a sa formule et le Nord qui pourrait facilement en avoir une. Mais comment Lyon pourrait-il s'accommoder d'un tarif à formule, concurrencé comme il l'est par la navigation du Rhône, ou l'Orléans entre Orléans et Nantes parallèlement à la navigation de la Loire? Tout exploitant, Etat ou Compagnie, sortira des formules générales pour approprier ses prix aux besoins du commerce, de l'industrie et des consommateurs.

Remarquez, d'ailleurs, que Lyon, par exemple, n'a pas la liberté de relever ses tarifs après avoir lutté avec avantage contre la concurrence du fleuve; l'homologation lui est refusée pour tout abaissement ou tout relèvement, selon le bon vouloir du Ministre, tandis que la navigation, qui ne paie point de droits ou du moins que des droits illusoires, est maîtresse d'abaisser ou de relever ses tarifs à son gré.

Il semble donc que, pour tout le monde, il n'y a pas grand intérêt à établir les tarifs généraux d'après des formules; s'il y a eu abus dans quelques écarts de distance pour former des prix dont les Compagnies ont obtenu l'homologation, il sera facile de les faire disparaître, en discutant, à nouveau, ces cas particuliers.

Tarifs spéciaux.

Les tarifs spéciaux approuvés par les uns, condamnés par les autres dans les dépositions de l'enquête, sont reconnus comme indispensables par la Commission du Sénat. Elle recommande seulement qu'ils soient bien appliqués, et c'est l'affaire du Ministre qui homologue.

Parmi les tarifs internationaux, les *tarifs d'importation* méritent une mention particulière, parce qu'une raison d'Etat pourrait être invoquée pour leur homologation. En effet, on décrète un tarif de douane pour frapper, plus ou moins, une marchandise étrangère à la frontière française : nous admettons qu'une Compagnie ne saurait être maîtresse de contrecarrer ce droit protecteur au moyen d'un tarif qui l'annulerait.

Supposez qu'à la frontière une tonne de houille soit soumise à un droit de 1 fr. 50; si le prix est fixé à 10 francs de la frontière à une ville de grande consommation, il suffit d'abaisser ce tarif à 8 fr. 50 pour que le droit protecteur disparaisse.

Mais remarquons que ce danger n'existe pas pour l'avenir, puisque l'Ad-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ministration reste absolue dans son droit d'homologation, soit pour l'abaissement, soit pour le relèvement et que, pour le passé, ses droits de douane ont été calculés en tenant compte des prix de revient de transport qui existent actuellement.

Toutefois, la question est grave, et il semble nécessaire d'arriver à un tempérament par une discussion approfondie entre l'Administration et la Compagnie pour chaque tarif d'importation.

Les *tarifs de transit*, nous l'avons dit, s'appliquent au transport des marchandises qui traversent la France sans s'y arrêter et qui, par conséquent, passent devant deux bureaux de douanes.

Ils ont pour objet de faire concurrence à des transports de l'étranger à l'étranger, en les invitant à traverser une partie de la France. Ainsi, par exemple, si nous prenons le commerce d'échange entre Anvers et Bâle, le trafic peut, en quittant la Belgique, prendre les chemins du Luxembourg, de l'Allemagne, sans emprunter un rail français.

Mais, si vous faites des prix convenables pour passer par la France, la marchandise venant d'Anvers entrera chez nous par la frontière de Givet, ou de Montmédy ou de Mont-Saint-Martin, pour gagner Bâle, par Belfort, et le Jura Bernois ou Mulhouse.

Pour obtenir cette marchandise, il faut faire des tarifs qui attirent le transport par la France.

Or, comme les étrangers n'ont pas les formalités d'affiches exigées en France, qu'ils ont une mobilité de tarifs qui leur permet de nous gagner de vitesse, le décret du 26 avril 1862, a autorisé les Compagnies à modifier les tarifs de transit, sans attendre les formalités ordinaires, sauf approbation ultérieure.

Ces prix sont parfaitement indifférents au commerçant français.

Mais l'esprit de jalousie se place partout, et si peu intelligent qu'il soit, il n'en est pas moins puissant pour empêcher le bien.

Le négociant qui voit un tarif de transit à 4 centimes, par exemple, et qui en paye 6, dit : je veux bien que vous fassiez pour la marchandise de transit un tarif de 4 centimes, pourvu que vous fassiez de même pour la mienne.

Vous lui répondez que son tarif est dans les limites du cahier des charges, qu'il n'y a aucun motif de baisser ce tarif qui est général sur toutes les lignes du réseau ; que cet abaissement changeant toute l'économie des tarifs du réseau, entraînerait un abaissement notable des recettes, qu'il serait dommageable aux intérêts de l'Etat et de la Compagnie, que le tarif de transit lui est,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'ailleurs, absolument indifférent, il n'en reste pas moins cantonné dans son dire et l'administration est assez disposée à l'appuyer.

De fait, ses prétentions annulent les tarifs de transit, au détriment des recettes des chemins de fer, sans aucun avantage pour l'industrie nationale, mais tout au profit de l'étranger.

On peut en dire autant des tarifs d'exportation, si avantageux pour nos ports de mer et qui soulèvent, chez certains individus, une opposition jalouse.

Les questions de tarifs sont fort compliquées, et elles exigent, pour être bien résolues, une connaissance approfondie du pays, des besoins de l'industrie, du commerce et des consommateurs. C'est par une longue expérience que les Compagnies sont parvenues à une tarification qui ne blesse aucun intérêt national sérieux.

L'Etat ferait probablement moins bien qu'elles et il serait entraîné à des réductions qui, bientôt, annuleraient le produit des chemins de fer.

Veut-on en venir là et faire payer à l'impôt l'intérêt du capital engagé? Il y a plus de neuf milliards dépensés par les Compagnies et représentés soit par des actions, soit par des obligations. Avec le rachat, on est obligé de payer aux créanciers une annuité calculée au taux de 5 fr. 75 pour 100. C'est donc une somme de 517 500 000 fr. qu'il faudrait débourser; si on en retranche 40 000 000 fr. de garantie, le budget de l'Etat serait grevé d'une somme de 477 000 000 fr. dans le cas où le tarif paierait simplement les frais d'exploitation. Cela n'est pas admissible.

Quand certains organes prétendus de l'opinion publique, parlent de la toute-puissance des Compagnies, ils font sourire les administrateurs, directeurs et chefs de service qui communiquent directement avec les agents du du Contrôle de l'Etat.

Il n'y a pas la plus petite modification dans l'assiette de la voie, dans les organes essentiels des machines, dans les formes des wagons, dans la marche des trains, dans les moindres perceptions, dans les tarifs, qui ne soit soumise à l'approbation ministérielle.

Comment l'Etat est maître des tarifs des chemins de fer des grandes Compagnies.

Les tarifs des chemins de fer sont soumis à l'homologation de l'Etat. Il est vrai de dire que le mot homologation n'avait pas, il y a quelques années, le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sens que les pouvoirs publics lui donnent aujourd'hui. Homologuer voulait dire exercer le droit de vérifier si les tarifs proposés par une Compagnie étaient bien dans les conditions prescrites par le cahier des charges, et s'ils ne dépassaient pas, dans l'espèce, les tarifs légaux concédés. Cela vérifié, le tarif, homologué par le Ministre, était promulgué et appliqué.

Mais, l'administration des travaux publics remarqua, après vingt ans d'exercice, que l'homologation dépendait d'elle, qu'elle pouvait, à son gré, alors même que les conditions légales étaient remplies, l'accorder ou la refuser.

Cette interprétation a été formulée en principe par une circulaire en date du 29 mars 1878, dans laquelle M. le Ministre des travaux publics établit que MM. les inspecteurs généraux du Contrôle de l'Etat ont, non-seulement, le droit d'examiner si les tarifs des cahiers des charges ne sont pas dépassés, si les règles prescrites par l'administration ne sont pas violées, mais qu'ils ont le devoir de s'assurer qu'un tarif proposé ne risque pas de favoriser telles industries aux dépens de telle autre, de déplacer arbitrairement des courants commerciaux, de bouleverser les conditions naturelles résultant des distances ou de la situation topographique, de faire une concurrence abusive à d'autres voies de transport. Ces hauts fonctionnaires doivent se mettre en rapport, dans ce but, avec les chambres de commerce, avec les intéressés. Après cette sorte d'enquête, ils peuvent conclure, au besoin, au refus d'homologation.

Voilà donc l'administration qui est maîtresse des tarifs à venir, par son refus d'homologation. Ou l'on reste dans le *statu quo,* ou bien, l'on en vient à adopter les demandes du Ministre, après discussion des propositions présentées.

Nous avons dit que les Compagnies avaient consenti à diviser uniformément leurs tarifs généraux en six séries, et à n'avoir qu'une nomenclature. Ceci exige la révision des tarifs généraux. Dans cet examen, s'il y a quelques tarifs, et ils ne sont pas nombreux, qui choquent la logique ou le bon sens, il n'est pas douteux que les Compagnies ne s'empressent de les modifier.

L'administration a le pouvoir, et elle ne manque pas d'agents pour l'exercer.

En effet, on peut relever dans l'annuaire du Ministère des travaux publics le nombre des fonctionnaires chargés de contrôler les Compagnies, savoir :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Corps des ponts et chaussées, ingénieurs, conducteurs.	247
Corps des mines, ingénieurs, garde-mines.	142
Inspecteurs principaux, particuliers, commissaires de surveillance	355
Total.	744

Ce nombre de surveillants ne coûte d'ailleurs rien au budget de l'Etat. Les traitements de ces fonctionnaires sont versés par les Compagnies dans les caisses publiques. Chaque Compagnie est soumise à un droit de 120 fr. par kilomètre pour frais de surveillance, suivant l'article 67 du cahier des charges. Cela représente pour les 20 000 kilomètres en exploitation, un budget de surveillance de 2 400 000 fr. ; mais il faut savoir l'employer comme un aide et non comme une entrave.

Nous croyons qu'avec l'utile ingérence de l'Etat dans les services des Compagnies, il vaut mieux pour tous que l'exploitation soit faite par les Compagnies que par l'Etat.

C'est à tort que l'on a cherché à introduire la politique dans cette question qui est et qui doit rester purement économique.

Les places dans les chemins de fer ne sont pas des sinécures et la politique ne saurait jouer un rôle dans l'institution, telle qu'elle doit être constituée. Tranchons le mot, elle est d'ailleurs aujourd'hui essentiellement démocratique. De très-rares fonctions d'ingénieurs sont fortement rétribuées, mais c'est un appât pour attirer les plus dignes, les plus méritants, les hommes hors ligne. Quant aux administrateurs, nous étonnerons bien des gens, en disant qu'ils n'ont pas de traitement, à moins de travaux exceptionnels, et qu'ils n'ont que des jetons de présence. Supposez un administrateur très-assidu, ne manquant pas une séance du 1er janvier au 31 décembre, il aura peut-être soixante réunions du Conseil; à 40 francs par séance, c'est une rétribution de 2 400 fr. par an.

Sans doute, la considération vous paie, mais il n'y a pas là de question d'argent.

Nous ne saurions entrer dans la question d'appropriation du service des chemins de fer au cas de guerre ; toutefois, nous pouvons affirmer que les membres des commissions militaires qui se sont occupées des nombreux règlements sur la matière, sont parfaitement édifiés sur les bons services que peuvent rendre les grandes Compagnies.

Franchement, nous estimons que s'il convient d'améliorer, comme toujours, dans l'espèce, il n'y a pas lieu de détruire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La commission du Sénat a fait une analyse rapide des plaintes ou des vœux des déposants : ils font partie du dossier et le Ministre a cru devoir les communiquer aux Compagnies pour avoir leurs observations, mais nous ne saurions entrer dans le détail de ces griefs particuliers; seulement le rapporteur fait remarquer qu'on réclame bien plus contre l'obscurité des tarifs que contre leur élévation.

En France, nous ne sommes point encore façonnés aux enquêtes, et un très-petit nombre de personnes y prennent part, eu égard à la masse d'individus qui devraient s'y intéresser. Dans celle-ci, c'est toujours l'industriel qui parle et jamais le consommateur. Nous sommes protectionnistes dans le bon sens de cette qualification, mais il ne faut pas oublier que les intérêts de ceux qui consomment méritent aussi d'être pris en considération. Il n'y a rien d'absolu en pratique, et c'est ce qui justifie bien des tempéraments dans l'application des tarifs.

Ainsi une exploitation de houille se trouve plus rapprochée que toute autre d'un vaste champ de consommation; lui en laisserez-vous le monopole à l'exclusion d'autres houillères qui viendraient aussi offrir leurs produits sur ce même marché? Non sans doute, et dans les limites de vos tarifs de concession, vous n'obligerez pas l'industrie à puiser à une seule source. Etat ou Compagnies feront la même chose et on finira par appliquer des tarifs raisonnés en restant dans le droit.

Conclusions de la sous-commission des tarifs.

La commission du Sénat conclut :

« A ce que dans les tarifs généraux le prix kilométrique de chaque série « de marchandises soit, autant que possible, le même sur l'ensemble des « grands réseaux;

« A ce que les taxes soient établies suivant les mêmes tarifs à la distance, « à bases constantes, et en ne tenant compte que des distances réelles;

« En ce qui touche les tarifs réduits connus sous le nom de tarifs spéciaux, « tarifs communs, tarifs internationaux, tarifs de transit et d'exportation, la « commission est d'avis qu'il y a lieu de les maintenir en principe, mais « qu'il y a lieu de les soumettre à un nouvel examen. »

Telles sont les conclusions de la commission d'enquête du Sénat, et nous avons dit que Ministre et Compagnies s'occupaient à réaliser ses propositions en ce qu'elles ont de pratique, lorsqu'il s'est produit à la Chambre des dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

putés un fait important : c'est une proposition de M. Jean David demandant l'expropriation d'une partie des lignes concédées aux Compagnies. Le rapport sur cette proposition, non déposé encore, mais connu par avance, conclurait au rachat par l'Etat de la Compagnie d'Orléans.

Nous ne saurions discuter le rachat par l'Etat des six grandes Compagnies de chemin de fer, mais nous nous sommes borné à présenter quelques considérations sur leur rôle actuel, et sur leur subordination aux pouvoirs publics.

Ce sont des Sociétés qui sont responsables devant leurs actionnaires et leurs obligataires d'un capital de plus de neuf milliards, qui perçoivent des recettes brutes de plus de neuf cent millions, qui ont payé à l'Etat, en impôts, dans le dernier exercice, une somme de 103 000 000 fr. On est donc en présence d'un grand intérêt public, nous ne dirons pas encore d'une catastrophe.

Conclusions générales.

Il résulte de l'enquête du Sénat sur la question des chemins de fer, résumée dans les rapports remarquables de ses trois rapporteurs, M. le général d'Andigné, M. Foucher de Careil et M. George (des Vosges) :

1° Que les chemins de fer d'intérêt général à construire porteront à 40 000 kilom. le développement de nos voies ferrées qui est aujourd'hui de 22 193 kilom.

2° Que les voies et moyens d'exécution ne manquent pas, puisque les Chambres votent les fonds nécessaires pour l'exécution des 18 000 kilom. en construction ou à construire ; que les six grandes Compagnies sont en mesure de remplir leurs engagements et au-delà, et que l'Etat fait exécuter par ses propres ingénieurs la plus grande partie de ces chemins.

3° Qu'il convient de ne faire exploiter par l'Etat ces derniers que provisoirement, le système des Compagnies convenant seul aux développements commerciaux des chemins de fer.

4° Que les tarifs généraux des chemins de fer vont recevoir une amélioration quant à l'uniformité de la nomenclature des marchandises, ce qui entraîne une révision des prix d'application dans les limites prescrites par les cahiers des charges.

5° Que les tarifs spéciaux convenablement appliqués, et comprenant les tarifs communs, les tarifs internationaux ou d'exportation, les tarifs de transit sont indispensables.

6° Que contrairement à des assertions erronées, le prix moyen du trans-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

port de la tonne kilométrique est de 0,06 en France, tandis qu'il est plus élevé partout ailleurs, en Angleterre, en Allemagne, en Autriche, sauf en Belgique où ce prix moyen se ressent des transports de houille et où le transit à bon marché a une influence prépondérante.

7° Que les barêmes indiquant le prix tout fait du transport de la marchandise d'une gare à l'autre sont indispensables; que leur complication apparente n'a rien d'effrayant pour le service, ni pour le commerçant qui expédie les mêmes marchandises aux mêmes points; que d'ailleurs, il y a toujours une certaine complication pour l'homme de cabinet qui examine un barême où il peut y avoir 4 765 500 indications, puisque nous avons une nomenclature de 1 350 marchandises et 3 530 gares, qui doivent encore se multiplier.

8° Enfin qu'il convient de réduire l'impôt excessif de 19 pour 100 des produits sur la grande vitesse, sinon de le supprimer, comme on l'a fait pour la petite vitesse.

Nous avons cherché, Messieurs, à vous donner une idée aussi exacte que possible de l'enquête du Sénat (1) sur les chemins de fer. Cette enquête, nous nous plaisons à le répéter, a été dirigée avec une grande impartialité par MM. les Commissaires de la Chambre haute, et les documents qui l'accompagnent sont excellents à consulter pour ceux qui s'occupent de cette grande industrie des chemins de fer.

TRAVAUX PUBLICS.

SUR LE CANAL INTEROCÉANIQUE A TRAVERS L'ISTHME AMÉRICAIN, PAR M. VOISIN-BEY, MEMBRE DU CONSEIL (*pl.* 108 *et* 109).

Messieurs, la question de l'établissement d'un canal interocéanique à travers l'isthme américain, après avoir été si longtemps à l'étude, est sur le point, vous le savez, d'entrer enfin dans la période d'exécution. Votre bureau a pensé qu'il y aurait quelque intérêt à ce que vous fussiez exactement renseignés, à la fois sur les diverses

(1) La Commission du Sénat était composée de MM. Krantz, président; comte Daru, vice-président; général marquis d'Andigné, secrétaire; George, de Lavrignais, Claude, Foucher de Careil, baron de Lareinty, Bompard, baron de Ravignan, Martenot, Varroy, Maillet, de Parieu, Gayot, général Duboys-Fresnay, Grivard, Poriquet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

phases par lesquelles a passé cette intéressante question, et sur les motifs qui ont déterminé le choix de la solution récemment adoptée par le grand Congrès international d'études que la Société de géographie de Paris avait réuni. C'est pour satisfaire à son désir que j'ai l'honneur de prendre devant vous la parole.

Ma communication sera divisée en trois parties, savoir :

Description de l'isthme américain ;

Historique des études ;

Compte rendu sommaire des travaux du Congrès international d'études.

Description de l'isthme américain.

L'isthme américain, qui s'étend du golfe de Tehuantepec, où il se soude à l'Amérique du Nord, jusqu'au fond du golfe de Darien, où il s'unit à l'Amérique Méridionale, a une longueur d'environ 2 300 kilomètres. Sur ce long développement, parcouru sans solution de continuité par la chaîne de la Cordillère, il ne présente, en définitive, que quelques points offrant un rétrécissement assez prononcé et des dispositions de terrain assez favorables pour que l'idée ait pu naître d'y ouvrir un canal de communication entre les deux océans.

L'isthme de Tehuantepec est le premier étranglement que l'on rencontre en venant du nord. Sa largeur, mesurée en ligne droite, est d'environ 210 kilomètres. Le massif montagneux de la Cordillère n'y occupe qu'une bande étroite, rapprochée du Pacifique, et où l'on trouve plusieurs passes dont la moins élevée, dominant d'une vingtaine de mètres seulement un large plateau, dit de Tarifa, est à une hauteur d'environ 230 mètres au-dessus du niveau de la mer. Sur le versant de l'Atlantique, les eaux sont drainées par un grand fleuve très-sinueux, le Coatzacoalcos, qui prend sa source près de Tarifa, et dont les navires peuvent, dès qu'ils ont franchi la barre sur laquelle il n'y a qu'une profondeur de 4 mètres, remonter le cours sur une trentaine de kilomètres sans avoir moins de 6 à 7 mètres d'eau. Le versant du Pacifique, sur lequel se trouve la ville de Tehuantepec, n'a guère que 50 kilomètres de largeur. Les eaux de ce versant s'écoulent par un grand nombre de petites rivières dans de grandes lagunes qui s'étendent jusqu'à la côte, profondes de 5 à 6 mètres, et bornées à leur extrémité-ouest par la baie de Salina-Cruz.

Dans l'est de l'isthme de Tehuantepec, après avoir dépassé la presqu'île de Yucatan, on rencontre l'isthme de Honduras, s'étendant du golfe de même nom sur l'Atlantique au golfe de Fonseca sur le Pacifique, d'une largeur d'environ 300 kilomètres, avec de bons ports sur chaque océan, mais tellement montagneux que toute idée d'y ouvrir un canal a toujours paru impossible. Le col à franchir n'aurait pas moins de 780 mètres de hauteur.

L'isthme de Nicaragua, au contraire, par l'ensemble des circonstances favorables qu'il présente, a toujours été l'un des emplacements le mieux désignés, et par consé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quent le plus recherchés, pour l'établissement d'un canal de jonction entre les deux océans. Sa largeur minimum est d'environ 208 kilomètres, c'est-à-dire égale à celle de l'isthme de Tehuantepec. Il doit son caractère tout spécial au lac de Nicaragua placé au centre d'une grande vallée qui traverse l'isthme dans la direction du sud-est au nord-ouest, du port de Greytown ou San-Juan-del-Norte, aujourd'hui presque entièrement comblé, sur l'Atlantique, à la baie de Fonseca sur le Pacifique. Le niveau du lac n'est qu'à 33 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le trop-plein de ses eaux s'écoule vers l'Atlantique par le fleuve San-Juan, qui prend son origine à l'extrémité sud-est du lac, et dont le cours occupe, jusqu'à son débouché à Greytown, une étendue à vol d'oiseau d'environ 120 kilomètres. A l'extrémité opposée du lac, celle du nord-ouest, débouche au contraire une petite rivière, la Tepitapa, qui y amène le trop-plein des eaux d'un lac de moindres dimensions et de 7 mètres plus élevé, le lac Managua. Enfin, en continuant à marcher dans la direction du nord-ouest, on arrive au point de partage des eaux des deux océans, à 76 mètres au-dessus du niveau de la mer; puis, on redescend vers la baie de Fonseca située à 170 kilomètres environ de distance de l'extrémité-nord du lac de Nicaragua. En raison de la grande longueur du trajet, cette seconde partie de l'isthme n'est pas la plus favorable pour communiquer avec le Pacifique. La rive-ouest du lac est, en effet, très-voisine de la mer ; la bande montagneuse qui les sépare n'a, dans sa partie la plus étroite, au droit du port de San-Juan-del-Sur, que 16 kilomètres de largeur; et, sur certains points, elle peut être franchie à une hauteur peu différente de celle du col de Managua, même à une hauteur moindre, comme c'est le cas pour le col de Guiscoyal, d'une hauteur de 46 mètres seulement, et à partir duquel on descend vers le Pacifique par le Rio-Grande débouchant dans la petite anse de Brito. On peut encore gagner le Rio-Grande par le col de Rivas, situé au nord du précédent, et d'une hauteur de 73 mètres. Plus au nord encore, on trouve le col de Buena-Vista, de 88 mètres de hauteur. Plus au sud, au contraire, pour gagner le port de San-Juan-del-Sur, le col à franchir aurait une hauteur de 184 mètres. Enfin, à l'extrême sud, la hauteur à franchir pour aboutir à la belle baie de Salinas ne serait pas de moins de 270 mètres. Il existe depuis longtemps un service de transit par l'isthme de Nicaragua : pendant la saison des hautes eaux, de petits bateaux à vapeur remontent le San-Juan à partir de Greytown, avec transbordement aux deux plus forts rapides, et communiquent avec des steamers faisant le service du lac.

Le grand isthme américain se rétrécit notablement dans toute sa partie sud où se trouvent successivement les isthmes de Panama, de San-Blas et de Darien.

La largeur de l'isthme de Panama n'est que de 55 kilomètres à vol d'oiseau; et la ligne de faîte de la Cordillère s'abaisse, au col de la Culebra, jusqu'à 87 mètres au-dessus du niveau de la mer. C'est par ce col, le plus bas de l'isthme, que passe le chemin de fer établi depuis 1855 pour le transit des marchandises et des voyageurs de Colon ou Aspinwal, sur l'Atlantique, à Panama, sur le Pacifique. Toutes les eaux du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

versant de l'Atlantique sont drainées par le fleuve le Chagres, qui, d'abord encaissé, ainsi que ses nombreux affluents, entre les ramifications de la Cordillère, coule ensuite dans une plaine basse et marécageuse jusqu'à la mer. A partir du col de la Culebra, en suivant la vallée de l'un des affluents du fleuve, on gagne au plus près la vallée principale que l'on rencontre à Matachin, non loin de Crucès, ville très-ancienne située à peu près au centre de l'isthme, en un point où le Chagres, venant du nord-est, se retourne brusquement vers le nord-ouest pour aller se jeter dans l'Atlantique. Le fleuve a des crues rapides qui atteignent fréquemment, à Matachin, de 8 à 9 mètres, parfois même 11 et 12 mètres de hauteur; il débite, en ce même point de son cours, 20 mètres cubes par seconde à l'étiage et jusqu'à 1 200 mètres cubes dans les fortes crues ; il présente, d'ailleurs, à son embouchure, une barre sur laquelle on ne trouve qu'une profondeur d'eau de 4 mètres ; mais les navires, après avoir franchi cette barre, peuvent remonter le fleuve avec 5 mètres d'eau jusqu'au-delà du Rio-Trinidad, affluent de la rive gauche, sur un parcours d'environ 28 kilomètres. A l'est de l'embouchure du Chagres, et séparée d'elle par un cap rocheux, se trouve la baie de Limon contenant le port de Colon, tête de ligne du chemin de fer. Plus à l'est encore, en suivant la côte, en rencontre le beau port de Porto-Bello, l'un des premiers points découverts du Nouveau-Monde, et qui, avant le passage par le cap Horn, était l'un des grands entrepôts du commerce de l'Amérique avec l'Europe. Du côté du Pacifique, on descend rapidement par la vallée d'une autre rivière, le Rio-Grande, jusqu'à la baie de Panama.

A une certaine distance dans l'est de l'isthme de Panama se trouve la magnifique baie de San-Blas, au droit de laquelle l'isthme américain atteint sa moindre largeur, 50 kilomètres. Sur ce point, la ligne de faîte de la Cordillère se rapproche beaucoup de l'Atlantique, à l'inverse de ce qui a lieu au Nicaragua et à Panama. Le col le plus bas est à environ 300 mètres au-dessus du niveau de la mer. Sur le versant de l'Atlantique il n'existe que des cours d'eau de peu d'importance. Sur le versant du Pacifique on descend, à partir du col, en suivant d'abord un affluent, puis, la vallée même d'un fleuve considérable, le Bayano, venant de l'est, qui conduit à la mer avec des profondeurs d'eau de 8 à 17 mètres, mais sur la barre duquel on ne trouve que 2 mètres à $2^{m},50$ à mer basse.

La partie méridionale de l'isthme de Darien est comprise entre deux vastes estuaires, savoir : sur l'Atlantique, le golfe d'Uraba ou de Darien, dans lequel débouche un des plus grands fleuves de cette région, l'Atrato, venant du sud ; sur le Pacifique, le golfe de San-Miguel, conduisant au havre Darien dans lequel se jettent deux rivières, l'une, assez considérable, la Tuyra, venant du sud-est, l'autre, moins importante, venant du nord, la Sabana. L'Atrato, à son débouché dans le golfe d'Uraba, forme un delta à travers lequel le fleuve s'est ouvert un grand nombre de bras dont les entrées sont obstruées par des barres; la profondeur d'eau sur ces barres n'est que de $1^{m},50$ à 2 mètres à mer basse ; au-delà, les profondeurs deviennent rapidement très-grandes ; en-deçà,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les navires peuvent remonter le fleuve, avec 7m,80 d'eau au plus bas étiage, jusqu'à 260 kilomètres de son embouchure. Le havre de Darien est également obstrué par une barre sur laquelle il n'y a que 4 mètres d'eau à mer basse : après avoir franchi cette barre les navires peuvent remonter la Tuyra, sur une distance d'une vingtaine de kilomètres, avec des profondeurs d'eau de 7 à 12 mètres. Le col le plus bas qui ait été trouvé jusqu'à présent dans toute la région du Darien, tout au moins à l'aide de nivellements précis, est le col de Tihulé, non loin du village indien de Paya, d'une hauteur de 146 mètres au-dessus du niveau de la mer. De ce col on descend vers l'Atlantique en se dirigeant vers la vallée de la rivière le Caquirri qui se jette dans l'Atrato à 40 kilomètres de son embouchure. Sur le versant du Pacifique on trouve d'abord la vallée de la petite rivière de Cué, puis celle de la Tuyra. La distance totale, par la voie du col de Tihulé, entre l'embouchure de l'Atrato et le golfe de San-Miguel, est d'environ 220 kilomètres, à peu près le double de la plus petite largeur de l'isthme mesurée à vol d'oiseau entre le même golfe et la petite baie d'Acanti sur l'Atlantique.

Enfin, si au lieu d'emprunter l'Atrato sur 40 kilomètres seulement, on remonte le cours de ce fleuve sur 240 kilomètres, on rencontre un autre de ses affluents, le Napipi, venant de l'ouest, et suivant la direction duquel la distance à franchir pour gagner le Pacifique, dans le fond de la baie de Chiri Chiri, n'est que d'environ 50 kilomètres. Le faîte de partage des eaux des deux océans est à une altitude de 233 mètres et ne se trouve qu'à une distance de 2 kilomètres de la côte.

Pour compléter la description de l'isthme américain, j'ajouterai quelques renseignements sur le climat et sur les marées.

Dans toute la région équatoriale, l'année se divise, on le sait, en deux saisons : la saison sèche, qui est la saison d'hiver, et la saison humide, pendant l'été. L'importance relative de chacune de ces deux saisons varie suivant la latitude, la durée de la saison humide augmentant à mesure qu'on se rapproche de l'équateur : ainsi, à l'isthme de Tehuantepec et à l'isthme de Nicaragua la saison humide dure moyennement six mois; à l'isthme de Panama, sept mois; dans le Darien, neuf mois; et tandis qu'il ne tombe qu'une hauteur d'eau annuelle de 1m,22 au Nicaragua, il tombe 3m,15 à Colon, une plus grande hauteur encore, assure-t-on, dans le Darien. Sur chaque point de l'isthme, d'ailleurs, les pluies sont plus abondantes et plus fréquentes et la saison pluvieuse dure plus longtemps sur le versant de l'Atlantique que sur le versant du Pacifique : ainsi, à l'isthme de Tehuantepec, la saison humide du côté du Pacifique ne dure que trois à quatre mois; au Nicaragua, il pleut presque toute l'année à Greytown ; à l'isthme de Panama, tandis que la hauteur de la pluie annuelle à Colon est, comme on l'a dit, de 3m,15, elle n'est que de 1 mètre à Panama.

Excepté dans le Darien, les températures ne sont pas excessives : ainsi, à l'isthme de Nicaragua, sur la rive-ouest du lac notamment, la température ne varie que de 20° à 28°; à l'isthme de Panama, la température est de 24 à 30° en hiver et atteint 35° en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

été. Dans le Darien, la température varie de 28° à 46°, la température moyenne étant de 36°.

Tout le littoral de l'isthme du côté de l'Atlantique est plus ou moins fiévreux.

Les marées de l'Atlantique dans tout le golfe du Mexique sont très-faibles : de $0^m,30$ à $0^m,50$. Les marées du Pacifique vont en croissant du nord au sud de l'isthme : ainsi, leur amplitude, qui n'est que de $1^m,20$ dans le golfe de Tehuantepec, devient de $2^m,70$ sur les côtes du Nicaragua, et atteint $6^m,50$ dans la baie de Panama, 7 mètres à $7^m,50$ au fond du golfe de San-Miguel.

Historique des études.

L'idée de l'établissement d'une communication par eau entre les deux océans à travers l'isthme américain date des premiers temps mêmes de la colonisation du Nouveau-Monde et remonte ainsi à près de quatre siècles. On sait, en effet, que Fernand Cortez, aussitôt après la conquête du Mexique, porta ses vues sur l'isthme de Tehuantepec pour les communications d'une mer à l'autre. La facilité des communications à travers l'isthme de Panama fut de même si promptement remarquée, que c'est par là que passa Pizarre lorsqu'il revint d'Europe avec sa petite armée pour entreprendre la conquête du Pérou. Enfin les vues se portèrent également dès l'origine de la colonisation sur l'isthme de Nicaragua qui permettait, sinon aux navires mêmes venant de l'Atlantique, du moins à leurs embarcations, de se rendre par la rivière San-Juan jusque dans le lac, c'est-à-dire à une très-petite distance du Pacifique. Des instructions semblent avoir été données par Charles-Quint, en 1534, dans le but de réunir les deux océans par un canal; et, vers 1551, les points de Tehuantepec, de Nicaragua et de Panama furent signalés comme ceux par lesquels il convenait d'opérer la jonction projetée. Mais les longues guerres de Philippe II contre une partie de l'Europe, et, ensuite, la faiblesse de ses successeurs, firent abandonner et même complétement oublier ces projets. Les Espagnols se bornaient à faire passer les produits de leurs mines de Panama à Porto-Bello à travers la montagne, ou bien, de Panama à Crucès par un chemin non moins difficile, puis, de ce point à la mer des Antilles, par le Chagres.

Ce n'est que vers la fin du XVIII^e siècle, c'est à-dire après une période d'oubli de plus de deux cents ans, que l'idée du percement de l'isthme fut reprise à la suite des circonstances suivantes : en 1771, on avait découvert à la Véra-Cruz, dans l'artillerie de la forteresse de Saint-Jean-d'Ulloa, des canons provenant des anciennes fonderies des Philippines ; et comme ces canons avaient dû être transportés jadis à travers l'isthme de Tehuantepec, on en conclut que les communications d'une mer à l'autre par cette voie ne devaient pas présenter de grandes difficultés. Le vice-roi du Mexique ordonna en conséquence des études; mais celles-ci furent incomplètes et n'aboutirent pas; de nouvelles études, entreprises à la fin du siècle, restèrent de même infructueuses. Ces études, qui paraissent d'ailleurs avoir eu principalement en vue un canal

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à point de partage pour de grands bateaux, bien plutôt qu'un canal maritime, laissèrent néanmoins l'isthme de Tehuantepec en bonne renommée au point de vue de l'établissement d'une communication entre les deux océans. Dans le même temps, le gouvernement espagnol fit faire, par l'ingénieur don Manuel Galisteo, très-probablement dans la direction du col de Rivas, un nivellement entre le lac de Nicaragua et le Pacifique pour reconnaître si la Cordillère ne formait pas là une barrière infranchissable : c'est ce nivellement qui fit connaître pour la première fois, d'une manière à peu près exacte, la hauteur du lac au-dessus de la mer. Enfin des projets avaient été présentés au gouvernement espagnol pour diriger par l'Atrato le commerce entre les deux océans, la chaîne de la Cordillère entre le fleuve et le Pacifique étant, croyait-on, sur certains points de cette région, extrêmement basse.

La question fut de nouveau abandonnée au commencement de ce siècle pendant les longues luttes des colonies espagnoles pour leur indépendance. Mais de Humboldt, dans l'ouvrage publié par lui en 1810 à la suite de son voyage dans l'Amérique centrale, avait rappelé l'attention sur la jonction des deux océans. Aussi, la question fut-elle ardemment reprise à la suite de la déclaration d'indépendance du Mexique et des Républiques de l'Amérique centrale. Dès 1825, le gouvernement mexicain fit faire une nouvelle exploration de l'isthme de Tehuantepec : le général du génie Orbegoso, chargé des opérations, conclut en disant que la canalisation de l'isthme demeurait problématique et gigantesque. L'année précédente, le gouvernement de Guatemala avait chargé un officier de la marine anglaise, M. Bailey, d'étudier le canal des deux océans par l'isthme de Nicaragua : d'après le projet de cet officier le canal passait, comme celui de don Galisteo, non loin de la ville de Nicaragua ou Rivas, mais pour se diriger ensuite vers le port de San-Juan-del-Sur; le col à franchir avait une hauteur de 187 mètres au-dessus du niveau de la mer. Enfin, en 1827, Bolivar donna à un ingénieur anglais, M. Lloyd, la mission de dresser le plan de l'isthme de Panama et d'y rechercher la meilleure ligne à suivre pour faire communiquer les deux océans, soit par un canal, soit par une route. M. Lloyd se mit à l'œuvre l'année suivante avec le capitaine Falmare, ingénieur suédois au service de la Colombie. C'est de là que date le premier nivellement fait d'un océan à l'autre à travers l'isthme de Panama. Un officier anglais, le capitaine Cochrane, qui avait descendu l'Atrato en 1824, avait reconnu que la région comprise entre le fleuve et le Pacifique était loin de présenter les fortes dépressions précédemment signalées.

Pendant les dix années qui suivirent cette époque active d'explorations, aucune nouvelle étude ne fut faite, et le temps se passa en vains efforts pour constituer des compagnies financières capables d'exécuter l'œuvre du canal interocéanique. Enfin, en 1838, le gouvernement de la Nouvelle-Grenade investit une Compagnie franco-grenadine, représentée en France par MM. Salomon, du privilége de la communication des des deux mers par l'isthme de Panama. Cette Compagnie envoya, pour reprendre et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

continuer les études faites par les précédents explorateurs, un ingénieur, M. Morel, qui crut reconnaître que la hauteur du faîte à franchir n'était que d'une dizaine de mètres au-dessus du niveau de la mer, ce en quoi, comme l'ont prouvé les nivellements ultérieurs sur la ligne indiquée par lui, il se trompait d'au moins 100 mètres. Vers le même temps, en 1841, le gouvernement mexicain, qui n'avait pas abandonné l'idée de la jonction des deux océans par l'isthme de Tehuantepec, en avait concédé l'entreprise à don José Garay; mais, de même que dans les projets de la fin du siècle précédent, il ne s'agissait pas d'un canal maritime : le projet consistait simplement à améliorer une partie du cours des deux fleuves et à rejoindre ceux-ci par un chemin de fer ; les nivellements faits à cette occasion par l'ingénieur Mono firent connaître la hauteur du plateau de Tarifa au-dessus du niveau de la mer.

La Société franco-grenadine s'était dissoute. Mais les résultats de ses investigations avaient paru avoir assez d'importance aux yeux du gouvernement français pour le déterminer, en 1843, à envoyer sur les lieux M. Garella, ingénieur en chef des mines, avec mission d'étudier le projet de la jonction des deux mers par le percement de l'isthme de Panama. M. Garella remit son projet en 1845. Le canal projeté était à point de partage ; le faîte rencontré par la ligne du tracé avait une hauteur de 140 mètres au-dessus du niveau de la mer ; le plan d'eau du bief supérieur était à la cote de 48 mètres, et le projet comportait 35 écluses et un souterrain de 5 350 mètres de longueur; le canal, du côté du Pacifique, allait déboucher dans la baie de Vaca de Monte, à 20 kilomètres environ de distance dans l'ouest de Panama ; du côté de l'Atlantique, il empruntait le lit du Chagres, convenablement rectifié, depuis le confluent du Rio Trinidad jusqu'à celui du Rio Gatun, et il allait déboucher sur la côte-ouest de la baie de Limon. Dans les conditions où il était projeté, et en raison du chiffre élevé des dépenses, le canal fut trouvé irréalisable. La profondeur, les courbes, et, en général, les dimensions qui avaient été adoptées ne sauraient plus, d'ailleurs, convenir aux navires actuels. Le projet de M. Garella n'en était pas moins une étude très-bien faite et très-complète, qui a fait connaître avec exactitude toute la contrée de l'isthme, et qui a établi, notamment, la parfaite identité, jusqu'alors mise en doute, du niveau moyen des deux océans. Aussi, est-ce cette étude qui a servi de base principale, d'abord au projet de chemin de fer exécuté quelques années plus tard par une Compagnie américaine et ouvert à la circulation depuis l'année 1855, puis, aux divers projets de canal dressés dans le cours de ces dernières années.

En 1844, pendant la mission de M. Garella, M. Michel Chevalier publia sur le projet de jonction des deux océans un très-intéressant mémoire dans lequel, après avoir examiné et discuté les différentes lignes, il concluait en disant, qu'à moins de découvertes imprévues, il n'y avait que deux directions possibles pour un canal interocéanique, soit par le Nicaragua, soit par Panama, et qu'il était impossible, avant des études sérieuses et très-complètes, de faire un choix entre ces deux directions. Peu de temps

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

après, en 1846, le prince Louis-Napoléon publia à son tour, en Angleterre, un projet de canal par l'isthme de Nicaragua, dans lequel le tracé remontait jusque dans le lac Managua et allait déboucher au port de Realjo sur le Pacifique.

En 1849, le Dr Edward Cullen croit avoir découvert dans l'isthme de Darien, sur la ligne allant de la baie de Calédonie au golfe de San Miguel, par la rivière la Sabana, un passage élevé seulement de 46 mètres au-dessus du niveau de la mer. Quelques années plus tard, un hydrographe anglais, M. Gisborne, et le capitaine Prevost, de la marine royale, successivement envoyés sur les lieux pour vérifier ses dires, semblent les confirmer, tout en déclarant qu'ils n'ont pu traverser complétement la contrée à cause de l'hostilité des Indiens; mais des explorations ultérieures ont fait reconnaître que les appréciations du Dr Cullen étaient très-inexactes. En 1851, le major Barnard, des ingénieurs des États-Unis, dresse la carte et fait le nivellement de l'isthme de Tehuantepec. La même année, MM. Childs et Fay font pour une Compagnie américaine une étude très-complète d'un tracé de canal par le Nicaragua, tracé débouchant dans l'anse de Brito : leur projet comportait 14 écluses sur chaque versant, 7 barrages sur le San-Juan, plus la création de ports artificiels aux deux points de départ du lac, enfin, des travaux considérables à Greytown et à Brito. En 1852, M. Kelley, de New-York, fait commencer à ses frais une série d'études par la voie de l'Atrato : la première exploration est confiée à M. Trautwine qui remonte l'Atrato, puis, ses affluents, jusque vis-à-vis le fleuve San-Juan débouchant dans la baie de Chirambira sur le Pacifique, et, dans cette reconnaissance, traverse la Cordillère sur trois points; en 1853, une seconde expédition, faite par d'autres ingénieurs, confirme les précédents résultats et démontre ainsi l'impossibilité d'établir la communication interocéanique par le San-Juan; en 1854, nouvelle expédition par M. Kennish qui trouve la ligne du Truando, avec col de 160 mètres de hauteur. Dans les mêmes années, deux expéditions infructueuses sont faites dans le Darien, l'une, en 1853, par le capitaine Jauréguiberry, de la marine française, l'autre par le capitaine Strain. En 1858 et 1859, le gouvernement des États-Unis fait faire par le lieutenant Michler, des ingénieurs militaires, une exploration sur l'Atrato pour vérifier la ligne précédemment étudiée par M. Kennish et étudier la ligne par le Napipi.

En 1858, les Présidents du Nicaragua et de Costa-Rica avaient accordé à un publiciste français, M. Belly, la concession d'un canal devant déboucher sur le Pacifique entre Realjo et Salinas. Cet explorateur pensait que le seuil à traverser pour arriver à la baie de Salinas n'avait qu'une hauteur de 43 mètres au-dessus du niveau de la mer. A son retour en France, M. Belly s'associa avec M. Thomé de Gamond et obtint le concours de quelques capitalistes. Une expédition fut envoyée sur les lieux en 1859 sous la direction de M. Levasseur ancien ministre plénipotentiaire à Mexico; M. Durocher, ingénieur en chef des mines, et M. Tricotel, ingénieur des ponts et chaussées, étaient chargés des études. Les fonds étant venus à manquer au bout de peu de mois, les explorateurs furent obligés de rentrer en France sans avoir terminé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leur travail, et l'association se trouva, par le fait, dissoute. En 1861, M. Belly parvint à rétrocéder sa concession à une nouvelle association dite américaine-anglo-française, qui, en 1863, fit, sans plus de succès, une nouvelle exploration à la suite de laquelle la concession se trouva frappée de déchéance.

En 1861, un autre Français, M. de Puydt, dans une exploration du Darien, après avoir constaté l'impossibilité de l'établissement d'un canal sur la ligne de la baie de Calédonie au golfe de San Miguel, crut reconnaître à son tour, plus au sud, en remontant divers affluents de la Tuyra jusqu'à leurs sources, de très-notables dépressions de la Cordillère. Revenu en France, il parvint à recueillir les fonds nécessaires pour une nouvelle exploration qu'il fit au commencement de 1865 et dans laquelle il aurait trouvé, annonça-t-il, à l'extrémité de la vallée de la Talena, une passe élevée de 46 mètres seulement au-dessus du niveau de la mer. Presque dans le même temps, en 1864, M. Kelley faisait faire par M. l'ingénieur Mac-Dougal l'étude sommaire d'un projet par l'isthme de San Blas. La même année, une exploration très-intéressante, mais qui resta malheureusement inachevée, fut faite, dans le Darien, par M. Bourdiol, ingénieur civil, pour le compte d'une Société française. En 1866, M. l'ingénieur Lacharme, envoyé par M. de Gogorza, résident français de la Colombie, découvrait dans le Darien le passage du Rio Paya, auquel, d'après les indications du baromètre, il n'attribuait qu'une hauteur de 57 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Malgré tous les efforts déjà tentés, malgré toutes les études déjà faites, la solution définitive du problème n'avançait pas. Au commencement de l'année 1866, conformément à une résolution du Sénat, le gouvernement des États-Unis chargea M. l'amiral Davis, directeur de l'Observatoire de la marine, de lui faire un rapport sur les canaux et chemins de fer interocéaniques. Ce rapport fut déposé en juillet de la même année. Dans ses conclusions, M. l'amiral Davis, comme l'avait fait avant lui le savant amiral Fitz-Roy devant la Société royale de géographie, se montra contraire à tout projet de canal par le Nicaragua. A côté des avantages résultant sur ce point de la disposition naturelle des lieux, on devait, suivant lui, tenir grand compte des conditions défavorables provenant du climat, des tremblements de terre, des volcans, etc. ; et, bien que le projet de M. Childs pût être cité comme un modèle, son exécution entraînerait certainement à de formidables difficultés. Aucune ligne praticable ne lui paraissait d'ailleurs possible par l'isthme de Tehuantepec. Depuis le projet de M. Garella et la construction d'un chemin de fer il n'était plus question de Panama. Bref, M. l'amiral Davis pensait que la vraie solution du canal interocéanique devait être cherchée dans le Darien, et il demandait que cette région fût de nouveau et très-sérieusement explorée. A la suite du dépôt de ce rapport, le gouvernement des États-Unis prit la résolution de faire faire une étude complète de toutes les directions jugées jusqu'alors plus ou moins possibles pour l'établissement du canal interocéanique, et il chargea de cette importante étude ses officiers de marine et ses ingénieurs les plus distingués. Ce grand travail d'exploration a duré six ans, de 1870 à 1875, savoir :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1871, étude d'un projet par l'isthme de Tehuantepec, par M. le capitaine Shufeldt et M. l'ingénieur Fuertes ;

En 1872 et 1873, étude complète d'un projet par l'isthme de Nicaragua, par M. le commandant Lull et M. l'ingénieur Menocal ;

En 1875, étude complète d'un projet par l'isthme de Panama, également par MM. Lull et Menocal ;

En 1870 et 1871, reconnaissance de la ligne par l'isthme de San-Blas, par M. le commandant Selfridge ;

De 1870 à 1873, reconnaissance complète de la région de l'Atrato-Napipi et de toute la côte orientale de l'ithme de Darien, également par M. le commandant Selfridge ; puis, en 1875, étude complète d'un projet par l'Atrato-Napipi, par M. le commandant Collins.

Dès l'année 1872, le président des Etats-Unis avait nommé, pour l'examen comparatif de tous les projets, une Commission composée de MM. le général Humphreys, chef des ingénieurs militaires, Patterson, directeur des services hydrographiques, et l'amiral Ammen, chef du bureau de la navigation. Cette Commission rendit compte des résultats de son examen au commencement de 1876, et sa conclusion fut, en premier lieu, que le choix à faire parmi tous les projets devait se borner aux tracés par le Nicaragua, par Panama, et par l'Atrato-Napipi ; en second lieu, que, de ces trois projets, le tracé par le Nicaragua était celui que l'on devait préférer.

Mais de nouveaux éléments allaient intervenir dans la question.

Le problème du percement du canal interocéanique, porté devant le grand Congrès géographique tenu à Paris en 1875, y avait excité, en effet, le plus vif intérêt, et un Comité international d'études avait été nommé pour en poursuivre la solution au mieux des intérêts du monde entier. Or, à cette époque, la Commission américaine n'avait pas déposé son Rapport. Le Comité international fut informé, d'ailleurs, que des études en train devaient se poursuivre au Nicaragua, des études nouvelles être entreprises dans le Darien. Il convenait évidemment de surseoir à un examen comparatif, qui devait embrasser tous les projets, jusqu'à l'achèvement de ces nouvelles études, et le Comité, dans une circulaire adressée à la fin de 1876 à toutes les Sociétés de géographie, leur fit connaître la nécessité d'un délai de convocation.

Pendant la réunion du Congrès géographique, un projet sommaire de canal par l'isthme de Nicaragua, dû à M. Blanchet, dressé à l'aide des anciennes études de M. Childs, mais contenant certaines dispositions nouvelles, avait été soumis à son examen. Dans deux voyages faits depuis lors au Nicaragua, l'un en 1878, l'autre au commencement de l'année courante, principalement en vue des démarches nécessaires pour obtenir la concession du canal, M. Blanchet a pu recueillir de nouveaux renseignements qui ont confirmé ses premières vues et lui ont permis de donner plus de corps à son projet.

Tous les canaux étudiés jusqu'alors, à une seule exception près, étaient des canaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à écluses : Tehuantepec et Nicaragua ne comportaient pas d'autre solution ; à Panama, la hauteur du faîte à franchir paraissait trop considérable pour pouvoir dispenser d'écluses; à l'Atrato-Napipi, la hauteur était telle qu'il fallait, en outre, un tunnel. A l'isthme de San-Blas, seul, on avait projeté un canal à niveau, mais avec un très-long souterrain. Or, sur les espérances qu'avaient fait naître les données recueillies par M. Lacharme dans son exploration du Darien, en 1866, et par quelques autres explorateurs, une Société internationale, dûment munie d'un traité de concession du gouvernement Colombien, se constitua, en 1876, sous la présidence de M. le général Turr, en vue des études à faire pour le tracé d'un canal interocéanique sans écluses ni tunnel à travers l'isthme de Darien ; puis, après l'achèvement des études, en vue des mesures nécessaire à prendre pour l'organisation et la constitution d'une Société internationale d'exécution et d'exploitation. La Société d'études envoya dans le Darien, à la fin de 1876, une Commission composée d'une vingtaine d'officiers et d'ingénieurs de diverses nationalités sous la direction de M. le lieutenant de vaisseau Wyse ; M. Celler, ingénieur en chef des ponts et chaussées, était chargé de la direction des études ; M. le lieutenant de vaisseau Reclus, des opérations hydrographiques ; M. l'ingénieur Lacharme était attaché à l'expédition. La Commission reconnut que le col le plus bas dans la partie sud du Darien, sur la direction générale de la ligne par l'Atrato, le Caquirri, le Paya et la Tuyra, était, comme on l'a dit déjà, le col de Tihulé, d'une hauteur de 146 mètres au-dessus du niveau de la mer, et que, par conséquent, l'établissement d'un canal à niveau sans tunnel dans cette direction était impossible. Les lieux ne se prêtaient même pas à l'établissement, dans de bonnes conditions, d'un canal à écluses. La Commission chercha alors une solution à niveau, fût-ce avec un tunnel, plus au nord, dans la région étroite et encore inexplorée comprise entre la Tuyra maritime et la baie d'Acanti sur l'Atlantique; mais l'arrivée prématurée de pluies torrentielles l'obligea à interrompre ses opérations sur cette ligne, et la Commission rentra en France vers le milieu de 1877. Dès la fin de cette même année, la Société d'études envoya au Darien une nouvelle Commission placée encore sous la direction de M. Wyse avec M. Reclus comme principal collaborateur. Cette Commission devait compléter tout d'abord les études précédemment interrompues ; et, dans le cas où le nouveau tracé ne répondrait pas aux espérances que l'on en avait conçues, la Commission avait toute latitude pour entreprendre d'autres recherches et faire les investigations nécessaires à la localisation définitive du petit nombre de projets susceptibles d'exécution pratique. Le commandant de l'expédition avait ordre, d'ailleurs, de s'entendre avec le gouvernement Colombien pour obtenir, dans l'acte de concession, certaines modifications rendues indispensables par les résultats des premières études, et, notamment, la suppression des conditions restrictives concernant les écluses et les tunnels. La Commission étudia successivement plusieurs projets de canal à niveau : d'abord, par l'isthme de San-Blas où elle chercha à relier ses opérations à celles précédemment faites par les ingénieurs de M. Kelley et par M. le commandant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Selfridge ; puis, dans le Darien, par la ligne de Tuyra-Acanti, où elle reconnut que la Cordillère avait une hauteur de 1 000 mètres et que le tunnel à creuser pour traverser la montagne devrait avoir 16 kilomètres de longueur ; finalement, par l'isthme de Panama, en utilisant pour cette dernière étude tous les documents déjà existants, savoir, ceux du projet Garella, ceux dressés par MM. Hughes et le colonel Totten, lors de l'établissement du chemin de fer, enfin, ceux relatifs aux opérations de MM. Lull et Menocal, en 1875. La Commission visita ensuite l'isthme de Nicaragua. Après quoi elle rentra en France vers le milieu de l'année 1878. Le chef de l'expédition rapportait un nouvel acte de concession du gouvernement Colombien consenti par une loi du 18 mai en faveur de la Société internationale, ledit acte supprimant toutes clauses restrictives, et laissant notamment à la Société la faculté d'établir le canal interocéanique à travers l'isthme de Panama, sauf entente amiable avec le chemin de fer ou indemnité à lui payer d'après des bases fixées par une loi spéciale.

La question se trouvait désormais complétement instruite. Aussi, le Congrès international de géographie commerciale, réuni l'année dernière à Paris à l'occasion de l'Exposition universelle, émit-il le vœu qu'un Congrès international d'études fût convoqué le plus tôt possible pour examiner tous les projets et fixer définitivement le meilleur tracé.

Sur la convocation du Comité, le Congrès international d'études, composé de diplomates, d'économistes, d'entrepreneurs de travaux publics, de géographes, d'ingénieurs, de marins, de savants de tous les pays, s'est réuni, à Paris, au siége de la Société de géographie, sous la présidence de l'illustre fondateur du canal de Suez, M. de Lesseps, le 15 mai dernier, et il a terminé ses travaux le 29 du même mois.

Il me reste maintenant à rendre compte de ces travaux et à faire connaître la décision du Congrès.

Compte rendu sommaire des travaux du Congrès international d'études.

Pour faciliter sa tâche et tirer le meilleur profit possible des diverses aptitudes spéciales qu'il renfermait dans son sein, le Congrès se partagea en cinq commissions, savoir :

1° Une Commission de statistique, chargée d'évaluer le trafic probable du canal interocéanique ;

2° Une commission économique et commerciale, chargée d'étudier et apprécier les conséquences économiques de la nouvelle voie projetée ;

3° Une Commission de navigation, chargée de l'étude de toutes les questions intéressant la navigation dans le canal, d'indiquer, notamment, les dispositions générales les plus propres à garantir la facilité du passage et la sécurité des bâtiments ;

4° Une Commission technique, chargée de l'examen et de la comparaison de tous les projets exclusivement au point de vue technique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5° Enfin, une Commission des voies et moyens chargée de l'étude de la question des tarifs.

La Commission de statistique rechercha d'abord, par la comparaison des distances à parcourir et des conditions de navigation, quelle serait la partie du commerce maritime du monde entier qui aurait avantage à prendre la voie du canal ; puis, s'appuyant sur les tableaux empruntés à la douane de tous les États intéressés, elle montra que, pour l'année 1876, la clientèle du canal eût été d'environ 4 800 000 tonnes. Les mêmes tableaux prouvaient, d'ailleurs, que l'accroissement annuel du commerce destiné à former cette clientèle avait été de 6 pour 100 dans les quinze dernières années. La Commission se croyait donc fondée à admettre que, dans la nouvelle période d'une dizaine d'années jugée nécessaire pour la construction du canal, l'augmentation serait d'au moins 50 pour 100 ; et, conséquemment, que l'on pouvait compter sur un transit annuel par la nouvelle voie d'au moins 7 millions de tonnes.

La Commission économique et commerciale, à son tour, fit voir tout ce que le percement du canal interocéanique donnerait de vigueur nouvelle aux relations internationales des peuples et aux échanges des matières premières ou manufacturées. Ce serait certainement, d'ailleurs, suivant ses appréciations, par des chiffres de plusieurs centaines de millions que se traduirait, chaque année, l'économie que procurerait la nouvelle route au commerce du monde.

La Commission de navigation, considérant comme de toute évidence que la nouvelle voie, pour suffire à l'immense expansion prévue du commerce maritime, devrait offrir aux navires les moyens de navigation les meilleurs et les plus rapides, posa en principe qu'il importait au plus haut point de réduire le plus possible les obstacles que pourrait opposer le canal à la libre navigation. Dans cet ordre d'idées, et après avoir étudié la question sous toutes ses faces, elle préconisa d'abord le canal à niveau et à ciel ouvert ; en seconde ligne, le canal à niveau avec tunnel le plus court possible ; enfin, le canal à écluses. La Commission insistait d'autant plus sur cette classification, qu'il était à prévoir, selon elle, qu'à de certaines époques les navires se présenteraient ensemble en grand nombre pour passer, en sorte que le canal devait être capable de livrer passage à cinquante navires et même plus en un jour. Dans cette même prévision, la Commission demandait également que les ports d'accès eussent l'ampleur nécessaire pour fournir un abri à soixante bâtiments au moins.

La Commission des voies et moyens, s'étayant sur le passé et les documents du canal de Suez et sur l'opinion si compétente de son illustre fondateur, fixa le chiffre de 15 francs comme le prix que pouvait supporter la tonne de marchandises à son passage à travers le canal interocéanique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à la Commission technique chargée d'indiquer le meilleur choix à faire au point de vue technique entre tous les projets, son avis était appelé à peser d'un si grand poids sur la décision finale du Congrès, qu'il est indispensable, afin de permettre d'apprécier les motifs de ses résolutions, de présenter avec quelques développements le compte rendu de ses travaux.

Pour arriver à pouvoir formuler son avis, la Commission devait faire une étude comparative très-complète de tous les projets soumis à l'examen du Congrès. Or, dès le début de cette étude, elle reconnut la nécessité de réviser tout d'abord l'évaluation de la dépense de chaque projet en y appliquant, d'une part, les mêmes dimensions de cunette du canal, ainsi que des types uniformes d'ouvrages d'art; d'autre part, les mêmes prix élémentaires, puis, les mêmes quantums en addition à la dépense prévue des travaux.

Les principales dispositions qu'elle crut devoir arrêter à ce sujet sont les suivantes, savoir : le canal interocéanique serait, comme le canal de Suez, un canal à une seule voie avec garages de distance en distance pour les croisements; il aurait une profondeur de $8^{m},50$ et une largeur au plafond de 22 mètres ; cunette avec talus à 2 de base pour 1 de hauteur dans tous les terrains autres que le rocher, à parois verticales dans les roches dures ; banquettes de 2 mètres de largeur à 2 mètres au-dessus du niveau de l'eau; au-dessus des banquettes, tranchées à talus variable, suivant la nature des terrains, depuis l'inclinaison de 2/1 dans les terres jusqu'à celles de 1/10 dans les roches dures ; dans les parties de canal en tunnel, hauteur de la voûte au-dessus du niveau de l'eau d'au moins 30 mètres ; le rayon minimum des courbes du canal serait de 2 000 mètres ; dans les projets comportant des écluses, celles-ci devraient toujours comprendre trois sas accolés semblables, de 150 mètres de longueur, 20 mètres de largeur et 4 mètres de hauteur maximum de chute ; enfin, pour établir le chiffre total d'estimation des dépenses de chaque projet, on ajouterait au chiffre des dépenses prévues, calculé d'après les nouvelles dispositions et les nouveaux prix arrêtés par la commission, d'abord 25 pour 100 pour dépenses imprévues, puis 5 pour 100 pour frais d'administration et de banque, puis encore un dernier quantum pour les intérêts à 5 pour 100 l'an pendant la moitié de la durée présumée des travaux. Un autre élément d'appréciation comparative des projets était la durée du passage pour l'évaluation de laquelle la Commission établit les bases approximatives suivantes : vitesse de marche des navires de 12 kilomètres par heure dans les lacs, de 8 kilomètres dans les parties de canal à cunette à talus, de 4 kilomètres dans les parties à cunette à parois verticales; perte de temps dans les garages égale à la moitié du temps que mettrait le navire à franchir toute la longueur du canal s'il pouvait le parcourir librement; perte de temps d'une heure au passage d'une écluse simple, et, au passage d'écluses en échelle, d'autant de fois une demi-heure qu'il y a d'écluses, plus une demi-heure pour la réduction de vitesse de marche à l'entrée et à la sortie du groupe d'écluses ; suspension de marche des navires pendant les douze heures de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nuit. Enfin, un troisième élément de comparaison était le montant probable des frais annuels d'entretien et d'exploitation, et la Commission fut amenée à penser à ce sujet que le montant desdits frais devait être estimé, indistinctement pour les divers projets susceptibles d'être pris en considération, à un même chiffre annuel de 6 500 000 francs. La Commission fit remarquer, d'ailleurs, qu'en outre du droit de transit, les navires auraient encore à supporter, ainsi que cela se pratique au canal de Suez, les frais de pilotage et de remorquage, lesquels frais sont évidemment proportionnels à la longueur du canal.

Ces premières indications générales données, nous passons à l'examen des projets.

1° *Projet par l'isthme de Tehuantepec.* — Aucune autre solution n'était évidemment possible que celle d'un canal à point de partage ou à écluses. On sait que le col à franchir est à 230 mètres au-dessus du niveau de la mer. Dans le projet soumis à l'examen de la Commission, projet dressé par les ingénieurs américains à la suite de leurs études de 1871, le bief de partage du canal est établi à la cote 223 mètres, et cette hauteur est rachetée par soixante-dix écluses sur chaque versant; l'alimentation se fait principalement à l'aide des eaux du Coatzacoalcos prises en un point où le niveau d'étiage est relevé et où les eaux sont emmagasinées par un barrage de 26 mètres de hauteur; les eaux sont amenées jusqu'au bief par une dérivation d'une longueur de 43 kilomètres, dont 5 environ en souterrain. Du côté de l'Atlantique, le canal emprunte la partie inférieure du Coatzacoalcos sur un parcours de 50 kilomètres. Du côté du Pacifique, il laisse à l'est les lagunes de la côte qui, en raison de leur profondeur variable, n'ont pas paru devoir être utilisées, et il va déboucher dans la baie de Salina Cruz, où doit être construit un brise-lame de 600 mètres de longueur. Le canal est projeté avec une largeur de 18 mètres seulement au plafond et une profondeur de $6^{m},60$. Sa longueur totale est de 280 kilomètres. Les auteurs du projet n'ont pas produit d'estimation des dépenses.

Une variante à ce projet a été présentée par M. de Garay, membre du Congrès, délégué du gouvernement mexicain. D'après cette variante, par imitation de la disposition adoptée dans tous les autres projets, on augmenterait la profondeur de la tranchée dans la passe de Tarifa, de manière à abaisser le niveau du bief de partage, et le nombre total des écluses pourrait être ainsi réduit à cent vingt; le canal n'emprunterait le Coatzacoalcos que sur 40 kilomètres; enfin, du côté du Pacifique, le canal, au lieu d'obliquer vers Salina-Cruz, rencontrant sur son chemin une série de torrents, se dirigerait à travers les lagunes en droite ligne vers la mer. M. de Garay a d'ailleurs insisté sur la facilité et la rapidité avec lesquelles on pourrait établir, par la voie de l'isthme de Tehuantepec, une première communication interocéanique de 5 à 6 mètres de profondeur.

Le projet et sa variante ont donné lieu, de la part de la Commission, aux observations suivantes :

Le Coatzacoalcos, sur les 30 premiers kilomètres à partir de son embouchure, pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sente bien partout la profondeur admise de 6m,60 ; mais, sur la longueur restante pour gagner l'origine du canal proprement dit, la profondeur du fleuve, en certains points, ne dépasse pas 3 mètres. Dans de telles conditions, ce ne serait certainement pas sans de très-sérieuses difficultés que l'on parviendrait, même avec le canal réduit du projet, à réaliser, puis à maintenir constamment la profondeur de 6m,60 ; et si l'on voulait, sur tout le parcours de la partie du fleuve empruntée par le canal, obtenir la profondeur de 8m,50, on se trouverait en présence d'une impossibilité pour ainsi dire absolue. L'embouchure du fleuve, destinée à servir de port du côté de l'Atlantique, comporterait, en toute hypothèse, des travaux considérables pour la suppression de la barre, travaux d'un succès d'ailleurs problématique s'il s'agissait de réaliser une profondeur de 8m,50. Le chiffre de la dépense de construction serait certainement beaucoup plus élevé que celui d'aucun des autres projets. En outre, les dépenses d'entretien et d'exploitation d'un pareil canal, en raison du grand nombre des écluses, seraient énormes. Enfin la durée de la traversée du navire d'une mer à l'autre ne serait pas de moins de douze jours.

La Commission a estimé, en conséquence, que le projet de canal par l'isthme de Tehuantepec ne se présentait pas, surtout pour un canal de grande navigation, dans de bonnes conditions d'exécution technique ni d'exploitation. Ce projet, malgré l'excellente situation géographique de l'isthme, ne pouvait donc, dans l'étude comparative qu'avait à faire la Commission, être pris en considération.

2° *Projets par l'isthme de Nicaragua.* — D'après la configuration de l'isthme, le problème ne comportait ici, comme à Tehuantepec, d'autre solution de celle d'un canal à écluses. Indépendamment d'un projet très-complet dressé par les ingénieurs américains à la suite des études faites en 1872 et 1873, la Commission a eu encore à examiner divers autres projets qui ne sont, à vrai dire, que des variantes du projet américain.

Dans tous les projets, le lac de Nicaragua est le réservoir naturel du canal et constitue la plus grande étendue du bief supérieur, où le plan d'eau doit être maintenu à la cote 32m,60 des hautes eaux moyennes du lac.

Dans le projet américain, on descend du lac vers chaque océan au moyen de dix écluses de chaque côté, plus une écluse de marée à l'entrée du canal du côté du Pacifique. Pour se rendre dans l'Atlantique, le canal emprunte le cours du San-Juan jusqu'au confluent du San-Carlos, soit, sur environ 102 kilomètres ; au delà, il est établi pendant 70 kilomètres sur la rive gauche du fleuve et vient aboutir à Greytown. Sur le parcours du San-Juan, quatre barrages d'une longueur de 250 à 300 mètres, et d'une hauteur de 6 à 10 mètres, chacun avec canal latéral muni d'une écluse, sont établis aux emplacements des principaux rapides. Le but que l'on s'est proposé en rejetant le canal sur la rive gauche du fleuve à partir du San-Carlos a été d'éviter les alluvions que cet affluent, et, plus bas, un autre affluent, le Sarapiqui, apportent dans le San-Juan. Sur la plus grande longueur de cette seconde portion du parcours, le canal,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comportant six écluses, est établi, partie en déblai, partie en remblai ; les afffuents du versant-nord écoulent leurs eaux, les uns par dessous le canal, d'autres, dans le canal même. Le port de Greytown, où aboutit le canal, est aujourd'hui presque entièrement comblé, et est, de plus, barré au large par un banc de sable partant de la pointe sud-est de la côte. Il n'arrive plus d'ailleurs dans ce port qu'un bras très-faible du San-Juan, la majeure partie des eaux du fleuve s'écoulant, depuis un certain nombre d'années, par un autre bras, le Colorado, qui débouche beaucoup plus au sud. Les auteurs du projet proposent de barrer complétement le San-Juan, en aval du Colorado, de manière à détourner par ce dernier bras toutes les eaux chargées d'alluvions qui débouchent encore à Greytown. Un chenal serait creusé à travers l'ancienne rade et le banc de sable du large jusqu'aux fonds de 10 mètres, et ce chenal artificiel serait protégé du côté de l'est par un brise-lame de 900 mètres de longueur. Sur le versant du Pacifique, le canal traverse en tranchée le seuil de Rivas, d'une hauteur de 41 mètres au-dessus du lac, ce tracé ayant été adopté, de préférence à celui du col beaucoup moins élevé de Guyscoyal, afin d'éviter d'admettre dans le canal, d'un côté la Guyscoyal, de l'autre, le Rio-Grande, qui, pendant la saison des pluies, sont de véritables torrents ; le tracé rejoint ensuite la vallée du Rio-Grande au point où celle-ci s'élargit, et il vient aboutir dans le Pacifique, près de l'embouchure du fleuve, dans la petite anse de Brito. La première écluse est placée à 17 kilomètres du lac ; les neuf autres sont réparties ensuite d'après la configuration du terrain. L'anse de Brito est formée par une pointe rocheuse qui la limite à l'ouest et forme une saillie d'environ 500 mètres. Cet abri naturel est complété par une jetée de 360 mètres de longueur, en prolongement de la pointe, et par une jetée de 150 mètres construite au sud, ces deux ouvrages couvrant une surface de mouillage d'environ 30 hectares. La partie inférieure du Rio-Grande doit être détournée pour aller déboucher en dehors de la surface abritée. Le canal est projeté avec une largeur de 22 mètres au plafond et une profondeur de 8 mètres. Sa longueur totale, y compris la traversée du lac de 88 kilomètres, est de 292 kilomètres. La dépense de construction a été évaluée par les auteurs du projet à 350 millions de francs, y compris une somme à valoir de 25 pour 100 ; mais la Commission supérieure instituée par le gouvernement des Etats-Unis pour examiner les différents projets a cru devoir, pour éviter tout mécompte, majorer cette somme de 50 pour 100, ce qui porte l'estimation au chiffre de 525 millions de francs.

Ce projet a donné lieu, de la part de la Commisson, aux appréciations et observations suivantes :

Le canal a un petit nombre d'écluses ; son alimentation est assurée par un réservoir inépuisable ; la plus forte tranchée n'a qu'une profondeur de 49 mètres ; le port sur le Pacifique serait facile à créer et à entretenir ; la contrée, surtout du côté du Pacifique, est beaucoup moins pluvieuse qu'à Panama et dans le Darien ; elle abonde en matériaux de toute nature, et elle a une population assez dense. Sous ces divers rapports, et en tant, bien entendu, qu'il s'agit d'un canal à écluses, le projet présente donc de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sérieux avantages. Mais, par contre, la durée de la traversée serait de quatre jours et demi. En outre, il existe sur le parcours du canal quelques points où devraient s'exécuter certains travaux importants non prévus au projet ; d'autres où l'on rencontrerait de sérieuses difficultés d'exécution. Ainsi, notamment, la rive du lac d'où part la rivière San-Juan est une plage vaseuse s'étendant sur une longueur d'environ 10 kilomètres et à travers laquelle devra être creusée la cunette du canal : cette partie de cunette devrait nécessairement être protégée, tout au moins par une digue qui serait placée sur la rive-sud afin d'abriter le canal contre les apports d'alluvions amenées par plusieurs rivières torrentielles, notamment par le Rio-Frio qui débouche dans le lac tout près et au sud de l'origine du San-Juan. Beaucoup de coudes de la partie du San-Juan empruntée par le canal sont extrêmement brusques : partout où ces coudes ont moins de 2 000 mètres de rayon, l'approfondissement du lit devrait être fait sur une largeur de 100 mètres. Il est à craindre, d'ailleurs, que cette partie du canal, recevant des masses d'eau beaucoup plus considérables que la quantité nécessaire à l'alimentation normale, et n'écoulant le surplus que par de simples déversoirs de superficie, ne soit soumise à des envasements annuels très-importants. A partir du point où le tracé quitte le lit du San-Juan pour aller aboutir au port de Greytown, le projet comporte la construction d'une partie de canal où sur une longueur d'environ 45 kilomètres la cunette se trouvera généralement soutenue par des cavaliers d'une hauteur plus ou moins grande : une pareille disposition ne présente évidemment pas des conditions de sécurité aussi absolues qu'une cunette constamment en déblai ; et, sans constituer une impossibilité, elle peut entraîner, si les terres dont on pourra disposer pour la confection des digues ne sont pas d'une excellente qualité, à des excédants importants sur le chiffre des dépenses prévues. Enfin, le port de Greytown ne se trouve pas placé dans des conditions très-favorables ; sans doute, les difficultés que présenteront son établissement et le maintien de sa profondeur ne seront pas insurmontables ; elle seront pourtant sérieuses et pourront amener également certains mécomptes dans le chiffre des dépenses : en toute hypothèse, le port actuel est tout à fait incapable d'assurer le facile accès de l'isthme dès l'origine des travaux.

En résumé, et sous les réserves, 1° que le canal serait exécuté suivant les formes générales et dimensions indiquées par elle ; que chaque écluse, notamment, comprendrait trois sas accolés de mêmes dimensions ; 2° que la partie de la cunette creusée à travers la rive vaseuse du lac du côté de San-Juan serait protégée au moins par une digue ; 3° que la partie du San-Juan occupée par le canal serait creusée sur des largeurs suffisantes pour remédier aux coudes trop brusques ; 4° enfin, que la portion du canal établie à flanc de coteau à partir du San-Juan serait tracée de manière à éviter le plus possible les berges en remblai ; abstraction faite, d'ailleurs, provisoirement, de la grave objection qui sera mentionnée tout à l'heure concernant le caractère volcanique de la contrée, la Commission a estimé que le projet de canal à écluses par le Nicaragua se présentait dans de bonnes conditions d'exécution technique et de sé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

curité pour la navigation en transit. La Commission a cru devoir rappeler, d'ailleurs, que c'est ce projet qui a eu toutes les préférences de la Commission supérieure américaine, ce qui prouve tout au moins que les marins américains ne redoutent pas le passage des écluses; et elle a fait remarquer encore à ce sujet que les navires du monde entier sont très-habitués à la pratique des écluses dans tous les ports. Enfin, la Commission a évalué à huit années la durée d'exécution des travaux, et estimé la dépense totale de construction, d'après les bases et avec les modifications indiquées par elle, au chiffre de 770 millions.

Une variante du projet précédent a été proposée par M. Blanchet, ladite variante se distinguant principalement par la grande longueur et les dispositions particulières du bief de partage. Ces dispositions consistent à barrer le plus loin possible du lac la vallée du San Juan et celle du Rio-Grande de manière à pouvoir, en inondant ces vallées, étendre les limites extrêmes de la nappe d'eau dans laquelle la navigation trouve des facilités spéciales et diminuer en même temps l'importance des terrassements. Du côté de l'Atlantique, un premier grand barrage-déversoir, de 800 à 1 000 mètres de longueur et de 17 mètres de hauteur, est construit sur le San-Juan en amont du confluent du San-Carlos, relevant suffisamment les eaux du fleuve pour en faire disparaître tous les rapides; à partir de ce point, le canal, dont la nappe d'eau a occupé jusque-là toute la largeur de la vallée, est rejeté au nord, près des hauteurs de la rive gauche dont il coupe les contre-forts avancés, en barrant de sa berge-sud toutes les vallées qu'il rencontre; un second barrage, marquant l'extrémité du bief de partage, est construit près du Rio-San-Francisco, affluent de la rive gauche du San-Juan débouchant entre le San-Carlos et le Serapiqui; là, le plan d'eau est abaissé par une échelle de deux écluses; le bief suivant est établi dans les mêmes conditions que celles qui viennent d'être indiquées et s'étend jusqu'au débouché d'un autre affluent, le San-Juanillo, où se trouve une échelle de cinq écluses; enfin, le canal gagne le port de Greytown en traversant les terrains bas qui avoisinent la côte. Du côté du Pacifique, le canal traverse en tranchée le col de Guyscoyal et va gagner la vallée du Rio-Grande transformée en lac, comme celle du San-Juan, par un barrage de 400 mètres de longueur et de 20 mètres de hauteur, construit à 5 kilomètres environ de la côte, et auquel est accolée une échelle de sept écluses; à partir de ce barrage, le canal a sa ligne d'eau au niveau moyen de la mer, et il gagne l'anse de Brito en traversant des terrains d'alluvions. Le bief supérieur a ainsi une longueur de 237 kilomètres. Tout le trop plein des eaux doit s'écouler par le barrage-déversoir de San-Carlos. Les écluses, au nombre total de quatorze, ont une hauteur moyenne de chute de $4^{m},50$; mais l'auteur du projet pense que l'on pourrait faciliter beaucoup le passage des navires en construisant des écluses à grande dénivellation fermées par des caissons glissants dont un projet sommaire a été mis sous les yeux de la Commission. La dépense totale de construction est évaluée par M. Blanchet à 362 millions.

La Commission n'a pas pensé que les éléments d'appréciation mis à sa disposition

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fussent suffisants pour lui permettre de juger de la valeur pratique de cette variante à laquelle s'appliquent, d'ailleurs, les diverses observations critiques faites au projet américain. Une étude préalable complète, faite sur le terrain, et non à l'aide de simples documents déjà existants, pourrait seule, suivant elle, faire connaître dans quelle limite, au cas de l'adoption de la ligne du Nicaragua, ladite variante serait avantageusement applicable.

Deux autres variantes ont été indiquées : l'une, par M. Mainfroy, qui a participé aux études faites en 1858, sous la direction de MM. Belly et Thomé de Gamond ; l'autre, par M. Belly. Dans la variante de M. Mainfroy, le canal, du côté de l'Atlantique, quitte la vallée du San-Juan à 12 kilomètres du lac, bien en amont des rapides ; du côté du Pacifique, il coupe le seuil de Salinas et va déboucher dans la baie de même nom ; on aurait six écluses sur chaque versant. Dans la variante de M. Belly, le canal, du côté de l'Atlantique, emprunte simplement, c'est-à-dire sans barrages ni écluses, et sur tout son parcours jusqu'à son débouché à Greytown, le lit du San-Juan préalablement amélioré, à la fois par l'enlèvement de toutes les roches, mobiles suivant lui, qui forment les rapides, et par la restitution au fleuve de tout le volume d'eau actuellement détourné par le Colorado ; du côté du Pacifique, même tracé que M. Mainfroy.

La Commission n'a pu mentionner que pour mémoire ces deux variantes qui ont été simplement décrites en traits généraux devant elle, par leurs auteurs, sans production de projets.

En dernière analyse, la Commission a été d'avis qu'aucun tracé par le Nicaragua, quelque satisfaisant qu'il pût être ou paraître au point de vue exclusivement technique, ne pouvait, en raison de la nature volcanique de la contrée, être accepté, attendu que les moindres oscillations du sol sur le parcours du canal produiraient inévitablement, dans la maçonnerie des écluses, des mouvements qui pourraient empêcher le fonctionnement des portes, en sorte que la navigation de transit serait constamment sous la menace d'interruptions plus ou moins prolongées.

3° *Projets par l'isthme de Panama.* — Deux projets ont été présentés, l'un, d'un canal à écluses par les ingénieurs américains, l'autre, d'un canal à niveau, par la Société internationale d'études ; de plus, une variante du projet à écluses a surgi pendant les travaux de la Commission.

Les ingénieurs américains, dès le début de leur étude d'un tracé de canal à travers l'isthme de Panama, ont pensé que l'exécution d'un canal à niveau rencontrerait de telles difficultés et exigerait de telles dépenses qu'il y avait lieu de le considérer comme impraticable dans le sens commercial du mot, et ils ont, en conséquence, étudié exclusivement le projet d'un canal à écluses. La baie de Colon, sur l'Atlantique, et celle de Panama sur le Pacifique, ayant été reconnues être les points les plus convenables pour l'emplacement des embouchures, le canal devait nécessairement traverser le Chagres : cette traversée se fait à Matachin. D'un autre côté, on a jugé prudent, en raison des fortes crues si rapides du fleuve, de n'en pas utiliser le cours, et l'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'est décidé en conséquence à passer par-dessus au moyen d'un grand pont-aqueduc suffisamment élevé pour ne pas gêner l'écoulement des eaux. Par suite de la hauteur connue des plus fortes crues à Matachin, on a dû adopter pour la ligne d'eau du canal sur le pont-acqueduc la cote de 38 mètres au-dessus du niveau de la mer. C'est cette même cote qui fixe le niveau du bief de partage auquel on accède par douze écluses sur chaque versant. Le bief est alimenté à l'aide des eaux du Chagres prises à 16 kilomètres en amont de Matachin, en un point où le niveau d'étiage est relevé de 11 mètres et les eaux sont emmagasinées par un barrage de 180 mètres de longueur; la dérivation comporte un souterrain d'environ 4 000 mètres. A partir du pont-aqueduc, en allant vers le Pacifique, le canal se dirige vers le col de la Culebra, traverse la montagne par une tranchée dont la profondeur maximum est de 58 mètres, puis, descend par la vallée du Rio-Grande pour aller déboucher dans la baie de Panama; partout, où le canal coupe le Rio-Grande, un nouveau lit est creusé pour le fleuve qui est maintenu constamment sur la rive-ouest; sur l'autre rive, un petit canal latéral reçoit tous les affluents séparés du fleuve. Du côté de l'Atlantique, après avoir franchi le Chagres sur le grand pont-aqueduc, le canal se maintient constamment sur la rive droite du fleuve, franchissant par des ponts-acqueducs tous les ravins qu'il rencontre; près de Gatun, il emprunte, sur une petite longueur, le lit du fleuve auquel un autre lit est creusé sur la rive-ouest; le Rio-Gatun, gros affluent de la rive-est, est rejeté dans le Rio-Mindi, et, de ce dernier cours d'eau, dans la Boca-Chica qui débouche près de Colon, à 1 600 mètres environ de distance dans l'est du canal; enfin, le canal va déboucher dans la partie-est de la baie de Limon. La seule disposition spéciale, adoptée à l'embouchure du Pacifique, consiste à placer à l'entrée du canal une écluse de marée, et à creuser en avant un chenal de $5^{m},50$ de profondeur au-dessous de la basse mer allant rejoindre les fonds naturels. Dans la baie de Limon, le canal se continue par un chenal, dragué à la profondeur de 8 mètres, et dont l'entrée est couverte par un brise-lame partant de la pointe où est construit le phare de Colon et s'étendant vers l'ouest sur une longueur d'environ 460 mètres. Le canal est projeté avec une largeur de 22 mètres au plafond et une profondeur de 8 mètres. Sa longueur est de 73 kilomètres. La dépense de construction a été évaluée par les auteurs du projet à 480 millions; mais ce chiffre serait à majorer, comme celui du projet par le Nicaragua, de 50 pour 100.

Ce projet a été apprécié par la Commission, de la manière suivante :

Le canal est absolument indépendant du Chagres et est même exonéré de tous les autres cours d'eau importants; son alimentation paraît pleinement assurée à l'aide des eaux du Chagres dans la partie supérieure duquel sont créés des réservoirs suffisants; il a, enfin, ce double caractère commun avec les différents projets par l'isthme de Panama de ne présenter qu'une longueur de 73 kilomètres et d'avoir d'excellents ports à ses extrémités. En résumé, et sous la réserve que toutes les écluses seraient à trois sas accolés, la Commission a exprimé l'opinion que le projet présentait dans tout

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son ensemble de bonnes conditions techniques. La durée de la traversée du canal serait de deux jours et demi, et la Commission a estimé le montant des dépenses de construction au chiffre de 870 millions.

Dans le projet de canal à niveau présenté par la Société internationale d'études, le canal occupe le fond même de la vallée du Chagres, du côté de l'Atlantique, de la vallée du Rio-Grande, du côté du Pacifique, en sorte qu'il est appelé à drainer la presque totalité des eaux de ces deux vallées. Il traverse la montagne, dans la direction du col de la Culebra, par un tunnel de 7 700 mètres de longueur, avec des tranchées de 48 mètres de profondeur aux abords ; en adoptant une profondeur plus grande pour les tranchées des abords, on pourrait, suivant la remarque des auteurs du projet, réduire cette longueur à 5 ou 6 000 mètres ; si l'on voulait supprimer complétement le tunnel, la tranchée à ouvrir présenterait, au point le plus élevé, une profondeur totale de 96 mètres. A partir de l'extrémité du tunnel, du côté de l'Atlantique, le canal se dirige vers Matachin, où il rencontre le Chagres, et où une tranchée latérale doit être ouverte pour recevoir la lame déversante du fleuve, qui aura dans cet endroit une chute d'environ 15 mètres. Des tranchées semblables doivent, d'ailleurs, être exécutées à la rencontre de tous les autres cours d'eau. A partir de Matachin, le canal suit la vallée du Chagres, dont il évite pourtant les trop grandes sinuosités par la coupure des contreforts, jusqu'à Gatun. De là, abandonnant le fleuve, il se dirige, à travers les marais de Mindi, vers la partie-est de la baie de Limon, où il débouche par un chenal creusé jusqu'aux fonds de $8^{m},50$ et protégé par une digue d'abri de 850 mètres de longueur. Du côté du Pacifique, le canal emprunte, comme on l'a dit, la vallée du Rio-Grande, pour aller déboucher dans le golfe de Panama, près des îles Naos et Flamenco, par des fonds de $7^{m},50$ au-dessus du niveau des plus basses mers ; le chenal extérieur est protégé par des digues en enrochements construites avec les matériaux provenant des tranchées. Le canal est projeté avec une largeur au plafond de 22 mètres qui, aux embouchures, augmente progressivement à partir du rivage jusqu'aux fonds naturels, où elle est portée à 100 mètres ; la profondeur au-dessous du niveau moyen de la mer varie de son côté, progressivement, dans toute la longueur du canal, de $8^{m},50$ dans la baie de Limon, à $10^{m},55$ à l'embouchure dans le Pacifique. La dépense totale de construction est estimée à 475 millions.

Ce projet a donné lieu, de la part de la Commission, à deux graves objections basées sur la fluctuation de niveau et sur les forts courants qui se produiraient dans le canal, à la fois par suite de la libre entrée des marées du Pacifique, et par suite des masses énormes d'eau qu'y jetterait le Chagres pendant ses crues si fortes et si fréquentes. La plus sérieuse attention de la Commission s'est donc portée d'abord sur ces deux points. En ce qui concerne les courants de marée, des calculs théoriques, et, mieux encore, l'observation des vitesses des courants de flot dans des rivières encaissées débouchant dans des mers où l'amplitude des marées est à peu près la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même qu'à Panama, prouvent que la libre entrée des marées du Pacifique dans le canal y produirait des courants pouvant atteindre des vitesses de 2 mètres à 2m,50 par seconde. Le canal à niveau n'était donc possible, dans l'opinion de la Commission, qu'à la condition d'avoir une écluse de marée à son extrémité du côté du Pacifique. La nécessité de cette écluse étant établie, il en résultait que si l'on voulait quand même recevoir dans le canal la totalité des eaux du Chagres, la masse des eaux de crues de cette rivière, n'ayant plus que la seule issue par l'extrémité du côté de l'Atlantique, y donnerait lieu à des vitesses qui, dans les crues de 1 200 mètres, atteindraient jusqu'à 5m,40 ; d'où cette autre conclusion de la Commission, qu'il fallait à tout prix affranchir le canal des eaux du Chagres. Les auteurs du projet ont pensé que l'on pouvait résoudre la difficulté sans recourir à un parti aussi radical, et ils ont proposé, conformément à un procédé employé dans des travaux analogues, de régler l'écoulement des eaux du Chagres dans le canal à l'aide d'un barrage à déversoir régulateur. Cet ouvrage, d'une longueur d'environ 1 500 mètres et d'une hauteur maximum de 38 mètres, et qui coûterait approximativement 25 millions, permettrait d'emmagasiner, dans la vallée supérieure du Chagres, 600 millions de mètres cubes d'eau ; l'écoulement des crues dans le canal se ferait alors régulièrement, au moyen de siphons, à raison d'un débit de 100 mètres cubes d'eau par seconde ; en outre, moyennant un redressement de peu de longueur du lit du Chagres, au point où le canal abandonne le fond de la vallée pour se diriger vers la baie de Limon, le canal se trouverait affranchi du Trinidad et de tous les petits affluents du Chagres en aval de cette rivière. La Commission a objecté, à une pareille solution, que les 100 mètres cubes d'eau par seconde fournis par le Chagres, venant s'ajouter au débit de tous les affluents que continuerait à recevoir le canal, donneraient lieu encore à des vitesses nuisibles à la navigation. Pour répondre à cette objection, les auteurs du projet ont proposé, tout en déclarant préférer leur solution, qui leur paraissait suffisante, de construire, sur la rive-est du canal, un lit mineur pour le Chagres, capable de recevoir les 100 mètres d'écoulement régulier du bassin supérieur ainsi que tous les affluents de cette rive, y compris le Gatun ; la dépense de ce travail supplémentaire serait d'environ 17 millions. La nouvelle solution proposée, quoique pouvant être admise, ne donnait pourtant pas à la Commission une complète satisfaction. Cet immense barrage, retenant une masse d'eau de 600 millions de mètres cubes suspendue au-dessus d'un canal étroit, dans lequel pourront se trouver engagés de nombreux navires, ne laisse pas, en effet, suivant elle, que de faire naître dans l'esprit quelque inquiétude. La Commission a donc persisté à penser que beaucoup mieux vaudrait creuser au Chagres, le long de la rive-est du canal, un nouveau lit capable de débiter au fur et à mesure qu'elles se produisent, sans déborder dans le canal, les plus fortes crues de la rivière supérieure et tous les affluents ; et, afin que ce nouveau lit pût utiliser la plus grande partie possible du lit actuel, on déplacerait, en tant que de besoin et qu'il serait reconnu possible vers l'ouest, le tracé du canal,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en réduisant d'ailleurs à 2 000 mètres, au lieu de 3 000, le rayon minimum des courbes. A supposer même que la somme de 42 millions, que devait coûter l'autre solution, ne fût pas suffisante pour couvrir les dépenses de la solution proposée par elle, la Commission estimait que l'on ne devrait pas reculer devant un excédant de quelques millions. Indépendamment des conditions bien préférables que l'on réaliserait ainsi au point de vue de l'exploitation ultérieure du canal, l'excédant de dépense en question trouverait certainement en effet, suivant elle, une large compensation dans les moindres difficultés que présenterait l'exécution des travaux. En dehors des deux objections ci-dessus, le projet présente les avantages, déjà signalés à l'occasion du projet précédent, d'une faible longueur et de la facilité de construction d'excellents ports aux extrémités. La durée de la traversée ne serait que de deux jours. Les pluies paraissent devoir être, il est vrai, une cause de retard, et, par suite, d'augmentation de dépense dans l'exécution des travaux ; mais, par contre, on trouvera de grandes facilités dans l'existence du port actuel de Colon et dans le chemin de fer pour l'arrivage, le débarquement et le transport de tout ce qui sera nécessaire aux travaux.

En résumé, et sous la réserve des deux modifications indiquées par elle, à savoir, d'une part, la construction d'une écluse de marée à l'extrémité du canal du côté du Pacifique, d'autre part, le complet isolement du canal des eaux du Chagres et de ses affluents, la Commission a été d'avis que le canal à niveau de Panama, avec ou sans tunnel, présentait des conditions techniques satisfaisantes et qu'il assurerait toutes facilités et donnerait complète sécurité au transit des navires d'une mer à l'autre. La Commission a, d'ailleurs, évalué à douze années la durée d'exécution des travaux et estimé la dépense de construction au chiffre total de 1 milliard 70 millions. Enfin, par l'étude détaillée qu'elle a été appelée à faire de la question des tranchées rocheuses, la Commission a été amenée à reconnaître qu'il conviendrait probablement d'adopter un souterrain dès que la hauteur des tranchées dépasse 50 mètres au-dessus du niveau de l'eau dans le canal : en appliquant cette règle au projet de canal à niveau de Panama, on trouve que la longueur du souterrain devrait y être d'environ 6 000 mètres.

En dehors des difficultés propres à la ligne de Panama et résultant principalement de la présence du Chagres et de la hauteur du col à franchir, la construction du canal interocéanique à travers l'isthme américain paraît devoir présenter sur tous les tracés de sérieuses difficultés inhérentes aux seules conditions climatériques. Ce sont les préoccupations à ce sujet qui ont donné naissance, pendant le cours des travaux de la Commission, à un nouveau projet, variante des deux projets précédents, et dont plusieurs membres de la Commission ont recommandé l'examen. Les dispositions générales de ce nouveau projet sont les suivantes. Les deux chaînes de hauteurs entre lesquelles se trouve comprise la vallée du Chagres formant, en certains points, d'étroits défilés, on en profite pour barrer la vallée en un de ces points et relever le ni-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

veau des eaux du fleuve : on crée ainsi un lac artificiel, une sorte de lac de Nicaragua, avec les deux sérieux avantages que présente la ligne de Panama de la faible longueur du canal et de ses bons ports d'extrémités. L'étiage du Chagres à Matachin étant à la cote d'environ 14 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer, on a adopté pour le niveau normal de l'eau dans le lac artificiel destiné à former le bief de partage du canal la cote 24 mètres, de sorte que, sur le trajet entre Matachin et le barrage, on a une profondeur d'au moins 10 mètres sans avoir à exécuter de travaux de terrassements. Le barrage doit être placé aussi près de la mer que le permettra la disposition du terrain, peut-être à Gatun, sinon, bien certainement, près de Buhio-Soldado, à 22 kilomètres environ de Colon ; une échelle de cinq écluses, accolée au barrage, donne accès dans le lac ; sur les côtés de la vallée, des déversoirs, arasés comme la crête du barrage à la cote 24 mètres, et d'une longueur ensemble de 800 mètres, sont établis en des endroits convenables pour écouler dans les vallées latérales le trop plein des eaux du fleuve. Du côté du Pacifique, une tranchée de 72 mètres de hauteur maximum permet de prolonger le bief de partage, jusqu'à une distance de 10 à 12 kilomètres de la côte, dans la vallée du Rio Grande, en un point où celle-ci peut être barrée aussi facilement que la vallée du Chagres ; six écluses, dont une de marée, permettent de descendre du niveau du lac dans le Pacifique. Ce nouveau projet, dans la pensée de ses auteurs, présente les avantages suivants : on évite les travaux à faire pour creuser au Chagres un nouveau lit ; on diminue considérablement les travaux de terrassements, et, par suite, on réduit en proportion le chiffre des dépenses, la durée d'exécution et les dangers provenant de l'insalubrité du climat ; quant aux écluses, le prix de leur construction est bien plus que couvert par l'économie faite sur les terrassements, et le temps nécessaire pour les franchir est largement compensé par la rapidité avec laquelle les navires pourront circuler dans le lac central et par la possibilité qu'ils auront de se croiser sans être obligés d'attendre dans des gares ; enfin, la dépense de construction ne serait que de 428 millions.

La Commission a été d'avis que ce projet présentait dans son ensemble d'excellentes conditions techniques. La durée d'exécution des travaux serait d'environ six années, et le montant estimatif des dépenses de construction devrait être porté au chiffre de 570 millions. La durée de la traversée serait de deux jours.

Une remarque générale qui s'applique aux trois projets par l'isthme de Panama, c'est que les mouvements volcaniques sont arrêtés depuis longtemps dans cette région de l'isthme américain, ce qui, au point de vue du danger des tremblements de terre, est un gage de grande sécurité pour l'avenir.

4° *Projet par l'isthme de San-Blas.* — La hauteur de la Cordillère et l'aménagement des eaux dans cette région n'y rendaient possible qu'un projet de canal à niveau. Un premier projet sommaire a été dressé d'abord sous la direction de M. Kelley ; puis, le projet a été révisé par les soins de la Société internationale d'études. Le canal projeté a son origine dans la baie de San-Blas par les fonds de 8 à 9 mètres, non loin

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'embouchure du Necarlegua, rejoint ce cours d'eau à 3 kilomètres de la côte, passe en tunnel sous la montagne, emprunte la vallée du Mammoni jusqu'à son embouchure dans le Bayano, coupe une des boucles de ce dernier fleuve, et en suit enfin le cours jusqu'à la mer sur environ 13 kilomètres ; il reçoit tous les cours d'eau qu'il traverse et dont le bassin n'a, du reste, que peu d'étendue ; sa longueur est de 53 kilomètres ; la traversée en tunnel, que le projet de M. Kelley estime à 12 kilomètres seulement, serait, en réalité, d'après la reconnaissance faite ultérieurement par la Société d'études, de 16 kilomètres. La dépense est évaluée à 475 millions.

La Commission n'a eu à sa disposition pour l'examen de ce projet que des renseignements insuffisants. Tel quel, ledit projet a donné lieu de sa part aux observations suivantes : la durée de la traversée ne serait, il est vrai, que d'un jour; mais il faudrait améliorer la portion empruntée du Bayano pour y obtenir partout la profondeur de $8^{m},50$, améliorer aussi l'embouchure où se trouve une barre, et ce sont toujours là des travaux aléatoires et très-coûteux : le tracé comporte, en outre, un souterrain d'environ 14 kilomètres de longueur. De pareilles conditions, la dernière surtout, ont semblé à la Commission ne pas permettre de prendre le projet en considération. La durée des travaux serait d'environ douze années, et la dépense de construction a été estimée approximativement par la Commission au chiffre de 1 milliard 270 millions.

5° *Projets par l'isthme de Darien.* — Deux projets, l'un concernant un canal à écluses par l'Atrato et la Tuyra, l'autre un canal à niveau du golfe d'Acanti à la Tuyra, ont été présentés, mais à titre de simple renseignement, par la Société internationale d'études.

Dans le canal à écluses, les travaux proprement dits de canalisation ne s'étendent que sur la partie comprise entre l'Atrato et la partie maritime de la Tuyra, soit sur environ 100 kilomètres : les auteurs du projet ont pensé, en effet, que l'on viendrait facilement à bout de la barre de l'Atrato en concentrant les eaux du fleuve dans un seul bras, et que l'on maintiendrait la profondeur nécessaire dans la Tuyra maritime par quelques dragages qui n'auraient d'importance que sur la barre du havre Darien. Le bief de partage est à une hauteur de 50 mètres au-dessus du niveau de la mer, cette différence de niveau étant rachetée par des écluses de $4^{m},50$ de chute, savoir : 12 sur le versant du Pacifique, 10 sur le versant de l'Atlantique ; il est alimenté par les eaux de la Tuyra supérieure, de la Paya et du Pucro; et, pour parer à l'insuffisance de ces cours d'eau dans les années de sécheresse, plusieurs réservoirs sont créés dans les vallées voisines par des barrages de 30 à 40 mètres de hauteur. Le bief ayant à traverser un col de 146 mètres de hauteur, la tranchée atteint une profondeur de 96 mètres mesurée au-dessus du niveau de l'eau. En débouchant du tunnel sur le versant de l'Atlantique, le canal va rejoindre la vallée du Caquirri qu'il suit jusqu'à l'Atrato; du côté du Pacifique, il gagne la vallée du Cué qu'il suit jusqu'à la Tuyra, se tient alors sur la rive droite du fleuve, traverse la Paya en s'appuyant sur le barrage construit pour retenir les eaux de cette rivière, passe sur la rive gauche de la Tuyra

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au moyen d'une arche de 40 mètres, et rejoint le fleuve au Réal de Santa Maria pour se confondre alors avec lui, sauf quelques rectifications, jusqu'à l'embouchure. La longueur totale de la ligne à parcourir entre l'embouchure de l'Atrato et le golfe San Miguel est d'environ 220 kilomètres. La dépense a été estimée par les auteurs du projet à 650 millions.

Dans le projet de canal à niveau, le tracé, en partant de la Tuyra, suit la vallée à faible pente de la Tupisa; puis, celle de Tiati à l'extrémité de laquelle il franchit la Cordillère pour aller gagner directement la baie d'Acanti sur l'Atlantique. Le point où le tracé traverse la Cordillère est à une hauteur d'environ 1 000 mètres au-dessus du niveau de la mer, et le tunnel à creuser aurait approximativement une longueur de 17 kilomètres. La dépense est estimée à 600 millions.

La Commission n'a pu mentionner que pour mémoire ces deux projets qui ont été abandonnés par leurs auteurs. Les chiffres d'estimation des dépenses devraient, d'ailleurs, être révisés comme ceux de tous les autres projets.

Un troisième projet, concernant un canal à niveau sans tunnel ni tranchées profondes, a été présenté par M. de Puydt, qui croit avoir découvert dans la Cordillère un passage d'une hauteur ne dépassant pas 46 mètres. Le tracé part de Porto-Escondido sur la côte de l'Atlantique, entre la baie d'Acanti et le delta de l'Atrato, s'engage dans la vallée du Turgandi, s'incline vers le Sud parallèlement à la côte pour aller gagner la vallée de la Tanela dont il remonte la branche méridionale, traverse la Cordillère au col de 46 mètres de hauteur, enfin, redescend vers le Pacifique par la vallée du Pucro et va déboucher dans la Tuyra, près du Real-de-Santa-Maria.

M. de Puydt n'ayant présenté au Congrès qu'une carte à petite échelle et un profil très-sommaire, et n'ayant pu produire, à l'appui de ses dires, que de simples affirmations en complet désaccord avec les renseignements fournis par les autres explorateurs du Darien, la Commission n'a pu, de son côté, que prendre acte de sa communication.

En résumé, la Commission a dû constater qu'aucun tracé n'a été reconnu pratiquement possible jusqu'à ce jour par le Darien.

6° *Projets par l'Atrato-Napipi.* — Deux projets par l'Atrato-Napipi ont été présentés par M. Selfridge, l'un d'un canal à écluses, l'autre d'un canal à niveau, chacun comportant un tunnel.

Dans les deux projets, le canal emprunte l'Atrato jusqu'au confluent du Napipi, soit, sur une longueur de 240 kilomètres; le tracé suit ensuite, avec de légères différences seulement d'un projet à l'autre, d'abord, la vallée du Napipi jusqu'au confluent de son tributaire, le Doguado, puis, la vallée de ce dernier cours d'eau à l'extrémité de laquelle il traverse la montagne en tunnel pour aller aboutir dans la baie du Chiri-Chiri sur le Pacifique; cette portion du tracé présente une longueur de 50 kilomètres, ce qui fait un parcours total, d'une mer à l'autre, de 290 kilomètres. Le canal est projeté avec une profondeur de $7^{m},80$. La bouche de l'Atrato choisie pour former

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'entrée du canal est le bras dit d'Uraba ; la profondeur sur la barre n'y est que de $1^m,20$; mais la distance entre les fonds de 8 mètres que l'on trouve en dedans de la barre et les grands fonds de 9 mètres et plus de l'accore du delta du fleuve n'excède pas, paraît-il, un kilomètre ; le projet d'amélioration de l'embouchure prévoit, sur cette longueur, la construction de deux jetées presque rectilignes et parallèles, analogues à celles qui sont en cours d'exécution au Mississipi. Deux jetées en enrochements sont projetées pour l'amélioration de la baie de Chiri-Chiri.

Dans le projet de canal à écluses, le tracé, à partir de l'Atrato, se maintient sur le versant nord de la vallée du Napipi, restant complétement indépendant de cette rivière dont quelques coudes doivent, en conséquence, être rectifiés, et traversant tous les tributaires dudit versant au moyen de ponts-aqueducs ; il épouse ensuite plus franchement la vallée du Doguado. Le bassin d'alimentation du bief de partage est formé au moyen d'un barrage construit en travers de la vallée du Napipi, un peu à l'aval du confluent du Doguado ; on y amène, en outre, par une dérivation spéciale, les eaux de quelques affluents supérieurs du versant-sud. De l'Atrato au bassin d'alimentation, le plan d'eau est relevé de l'altitude $5^m,70$, étiage le plus bas du fleuve, à l'altitude $42^m,70$ qui est la cote du bief de partage, au moyen de 12 écluses formant 7 biefs, dont un avec échelle de 4 écluses, et dans lesquelles la cunette du canal est partie en déblai, partie en remblai. Le bief de partage a 16 kilom., 5 de longueur, dont 5 kilom., 5 en tunnel. Une échelle de 10 écluses rachète la différence de niveau du côté du Pacifique. L'estimation des dépenses, révisée par la Commission américaine, s'élève au chiffre d'environ 750 millions.

Dans le projet de canal à niveau, le canal est alimenté par l'Atrato dont il n'est, à vrai dire, qu'une dérivation. Deux écluses sont projetées à son extrémité du côté du Pacifique. Le canal reçoit les petits tributaires du versant-nord du Napipi : mais il passe en tunnel sous cette rivière, en amont du confluent du Doguado, afin que le Napipi, avec tous ses tributaires du versant-sud, puisse continuer à écouler ses eaux en dehors du canal jusqu'à l'Atrato. C'est cette obligation de passer en tunnel sous le Napipi qui a nécessité de modifier le tracé du projet précédent dans les environs du croisement. Le canal entre en tunnel dès que la profondeur de tranchée dépasse 50 mètres, et le tunnel a ainsi une longueur d'environ 9 kilomètres ; mais l'auteur du projet a annoncé, en dernière analyse, qu'il préférait réduire la longueur du tunnel à environ 5 600 mètres, en augmentant d'autant que de besoin la profondeur des tranchées des abords. L'estimation de la dépense, dressée conformément aux dimensions et aux prix arrêtés par la Commission, s'est élevée au chiffre brut de 623 millions, qu'il faudrait encore augmenter de tous les quantums.

La Commission n'a pu mentionner, que pour mémoire, le projet de canal à écluses qui a été abandonné par son auteur. Quant au projet de canal à niveau, il a paru à la Commission présenter plusieurs difficultés techniques très-sérieuses. L'une de ces difficultés, commune aux deux projets, réside dans les travaux qu'il y aurait à faire à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'embouchure de l'Atrato, pour obtenir sur la barre et y entretenir plus tard constamment une profondeur de $8^m,50$. Il n'existe encore, en effet, aucun exemple que pareil résultat ait pu être obtenu dans des conditions analogues à celles où se trouve l'Atrato. A l'aide des travaux si remarquables qui ont été exécutés à l'embouchure de la Sulina, l'une des branches du Danube, on a bien obtenu et l'on entretient, il est vrai, la profondeur de $5^m,70$ jugée nécessaire pour la navigation du fleuve; mais on ne saurait dire au prix de quels efforts ni de quelles dépenses on pourrait obtenir des profondeurs notablement plus grandes. A la passe-sud du Mississipi, le capitaine Eads s'est bien engagé, en 1875, envers le gouvernement américain, à obtenir une profondeur de 9 mètres; mais la profondeur réalisée jusqu'à ce jour ne dépasse pas $7^m,50$; et si, en définitive, comme on doit l'espérer, les énergiques et intelligents efforts du capitaine Eads sont couronnés de succès, le travail aura coûté 26 millions; indépendamment, d'ailleurs, de cette forte dépense première, pourrait-on dire ce que coûtera annuellement le maintien de la grande profondeur une fois acquise? Il y a évidemment là pour le canal projeté une éventualité redoutable, et qui doit d'autant plus effrayer, que, le delta de l'Atrato se trouvant au fond d'un golfe profond, les travaux d'amélioration de la barre ne seraient, à l'encontre de ce qui se passe à la Sulina et au Mississipi, aidés en rien par les grands courants de la mer. D'un autre côté, le canal proprement dit, n'étant qu'une dérivation de l'Atrato, aurait à subir toutes les fluctuations du régime de ce fleuve dont les crues, au droit de la vallée du Napipi, s'élèvent, paraît-il, à 6 mètres au-dessus de l'étiage : on devine aisément tous les inconvénients et les dangers d'une pareille situation. A un autre point de vue, il faudrait évidemment, à l'origine de la dérivation, construire des ouvrages spéciaux, qui n'ont pas été prévus, pour assurer la fixité de la prise d'eau; et il serait probablement fort difficile de maintenir en tout temps, à l'entrée, la profondeur indispensable de $8^m,50$ en contre-bas du plus bas étiage. Le canal est appelé à recevoir la totalité des eaux du versant-nord de la vallée du Napipi qui y produiraient probablement des courants nuisibles à la navigation; il vaudrait certainement mieux recevoir ces eaux dans une cunette spéciale construite latéralement au canal. Outre les difficultés techniques qui viennent d'être signalées, il y a lieu de tenir compte encore de ce fait, que la contrée est la plus pluvieuse de tout l'isthme américain, qu'elle est dépourvue de tous matériaux de construction à l'exception du bois, qu'elle n'a qu'une très-faible population, enfin qu'elle est alternativement si montueuse et si marécageuse, qu'il faudrait un travail énorme pour y établir les chemins de service indispensables.

En conséquence, la Commission a estimé que le projet de canal par l'Atrato-Napipi ne présentait pas de bonnes conditions techniques. La durée d'exécution serait probablement de dix à douze ans; la dépense de construction, d'environ 1 milliard; la durée de la traversée, de trois jours.

Récapitulant ses appréciations sur les diverses directions proposées pour l'établissement d'un canal interocéanique à travers l'isthme américain, la Commission a émis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'avis que le canal à construire devait être dirigé à travers l'isthme de Panama.

Il ne restait plus dès-lors, à la Commission, qu'à faire un choix entre le canal à niveau et le canal à écluses.

Le canal à écluses, modifié, ne coûterait, comme on l'a dit, que 570 millions, tandis que le canal à niveau est estimé 1 milliard 70 millions, presque le double. La Commission a pensé que l'on ne devait pas s'arrêter devant cette grande différence des chiffres d'estimation des dépenses. Même avec son chiffre de 1 milliard 70 millions, le canal à niveau sera rémunérateur, car, ici, on ne sera pas limité comme à l'entreprise de Suez pour la fixation du tarif; on pourra donc parfaitement adopter le chiffre de 15 francs par tonne indiqué par la Commission des voies et moyens; et il suffira, dès lors, d'un passage de 4 millions de tonnes, chiffre bien inférieur aux évaluations de la Commission de statistique, pour fournir l'intérêt à 5 pour 100 des capitaux engagés, compte tenu du montant des frais annuels d'entretien et d'exploitation évalués à 6 millions et demi. Or, le canal à niveau est incontestablement la meilleure, et, par conséquent, la véritable solution pour le canal interocéanique, car il faut que les navires aient la certitude de ne pas être arrêtés, et un canal maritime à niveau offre évidemment, sous ce rapport, une sécurité beaucoup plus grande qu'un canal à écluses. La Commission a donc été d'avis qu'il y avait lieu de recommander spécialement l'établissement d'un canal à niveau.

Finalement, la Commission a formulé ses conclusions dans les termes suivants :

« En résumé,

« Et sous la réserve des observations présentées par elle dans le cours de son rap-
« port,

« La Commission technique,

« Se plaçant au point de vue pour lequel elle a été instituée,

« Est d'avis que le canal interocéanique devra être dirigé du golfe de Limon à la
« baie de Panama;

« Et elle recommande spécialement l'établissement d'un canal maritime à niveau
« dans cette direction. »

Conformément aux conclusions concordantes des rapports de ses différentes commissions, le Congrès international d'études, dans sa séance générale de clôture du 29 mai, a pris la décision suivante :

Le Congrès estime que le percement d'un canal interocéanique à niveau constant, si désirable dans l'intérêt du commerce et de la navigation, est possible; et que ce canal maritime, pour répondre aux facilités indispensables d'accès et d'utilisation que doit offrir, avant tout, un passage de ce genre, devra être dirigé du golfe de Limon à la baie de Panama.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NÉCROLOGIE.

DISCOURS PRONONCÉ SUR LA TOMBE DE M. CHEVALLIER, MEMBRE DU CONSEIL, PAR M. PLANCHON, PROFESSEUR A L'ÉCOLE DE PHARMACIE.

Le Conseil de la Société d'encouragement a perdu, dans les derniers mois qui viennent de s'écouler, deux membres estimés, M. Chevallier, qui appartenait, depuis 1831, au comité des arts chimiques, dont il partageait les travaux avec une grande assiduité et M. le vicomte de Grouchy, qui faisait partie de la commission des fonds depuis 1875.

M. Chevallier était, en outre, membre de l'Académie de médecine et du Conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Seine; mais il était surtout connu à l'École de pharmacie, où il personnifiait l'ancienne génération des professeurs. Voici le discours qu'a prononcé sur sa tombe M. Planchon, l'un des professeurs de cette école.

« Messieurs, en voyant s'éteindre peu à peu tous les membres de l'ancienne génération de notre Ecole, nous ne pouvons nous défendre d'un sentiment de profonde tristesse. Ces vétérans de la Pharmacie, qui nous rattachent par leur longue existence à des temps si éloignés de nous, sont comme une tradition vivante que nous voudrions pouvoir retenir.

« M. Chevallier était le représentant le plus âgé de ce passé qui nous échappe. Né à Langres, en 1793, il eut de bonne heure le goût de la science. Nous le voyons, en effet, en 1810, à peine âgé de 17 ans, aide de chimie au Jardin des Plantes, dans les laboratoires de Vauquelin et de Laugier. Sans doute, il avait rêvé des années tranquilles au sein de l'étude, sous la direction de ces maîtres illustres. Mais l'époque n'était point au calme et au repos ; c'était les temps de l'action, de l'ardeur belliqueuse ; ce fut bientôt, hélas ! le moment des grands désastres. Après la retraite de Russie, M. Chevallier fut brusquement enlevé au laboratoire ; incorporé au 122e de ligne, il fit avec les conscrits de 1813, les dernières campagnes d'Allemagne et assista à la grande bataille qui se livra autour de Leipzig. Il en réchappa, mais blessé, et fut, de ce fait, réformé et renvoyé dans ses foyers. A peine rétabli, il prit du service dans les hôpitaux, à titre de pharmacien temporaire. Puis, en 1815, nommé interne au concours, il alla combattre dans les hôpitaux parisiens, au milieu des Russes et des Anglais, l'épidémie de typhus que nous avaient apportée les alliés.

« Des temps plus calmes s'étant enfin levés, M. Chevallier put reprendre ses études

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

interrompues et dès lors commença pour lui cette période d'activité, que nous avons vue se poursuivre jusque dans les dernières années de sa vie. Ce furent d'abord des succès d'élève : en **1818**, il obtint le premier prix de chimie de l'Ecole de Pharmacie ; en **1822**, le second prix d'histoire naturelle. Puis vint la série de ses travaux, dont nous ne pouvons songer à donner ici même une faible idée. Des Mémoires sur les sujets les plus variés se succèdent, sans interruption, d'année en année à partir de **1822**. Viennent ensuite ses ouvrages de longue haleine : le *Manuel du Pharmacien* (avec M. Idt) ; le *Traité des réactifs* (avec Payen) ; divers *Traités agricoles* sur le ***Houblon***, la *Pomme de terre;* le *Dictionnaire des drogues*, avec Guillemin et Richard ; enfin, après bien d'autres, le *Dictionnaire des falsifications* qu'ont développé cinq éditions successives, les deux dernières en collaboration avec notre collègue, M. Baudrimont.

« Ce n'est ici ni le lieu, ni le moment d'insister sur la valeur de ces ouvrages. La somme énorme de travail qu'ils représentent, n'épuisait point cependant la fécondité de notre collègue. C'est par centaines qu'il faudrait compter les articles publiés dans les divers journaux de pharmacie et de chimie : *Journal de chimie médicale*, dont la rédaction lui incombait en très-grande partie depuis **1825** ; *Journal de pharmacie*, où il écrivait déjà en **1817** ; *Annales d'hygiène publique ; Journal des connaissances nécessaires et indispensables ; Journal des connaissances usuelles ; Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale ; Annales de l'industrie française ; Bulletin des Société technologiques ; Dictionnaire de médecine usuelle.*

« En **1831**, le Conseil d'hygiène ef de salubrité avait appelé M. Chevallier dans son sein. Ce lui fut un nouveau sujet d'activité. Il devint un des membres les plus laborieux du Conseil : près de deux mille rapports rédigés par lui témoignent du zèle avec lequel il remplit ces fonctions.

« Cette prodigieuse facilité est un des traits caractéristiques de la vie de notre collègue. Il ne travaillait ni par ambition, ni en vue d'une récompense, mais par pur amour du travail. Le travail était devenu pour lui une telle habitude, qu'il ne concevait pas la vie dans d'autres conditions. Ce fut pour lui un refuge dans les moments pénibles de son existence ; ce lui fut une consolation dans les douleurs qui ne lui furent pas épargnées ; et, dans les derniers temps, c'était pour lui le meilleur critérium de sa santé : *Je travaille*, signifiait pour lui : *je me porte bien*.

« La récompense de ce labeur assidu, si désintéressé qu'il fût, ne se fit pas attendre. Les distinctions honorifiques ne lui furent point épargnées. Dès **1820**, des sociétés scientifiques le reçurent ou l'appelèrent dans leur sein ; la Société de pharmacie en **1821** ; l'Académie de médecine en **1824** ; puis à l'envi, des sociétés françaises et étrangères, d'Allemagne, d'Angleterre, d'Italie, d'Espagne, de Portugal, de Belgique, de Hollande, des Etats-Unis. Enfin à ces distinctions académiques vint se joindre sa nomination dans l'ordre de la Légion d'honneur comme chevalier en **1833**, comme officier en **1856**.

« Si le travail fut l'une des passions de sa vie, on peut bien dire que l'Ecole de phar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

macie fut pendant quarante-deux ans le centre principal de cette activité. Nommé professeur adjoint en 1835, il ne marchanda jamais à l'Ecole ni son temps ni sa peine; rien ne rebuta son zèle, pas même la longue déception qu'il éprouva de n'être titulaire qu'après plus de trente ans d'exercice. Là encore, il ne regardait qu'au plaisir qu'il avait à se mettre en communication avec son auditoire; il aimait les jeunes gens, il les encourageait à venir le trouver, à lui demander des conseils, à travailler avec lui dans son laboratoire. S'il ne les conduisait pas sur les sommets ardus de la science, il mettait au moins à leur disposition les résultats pratiques d'une longue expérience. Il a ainsi formé bien des générations successives qui ne l'oublieront pas.

« On vit bien par quelles racines profondes il tenait à l'Ecole, lorsque l'âge arrivant, il se vit obligé de suspendre ses leçons et de demander sa retraite. Certes, les occasions de travail ne lui faisaient pas défaut ; il lui restait l'Académie de médecine, le Conseil d'hygiène et de salubrité, et le comité des arts chimiques de la Société d'encouragement, qui pouvaient à eux seuls suffire à combler ses loisirs. Mais l'Ecole lui manquait, et cette forte constitution qui avait jusque-là si vaillamment résisté à toutes les atteintes du dehors ne réagissait plus de la même manière. La maladie lui imposait de temps en temps des périodes de repos, symptôme grave chez une nature aussi foncièrement laborieuse. Finalement, elle le retenait chez lui. Son fauteuil restait vide à l'Académie et ses amis s'inquiétaient sur son compte. Enfin l'affaiblissement gagnant graduellement, il s'éteignait doucement, le 29 novembre, entouré des soins de sa famille.

« Une dernière joie lui était réservée avant sa mort, il recevait sa nomination de professeur honoraire et se sentait ainsi plus étroitement rattaché à cette Ecole, qu'il avait tant aimée.

« Cher et vénéré collègue, nous venons dire un dernier adieu à ta dépouille mortelle. Mais tu revivras dans le souvenir de tes collègues. Nous nous rappellerons longtemps ta forte et bonne nature, ton labeur opiniâtre et ton dévouement à l'Ecole. Et tu vivras aussi dans le cœur de ces nombreuses générations de pharmaciens, que tu as contribué à diriger, auxquelles tu as prodigué les fruits de ton expérience, simplement, modestement, familièrement, mais sans compter, à pleines mains, avec toute ton âme. »

Paris. — Imprimerie de Mme Ve Bouchard-Huzard, rue de l'Éperon, 5;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

79e année. Troisième série, tome VII. Février 1880.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. COLLIGNON, *au nom du comité des arts mécaniques, sur le* CINÉMOMÈTRE *de* M. JACQUEMIER, *lieutenant de vaisseau.*

Messieurs, l'instrument que M. Jacquemier a nommé *cinémomètre*, a pour objet de donner l'indication continue de la vitesse d'une machine, et notamment du nombre de tours qu'un arbre effectue dans l'unité de temps. Il rentre donc dans la classe des appareils tachygraphiques, mais il se distingue de la plupart d'entre eux en ce qu'il ne fait pas intervenir l'action de la force centrifuge. C'est à vrai dire un compteur, qu'un artifice ingénieux ramène à n'inscrire que le nombre de tours effectué par l'arbre tournant dans un intervalle de temps donné, la minute, par exemple.

Deux roues à rochet sont montées sur un même axe ; la première reçoit le mouvement d'un pied de biche dont les oscillations sont provoquées, à l'aide d'un fil, par une came entraînée par l'arbre tournant principal. A chaque quart de tour accompli par cet arbre, le pied de biche fait avancer d'une dent le premier rochet. Celui-ci entraîne le second par l'intermédiaire d'un butoir, et le second commande l'aiguille qui marque sur un cadran le nombre de tours réellement effectué. Tel est le compteur dont M. Jacquemier fait un *tachygraphe*, en introduisant dans l'appareil la mesure du temps.

Pour cela, un mouvement d'horlogerie commande une came qui, périodiquement, au bout de 30 secondes, je suppose, soulève le pied de biche et l'éloigne du premier rochet pendant un temps déterminé. Privé de son moteur, le premier rochet est violemment rappelé en arrière par un ressort qui agit sur un secteur denté, engrenant avec une roue montée sur son axe ; le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

premier rochet est ainsi périodiquement ramené à un butoir qui correspond à son zéro. Quant au second rochet, qui cesse alors simplement d'être poussé par le premier, il conserve la position que celui-ci lui avait fait prendre ; l'aiguille reste donc immobile sur le cadran, où elle note le nombre de tours faits pendant la première période écoulée.

Mais le pied de biche, abandonné par la came qui l'a désembrayé, ne tarde pas à revenir en prise avec le premier rochet et à le faire avancer de nouveau, à raison d'une dent par quart de tour de l'arbre tournant. On conçoit que, si dans cette seconde période, la vitesse de rotation s'est accrue, le premier rochet pourra, avant de subir son désembrayage, regagner le butoir du second rochet et le porter plus loin, ainsi que l'aiguille indicatrice ; de sorte que, quand le désembrayage aura lieu au bout de l'intervalle constant de 30 secondes, l'indication de la vitesse sera modifiée et portée à sa nouvelle valeur. Il faut satisfaire à la même condition à l'égard d'une vitesse moindre, sans quoi le cadran n'accuserait que les accélérations successives et laisserait passer les ralentissements inaperçus. Pour résoudre cette seconde partie du problème, M. Jacquemier se sert d'une cheville montée sur la roue à came ; avant que le premier rochet soit désembrayé, cette cheville désembraye un instant le second ; celui-ci, rappelé par un ressort, revient en arrière, jusqu'à ce qu'il bute contre l'arrêt du premier. Ainsi se trouve rétabli, dans le cas d'une diminution de vitesse, le contact des deux pièces, contact essentiel à la réalité des indications de l'aiguille du cadran.

Tel est le principe de l'appareil réalisé par M. Jacquemier, et qui fonctionne sur quelques bâtiments de la marine française. Il se prête parfaitement au tracé de diagrammes faisant connaître, en fonction du temps, la suite des vitesses obtenues et permettant, par suite, de retrouver les espaces parcourus. Le cadran, placé sous les yeux de l'officier de quart, lui donne à chaque instant l'indication du nombre de tours que fait la machine par minute, ce qui constitue un élément très-important de contrôle, au point de vue de la régularité du service et de la conduite des feux.

M. Jacquemier a perfectionné ce premier type, en vue de réduire la durée de la période pendant laquelle se fait en réalité le compte du nombre de tours. Il a créé dans cet ordre d'idées de nouveaux appareils, où l'emploi d'embrayages alternatifs et de mouvements différentiels permet de réduire, autant qu'on le veut, l'intervalle de temps sur lequel la machine opère. Jusqu'ici ses appareils n'ont été essayés que dans la marine, sauf une application faite à un anémomètre de l'observatoire de Montsouris. Mais il est clair

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que le cinémomètre peut s'appliquer à tout arbre tournant, et que rien ne s'opposerait, en principe, à ce qu'il fût essayé pour mesurer la vitesse des trains, au moyen du nombre de tours effectués par un essieu de wagon dans un temps déterminé. Il resterait, il est vrai, à trouver entre l'essieu et le compteur une transmission qui fonctionnât d'une manière certaine, en dépit des trépidations incessantes auxquelles les essieux de wagons sont exposés. Cette application très-délicate n'existe encore qu'à l'état de projet.

En résumé, votre comité des arts mécaniques vous propose, Messieurs, de remercier M. Jacquemier de son intéressante communication, et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent Rapport, avec les dessins des appareils et la légende destinée à en faciliter la lecture.

Signé : Ed. Collignon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 *février* 1879.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DU CINÉMOMÈTRE DE M. JACQUEMIER, REPRÉSENTÉ PLANCHE 110.

L'auteur distingue deux catégories de cinémomètres :

1° Le cinémomètre à encliquetage, ayant une période relativement longue (plus de 10 secondes) et se réduisant à un mécanisme simple, peu coûteux et très-propre aux usages ordinaires de l'industrie ;

2° Le cinémomètre à rotation, marchant à courte période, muni d'un régulateur spécial à mouvement continu et constituant un véritable instrument de précision.

Cinémomètre à encliquetage.

Le modèle représenté planche 110 est celui qui, depuis 1877, a fonctionné à l'escadre d'évolutions de la Méditerranée.

Fig. 1. Vue en élévation de l'instrument.

Fig. 2. Section verticale parallèle au cadran.

X, plateau portant tous les organes du mécanisme.

A, B, C, D, rouage d'une horloge ordinaire, dont A est le barillet et D l'échappement.

E, pied de biche à ressort ou cliquet, recevant un mouvement de va-et-vient de la machine.

F, levier transmettant au cliquet E le mouvement de la machine.

G, première roue à rochet, poussée par le cliquet E dans le sens de la flèche indiqué sur la figure et avançant d'une dent par quart de tour de l'arbre.

H, cliquet d'arrêt à ressort empêchant le rochet G de rétrograder.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

G′, seconde roue à rochet portant l'aiguille indicatrice et susceptible d'être poussée également dans le sens de la flèche au moyen d'un butoir I, actionné par un doigt J fixé au premier rochet G.

H′, cliquet d'arrêt du rochet G′.

K, excentrique calé sur la roue C qui appartient à l'horloge et fait un tour en 36 secondes; cet excentrique tient pendant 6 secondes le levier L levé et, par suite, empêche le cliquet E d'agir sur le rochet G.

M, cheville placée sur la roue C. Dès que l'action du compteur a été suspendue pendant 30 secondes, cette cheville lève le levier N et, par suite, décroche le cliquet d'arrêt H′ du rochet porte-aiguille G′; de sorte que si la vitesse a diminué et que le doigt J soit en avant du butoir I, le rochet G′ dégagé de son cliquet et, en outre, sollicité par le râteau ou secteur denté O et le ressort P, ou encore par un spiral, revient en arrière; I vient reposer sur J et l'aiguille indique la nouvelle vitesse. Si, au contraire, la vitesse avait augmenté, le rochet G′ poussé par le doigt J aurait indiqué tout naturellement la nouvelle vitesse et n'aurait pas à revenir en arrière.

Aussitôt cette fonction accomplie, la roue C continuant de tourner, la cheville M laisse retomber le levier N, et quand le cliquet d'arrêt H′ est de nouveau en prise et que, par suite, l'aiguille que porte le rochet G′ est dans l'impossibilité de rétrograder, la cheville M soulève un autre levier Q; le soulèvement de ce levier a pour effet de décrocher le cliquet H et de permettre au rochet compteur G, sous l'action d'un second râteau semblable au râteau O, de revenir au zéro, lequel est déterminé par l'arrêt du doigt J sur un butoir R fixé à la platine X.

Enfin, quand toutes ces fonctions sont accomplies, c'est-à-dire juste 6 secondes après que l'excentrique K a soulevé le levier L et rendu le compteur inactif, il laisse retomber ce levier; le compteur recommence alors à marcher 30 secondes; les fonctions qui viennent d'être expliquées s'accomplissent de nouveau et la nouvelle vitesse est marquée par l'aiguille qui, bien que le compteur soit revenu au zéro, ne s'est déplacée que d'une quantité correspondant au changement de vitesse d'une période à l'autre.

Cinémomètre à rotation.

Le cinémomètre à rotation est un appareil d'une plus grande précision que le précédent.

Fig. 3. Section verticale parallèle au cadran.

Fig. 4. Section transversale.

a, roue dentée en connexion constante avec la machine dont il s'agit d'indiquer la vitesse (fig. 4); l'arbre qui porte cette roue, et sur lequel est claveté le levier *b c* d'un train épicycloïdal *b d e*, tourne donc d'une façon continue et avec une vitesse proportionnelle à celle de la machine, dans le sens, par exemple, de la flèche indiquée au bas de la figure 3.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux roues *d*, *e* du train épicycloïdal sont reliées aux rochets *f*, *g* par des manchons fous sur l'arbre.

Le rochet *f* est, en outre, relié à un pignon *h*, qui engrène avec une roue *i* montée folle sur un axe fixé à la platine.

Cette roue *i* porte un pignon *k* (fig. 3), actionné par un râteau ou secteur denté *l* et par un ressort *m*, qui tous deux tendraient constamment à faire tourner le rochet *f* en sens inverse de la flèche et, par suite, de la roue *a*, si ce rochet n'était retenu par un cliquet ou pied de biche *n*.

Le rochet *g* est également muni d'un cliquet d'arrêt *o*.

Le levier *b c* tournant constamment avec la roue *a*, c'est-à-dire comme la machine et dans le sens de la flèche, tendrait à entraîner dans le même sens les deux roues *d* et *e* du train épicycloïdal ; mais si le déclic *o* est décroché du rochet *g*, la roue *e* n'ayant aucune résistance à vaincre, marche seule dans le sens de la flèche et avec une vitesse double de celle du levier *b c* (d'après la loi des épicycloïdaux), tandis que la roue *d* est sollicitée en sens inverse par le râteau *l* et le ressort *m*. Au contraire, si le déclic *o* a ressaisi le rochet *g*, la roue *e* ne pouvant plus tourner dans le sens de la flèche, c'est l'autre roue *d* du train qui est forcée de se mettre en marche malgré la résistance du ressort *m*, et qui tourne dans le sens de la flèche avec une vitesse double de celle du levier *b c*.

p, *q*, excentriques solidaires, de diamètres différents, montés sur l'un des axes d'un puissant mouvement d'horlogerie, lequel est réglé par un régulateur à mouvement continu.

r, *s*, pieds de biche à ressorts commandés respectivement par les excentriques *p*, *q*, et commandant à leur tour les déclics *o*, *n*.

t t', levier à deux branches placé entre les pieds de biche *r* et *s* ; l'une des branches *t* est commandée par le petit excentrique *q*, et l'autre branche *t'*, qui est munie d'un ressort plus fort que celui du pied de biche *r*, est destinée à agir sur ce pied de biche.

Grâce à ces dispositions, lorsque le pied de biche *r* est abandonné par l'excentrique *p*, le déclic *o* lâche instantanément le rochet *g* ; inversement le même déclic *o* accroche instantanément le rochet *g* au moment où la branche *t* du levier *t t'* est abandonnée par le petit excentrique *q*, et laisse agir la branche *t'* pour repousser le pied de biche *r* ; l'action de cette branche *t'* cessera quand la branche *t* sera graduellement relevée par la forme en colimaçon du petit excentrique.

Ceci établi, supposons que les excentriques *p*, *q* fassent un tour en deux secondes ; si, à un moment donné, ces excentriques font agir le déclic *o* sur son rochet *g*, ce qui fait partir la roue *d*, et s'ils font ensuite cesser l'action dudit déclic une seconde après, ce qui arrête instantanément cette même roue *d*, cette dernière aura marché juste pendant une seconde d'un mouvement double de celui de la roue *a* et, par conséquent, double de celui de la machine ; son déplacement angulaire représentera donc bien la vitesse de la machine. En outre, si le déclic *o* continuant à être en prise pen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dant la seconde suivante, les excentriques p, q font lâcher prise au déclic n, le rochet f et, par suite, la roue d obéissant au ressort m, reviendront en arrière jusqu'au point de départ ou zéro, lequel est déterminé par l'arrêt du butoir u, fixé à la roue i, sur le toc v porté par la platine antérieure.

Ainsi, à chaque période de deux secondes, la roue d et, par suite, le pignon h ont parcouru un angle qui représente la vitesse cherchée et sont revenus au zéro. Or l'indication de cette vitesse est rendue permanente par le même moyen que dans le système à encliquetage ; le mouvement angulaire du pignon h représentant la vitesse, est transmis à la roue folle i, laquelle, par l'action du butoir u sur un doigt w, pousse une seconde roue i' qui porte l'aiguille indicatrice.

Cette roue i' est sollicitée par un secteur denté et un ressort semblables au secteur l et au ressort m; elle commande un pignon x relié à un rochet y, lequel est retenu par un cliquet z à deux branches commandé par les excentriques p, q. L'action est absolument la même que dans le premier type. La roue i' qui porte l'aiguille est poussée, comme on l'a vu, par la roue i, toutes les fois que dans une période la vitesse est plus grande que dans la période précédente. Si, au contraire, la vitesse a diminué, quand la roue i est arrêtée à la fin de la période, les excentriques p, q font décrocher le cliquet z; la roue i' et, par suite, l'aiguille rétrogradent jusqu'à ce que le doigt w rencontre le butoir u; puis, par suite de l'action des cames p, q, le cliquet z revient en prise sur le rochet y, de façon que l'aiguille se trouve fixée sur l'indication de la nouvelle vitesse, et ce n'est qu'à ce moment que les excentriques décrochent le déclic n, ce qui permet au rochet f de revenir au zéro. Enfin, la deuxième seconde étant écoulée, une nouvelle période recommence par l'accrochage du déclic o, ce qui fait partir la roue d et par suite la roue i.

Ainsi, dans tous les cas, l'aiguille indicatrice vient, après chaque période, se mettre d'accord avec la roue i qui indique bien la vitesse, mais seulement pendant un instant très-court, tandis que l'aiguille, au contraire, maintient son indication jusque après la période suivante, pour ne se déplacer alors que de la variation de cette vitesse.

Application à la Marine.

Les premiers essais de l'appareil de M. Jacquemier ont été faits dans la Marine.

Un premier type à encliquetage construit par M. Redier, principalement en vue du service à bord des bâtiments à vapeur, a été mis en expérience à l'escadre d'évolutions, sur *la Revanche* d'abord, puis sur *la Provence* et *l'Héroïne*. Les résultats avorables obtenus sont consignés dans le résumé suivant des rapports officiels :

Résumé des rapports sur les expériences comparatives entreprises, à bord de la Provence *et de* l'Héroïne, *sur l'indicateur Jacquemier et le compteur différentiel Valessie.*

Ces rapports constatent avant tout, qu'on ne peut établir aucun parallèle entre ces deux instruments, car ils remplissent deux buts essentiellement distincts, quoique également utiles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

variations, la vitesse relative de la machine, de manière à permettre à chaque bâtiment d'une escadre de regagner et de conserver son poste, tandis que l'indicateur du nombre de tours de M. le lieutenant de vaisseau Jacquemier est un contrôleur placé sous les yeux de l'officier de quart, et plus particulièrement destiné à lui indiquer, à tout instant, le nombre de tours réels de la machine.

Ce second instrument apporte donc à l'officier de quart, sur la machine, un nouvel élément important d'appréciation qui ne peut que perfectionner encore la régularité des évolutions d'escadre. Il constitue, en outre, sur un bâtiment naviguant isolément, un contrôle indispensable et très-économique, car dans ce cas, le rôle de l'officier de quart n'est plus, comme dans une escadre, de regagner ou de perdre une distance déterminée par le mouvement du bâtiment régulateur ; il se borne alors à s'assurer constamment de la régularité du service de la machine et de la conduite des feux, par le nombre de tours de l'hélice.

Il résulte, en outre, des conclusions de ces rapports, que les indications de l'appareil de M. Jacquemier sont très-précises ; elles n'ont pas, il est vrai, toute la continuité, c'est-à-dire toute l'instantanéité désirable (1), mais l'auteur propose de supprimer cet inconvénient, en apportant dans le mécanisme quelques modifications qui augmenteraient peu le prix de revient (actuellement de 90 francs).

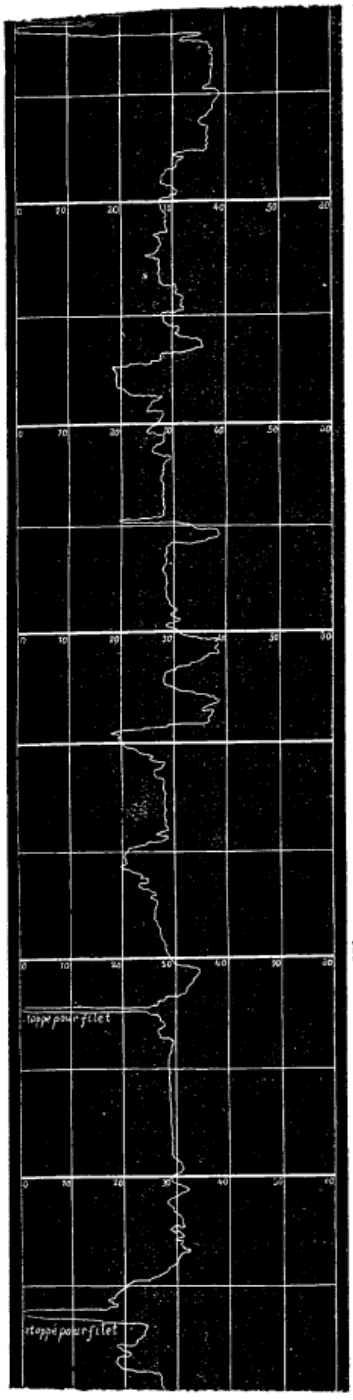
Il y a donc lieu, en résumé, en ce qui concerne l'escadre d'évolutions, d'étendre à tous les bâtiments l'usage de cet indicateur.

Richelieu, le 20 août 1877.

Signé : *le vice-amiral commandant en chef l'escadre d'évolution.*

JAURÉGUIBERRY.

La figure ci-contre donnera une idée



Tracé fourni par le cinémomètre, le 16 septembre 1878, de Saint-Florent à Bastia.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des indications que fournit le cinémomètre ; c'est la représentation, au 1/3, du diagramme tracé par l'instrument pendant un voyage de la frégate cuirassée *l'Héroïne*, de Saint Florent à Bastia, avec l'escadre en évolutions continuelles.

Application à l'observatoire de Montsouris.

La figure 1 ci-dessous représente, en élévation, le cinémomètre enregistreur à transmission électrique adapté à un anémomètre de l'observatoire de Montsouris.

L'anémomètre est dans le parc et la transmission se fait par un fil électrique qui

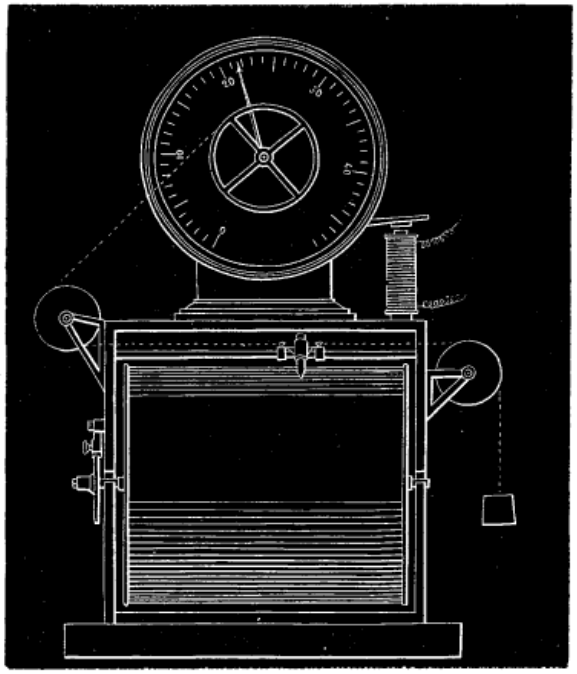


Fig. 1.

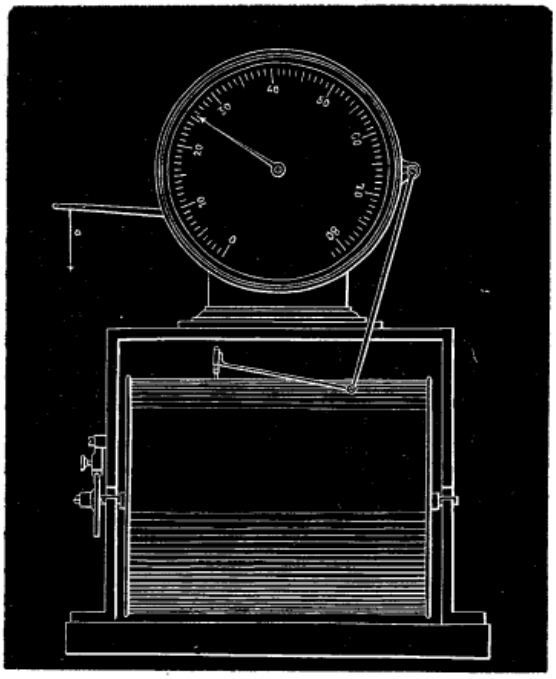


Fig. 2.

aboutit au cabinet du chef des travaux météorologiques, où se trouve le cinémomètre muni d'un électro-aimant.

La graduation du cadran de l'appareil représente la vitesse du vent en mètres par seconde.

Les indications de l'aiguille sont transmises, comme on le voit, au moyen d'un fil et d'une poulie au crayon enregistreur, qui trace sur un papier s'enroulant sur un cylindre.

Le rouage d'horlogerie qui fait tourner le cylindre est placé dans le cylindre lui-même. Un des pivots de ce rouage sert d'axe au cylindre, et est immobilisé à l'extérieur par une vis de pression; le cylindre et l'horloge tournent donc ensemble.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Application aux chemins de fer.

La figure 2 ci-contre représente, en élévation, le cinémomètre enregistreur proposé par l'auteur pour mesurer la vitesse des trains de chemins de fer.

La graduation du cadran de l'appareil représente la vitesse en kilomètres par heure.

Le levier, indiqué par une flèche, transmettrait au compteur les indications qu'il recevrait d'un essieu de la locomotive.

On voit comment les indications de l'aiguille sont transmises au crayon enregistreur, lequel trace sur un cylindre identique à celui de l'appareil précédent.

(M.)

CÉRAMIQUE.

RAPPORT *fait par* M. DE LUYNES, *au nom du comité des arts économiques, sur les* VERRERIES ET CRISTAUX DÉCORÉS PAR DE NOUVEAUX PROCÉDÉS *de* M. MONOT, *à Pantin* (*Seine*).

Messieurs, dans une des séances du Conseil de cette année, M. Monot, directeur de la cristallerie de Pantin, a exposé devant vous un certain nombre de produits sortant de son usine, et obtenus au moyen de procédés nouveaux dont il est l'auteur.

Je viens vous rendre compte des résultats auxquels M. Monot est arrivé, au nom du comité des arts économiques, chargé par M. le Président de l'examen de cette intéressante communication.

M. Monot appartient à ce groupe de verriers qui ont fondé autour de Paris un nombre assez considérable de verreries, dont la plupart, peu importantes, sont surtout destinées à la fabrication de certaines spécialités. Parmi ces établissements, quelques-uns, grâce à l'habile direction de leurs chefs, se sont développés au point d'occuper un rang élevé dans la fabrication du verre. L'usine de M. Monot est certainement l'une de celles qui présentent l'installation la plus remarquable et dans lesquelles les procédés nouveaux et les perfectionnements dans le travail du verre ont été appliqués avec le plus d'activité et de persévérance.

M. Monot, dont l'établissement date de 1850, a fabriqué d'abord du verre et du cristal. Il s'est appliqué, en premier lieu, à obtenir du verre plus blanc qu'on ne l'avait fait avant lui, et il y est parvenu par l'emploi des pots couverts, jusque-là réservés exclusivement pour la fonte du cristal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En même temps, il perfectionnait la construction de ses fours. Conservant la forme et la disposition de la voûte, où sont placés les pots, il a modifié le foyer dans lequel la combustion a lieu au moyen de l'air chaud. L'air dirigé par un appel convenable, pénètre par des carneaux dans des conduits réservés dans le massif même du foyer. Il s'échauffe dans ce parcours et vient sortir par un grand nombre d'ouvertures au-dessus du foyer, à l'endroit où la flamme pénètre dans le four. Par cette combinaison, il obtient une économie de combustible et une répartition plus uniforme de la chaleur dans le four, en même temps qu'il fait disparaître presque complétement les inconvénients résultant de la production de la fumée. C'est un four de ce système qui a fonctionné dans la petite usine que M. Monot avait établie dans le parc de l'Exposition universelle de 1867, et dont chacun a gardé le souvenir.

Enfin, par un choix plus éclairé des matières premières, par l'emploi de chaux plus pure, du sulfure d'antimoine cristallisé, etc., il n'a cessé de perfectionner la qualité du verre et il est juste de dire que la verrerie parisienne a surtout profité de ces améliorations.

En 1859, M. Monot a cédé sa verrerie à ses beaux-frères, MM. Sauvageot, et il s'est exclusivement consacré à la direction de sa cristallerie. Aujourd'hui il se trouve en possession de l'outillage perfectionné moderne : il a installé chez lui le procédé de Baccarat qui consiste à couper le verre au moyen d'un jet horizontal plat et très-fin d'air chaud et à rebrûler ensuite les bords à la flamme du chalumeau. Cette méthode, qui dérive de celle dont se servaient les verriers de Bohême, permet de fabriquer les pièces plus économiquement et d'arriver à une perfection plus grande. Un autre perfectionnement important qu'on doit à M. Monot, résulte de l'emploi de ses moules tournants : ils simplifient le travail du souffleur qui n'est plus obligé de souffler, et de tourner à la fois la canne supportant le verre en cours de travail.

M. Monot s'est aussi préoccupé de la cristallerie de luxe; indépendamment de la fabrication courante obtenue dans les meilleures conditions de qualité et de forme, il a créé des genres nouveaux qui ont vivement frappé l'attention à leur apparition. Nous citerons surtout ses pièces craquelées à reflets métalliques et ses feuilles métalliques vermeil.

Voici en quoi consiste la fabrication des vases craquelés à reflets métalliques.

Une masse de cristal ayant reçu sa première forme, est recouverte extérieurement d'une couche de verre à l'argent et d'une couche de cristal

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mince, ce qui constitue un verre triplé dont la surface est ensuite dorée au four. Après quoi, au moyen du soufflage, on applique à l'extérieur une couche mince de verre à l'argent.

La pièce, chauffée au rouge, étant plongée dans l'eau froide, la couche vitreuse dorée se trouve recouverte de craquelures qui mettent à jour entre elles la surface du verre à l'argent placé au-dessous. C'est alors qu'au moyen d'un chalumeau spécial on dirige un jet de gaz décarburé qui, projeté sur le verre à l'argent, le réduit en produisant une belle irisation métallique à l'intérieur du vase et entre les craquelures. Nous devons ajouter que le verre à l'argent, employé dans cette fabrication, est encore une création de M. Monot. Avant lui, le verre à l'argent ne s'obtenait que par cémentation ; c'est lui qui, le premier, a préparé le verre à l'argent coloré dans la masse, dont il s'est servi en 1867 dans sa petite usine de l'Exposition.

Les feuilles vermeil s'obtiennent par un procédé qui est, en quelque sorte, la réciproque du précédent. Une paraison recouverte à l'intérieur d'une couche mince de verre cuivreux et présentant, en ses différents points, des épaisseurs différentes, est introduite chaude dans un moule en deux parties, ayant un écartement convenable. Un chalumeau à gaz, placé au bout de la canne, sert à y introduire le gaz sous une pression suffisante pour obtenir le moulage ; mais le gaz réduit en même temps le verre à base de cuivre et produit à sa surface une métallisation très-remarquable. C'est en réalité un procédé de réduction analogue au précédent, avec cette différence que le gaz agit à l'intérieur de la pièce au lieu d'être appliqué à l'extérieur.

Nous avons encore à citer le genre cristal de roche avec dessins en relief, et une fabrication d'aventurine très-réussie.

Tous ces nouveaux genres ont paru à l'Exposition de 1878, où ils ont obtenu le plus grand et le plus légitime succès. L'exposition générale de M. Monot est, en effet, une de celles qui ont été le plus remarquées.

Votre comité des arts économiques pense que M. Monot a rendu de réels services à l'industrie par les progrès qu'il a réalisés dans son usine, et dont la plupart ont été mis à profit par la verrerie parisienne. Il vous propose de le remercier de son intéressante présentation, en le félicitant des résultats nouveaux qu'il a obtenus, et d'ordonner l'insertion du présent Rapport au *Bulletin*, en le faisant suivre de la description et du dessin du four de M. Monot.

Signé : V. DE LUYNES, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 28 *mars* 1879.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DE LA PLANCHE 111 REPRÉSENTANT LE FOUR DE M. MONOT.

Fig. 1. Vue en élévation du four, suivant son grand axe (la cheminée est coupée).
Fig. 2. Section verticale passant par le grand axe.
Fig. 3. Plan et coupe à $0^m,50$ au-dessus du siége.
a, grille.
b, carneaux à air froid.
c, carneaux à air chaud.
d, trous à air chaud débouchant sur le foyer.
e, niveau supérieur du siége du four.
f, pot ou creuset à fondre.
g, ouvreau à réchauffer les pièces.
h, piliers.
j, entrée des cheminées.
k, arcades pour l'introduction des creusets.
l, couronne.
m, sorties des cheminées.
n, moufles à réchauffer les verres de couleur.
o, grande cheminée d'appel.
p, registre pour fermer la grande cheminée d'appel.
q, ouverture pour introduire le combustible.
r, massifs supportant le four.
s, couloirs souterrains pour amener l'air sous la grille.
t, tonnelle.
u, portes-regards.
v, orifices pour le nettoyage des cheminées. (M.)

ENSEIGNEMENT.

RAPPORT *fait par* M. DE LA GOURNERIE, *au nom du comité des arts économiques, sur les* ÉPURES-RELIEFS, *construites par* M. MAGNUSKI, *professeur de géométrie descriptive, rue de Rennes,* 151, *à Paris.*

Depuis Monge, on enseigne le trait d'une manière abstraite, avant de traiter les problèmes de la stéréotomie. Cette méthode présente de grands avantages mais les débutants ont souvent de la peine à comprendre, dans l'espace et d'après les projections, la disposition de figures qui ne correspondent pas à des objets ayant des formes connues.

Pour surmonter cette difficulté assez sérieuse, plusieurs professeurs ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cherché à familiariser leurs élèves avec le mécanisme des projections à l'aide de tracés établis dans l'espace de diverses manières. Vers 1848, Théodore Olivier, généralisant ces procédés, inventa un appareil qu'il a appelé *omnibus* (1) et dont il s'est servi fort habilement pour rendre sensibles les opérations de la géométrie descriptive.

L'*omnibus* est composé de deux tables de liége dans lesquelles on pique des fiches de diverses couleurs qui représentent des lignes. On peut rendre la seconde table perpendiculaire à la première, puis la rabattre sur son prolongement.

L'appareil d'Olivier est employé avec succès, depuis près de trente ans, dans les écoles d'arts et métiers. Il a été introduit dans les lycées vers 1851, mais les professeurs de l'Université paraissent avoir renoncé à s'en servir. L'opinion n'est donc pas fixée à son égard d'une manière certaine.

L'*omnibus* peut servir pour toutes les figures qui ne sont composées que de lignes droites et qui, d'ailleurs, ne présentent pas une trop grande complication ; mais cette richesse même a ses inconvénients, parce qu'il faut une véritable habileté de main pour former, avec les fiches, quelques épures au delà des plus élémentaires.

M. Magnuski, professeur de géométrie descriptive à l'école Lavoisier, a construit des épures-reliefs dont chacune ne convient qu'à un problème. Les projections sont tracées sur deux petites tables en bois réunies par une charnière. Des tiges et des plaques métalliques figurent dans l'espace les droites et les plans. Quelquefois les plaques peuvent prendre diverses positions qui correspondent à autant de lignes différentes placées sur les tables.

Ces appareils sont très-simples et leur manœuvre ne peut donner aucune préoccupation au professeur. M. Magnuski les emploie pour les explications qu'il donne et les met entre les mains des élèves pendant les interrogations. Il obtient de bons résultats. La collection comprend quatorze épures-reliefs, mais elles ne sont pas toutes également utiles. Il suffirait probablement des cinq ou six premières pour amener promptement les élèves à saisir la disposition des figures indiquées par des projections. On doit faire une grande distinction entre les épures-reliefs et les modèles. Par suite de la complication qu'introduisent les projetantes et les diverses lignes auxiliaires, les premiers

(1) On trouve la description de l'*omnibus* dans l'*Instruction pour l'enseignement de la géométrie descriptive dans les écoles d'arts et métiers*, insérée au *Bulletin de la Société d'encouragement*, vol. XLVIII, 1849, p. 591, § 20.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appareils ne donnent pas à l'esprit, pour les questions difficiles, le soulagement que l'on en attend, tandis que, dans les applications, les modèles présentent toujours un grand intérêt pour manifester les formes des diverses parties des objets considérés.

En résumé, votre comité des arts économiques pense que les appareils présentés facilitent l'enseignement des premiers éléments de la géométrie descriptive. Il vous propose, en conséquence, de remercier M. Magnuski de sa communication et d'ordonner l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin*.

Signé : J. DE LA GOURNERIE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 28 *novembre* 1879.

CHEMINS DE FER.

SUR LES DÉPENSES D'ENTRETIEN DE LA VOIE DES CHEMINS DE FER EN FRANCE, PAR M. BAUDE, VICE-PRÉSIDENT DU CONSEIL (1).

L'expérience de l'entretien des voies, que l'on acquiert si lentement, n'a pu se faire en France que dans six grandes Compagnies qui exploitent aujourd'hui vingt-deux mille kilomètres de chemins de fer.

Il faut, en effet, un temps assez long pour arriver à un état normal de remplacement des traverses, de substitution de rails neufs à des rails usés, et pour connaître enfin ce que seront les grosses réparations de la voie.

Ces grosses réparations que l'on n'est obligé de faire qu'au bout d'un certain temps d'exploitation, ont été et sont souvent encore, pour beaucoup d'entreprises, une cause de déception. On entretient pendant deux ans, six ans, une voie qu'on a livrée à la circulation, et l'on dit aussitôt dans des prospectus ou à des actionnaires : c'est *tant* par kilomètre pour l'entretien des voies. On oublie la grosse réparation qui arrive au bout de peu d'années, et qu'en général les Compagnies distinguent, dans leurs comptes, de l'entretien ordinaire.

L'entretien ordinaire consiste à relever les traverses, à les bourrer avec le sable du ballast, à remplacer isolément des traverses pourries, à mettre un rail ayant déjà servi à la place d'un rail usé ou avarié, mais de même calibre.

(1) D'après un Mémoire inédit de M. Petsche, ingénieur en chef de la voie de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais, à côté de cet entretien, il vient un moment où il est nécessaire de faire de longues réfections de voies, où l'on renouvelle le ballast vicié, où l'on emploie des traverses et des rails neufs, laissant les anciens rails pour le petit entretien dont nous avons parlé.

Ces dépenses de réfection sont à peu près équivalentes à celles du petit entretien qui se révèlent dès le premier jour.

M. Petsche, ingénieur en chef de l'entretien de la voie des chemins de fer de l'Est, a fait, à ce sujet, un relevé statistique des plus intéressants sur les dépenses d'entretien des six grandes Compagnies de chemins de fer, dans une période de six années, de 1872 à 1877.

Ce n'est pas chose facile que de se reconnaître dans ce classement des dépenses par exercice, et de faire la part qui appartient réellement à chacune. Il faut donc opérer sur plusieurs années pour obtenir des moyennes raisonnables. En effet, les voies simples sont peut-être devenues de doubles voies. Les trains de voyageurs, de rares qu'ils étaient, deviennent plus nombreux; le tonnage varie, les saisons sont plus ou moins mauvaises, les approvisionnements accélèrent ou ajournent une grosse réparation et bien d'autres causes peuvent apporter des perturbations dans les dépenses d'entretien d'une année.

Dans le premier tableau ci-dessous, M. Petsche a donné la dépense par ligne et par kilomètre, et il faut entendre par ligne le chemin de fer proprement dit, qu'il soit à simple ou à double voie. La dépense d'entretien, par kilomètre de voie, s'entend des voies mises bout à bout.

DÉSIGNATION des COMPAGNIES.	DÉPENSE par ligne et par kilomètre.	DÉPENSE par kilomètre de voie.	LONGUEUR proportionnelle du chemin à deux voies.
	fr.	fr.	
Est.	5 653	3 632	56 pour 100
Ouest..	5 640	3 697	53 —
Paris-Lyon-Méditerranée. . . .	5 666	3 594	49 —
Orléans.	4 923	3 626	36 —
Midi.	3 601	2 652	36 —
Nord.	7 556	4 214	79 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On remarque que les dépenses de l'Est, de l'Ouest, de Paris-Lyon-Méditerranée sont sensiblement les mêmes, la proportion entre les simples et les doubles voies étant à peu près égale pour tous. Orléans a une dépense générale kilométrique sensiblement inférieure; mais sa double voie ne s'étend que sur un peu plus du tiers de la longueur du réseau. On doit se douter, en effet, qu'une double voie, à égalité de parcours de trains ou de tonnage, est plus chère à entretenir qu'une simple voie. Au moment où l'on établit une deuxième voie, si l'on gagne en sécurité, on perd en économie d'entretien.

La différence entre le Midi et le Nord, la plus marquée, tient à la différence de trafic, de climat, aux longueurs de voies doubles dans l'ensemble des lignes du Nord.

L'ordre économique du tableau qui précède se modifie, si on tient compte du parcours des trains. On le voit par le tableau suivant, où nous conservons le même ordre de classement des Compagnies.

RÉSEAUX.	NOMBRE MOYEN ANNUEL DES TRAINS par kilomètre de ligne.	NOMBRE MOYEN ANNUEL DES TRAINS par kilomètre de train.	DÉPENSE par kilomètre de parcours de train.
			fr.
Est.	8 324	5 348	0,679
Ouest.	8 390	5 498	0,672
Paris-Lyon-Méditerranée.	8 009	5 364	0,670
Orléans.	6 116	4 504	0,805
Midi.	5 122	3 771	0,703
Nord.	11 843	6 605	0,638

Le Nord, dont l'entretien était le plus cher dans le premier tableau, est, au contraire, le plus économique si on le rapporte au nombre de trains parcourus. Orléans, chez qui la dépense est la plus élevée, a des pentes exceptionnellement fortes sur son second réseau, où l'entretien est beaucoup plus cher. Là où le mouvement des trains est à peu près le même, les dépenses par kilomètre de parcours de train ne diffèrent pas; tel est le cas de l'Est, de l'Ouest et de Paris-Lyon-Méditerranée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Petsche a voulu enfin connaître l'influence du tonnage sur les dépenses d'une voie. Il ne peut être question que du tonnage utile; le poids mort, c'est-à-dire le poids des véhicules, ne peut se saisir et il est le même à peu près partout. On a, d'ailleurs, assimilé le voyageur au poids d'une tonne ; c'est une assimilation admise par l'analogie du tarif de la tonne et du voyageur.

Voici le tableau :

RÉSEAUX.	TONNAGE MOYEN annuel ramené au kilomètre de voie.	CHARGEMENT moyen PAR TRAIN.	DÉPENSE par kilomètre de parcours de tonne.
			fr.
Est.	434 000	81	0,0084
Ouest.	406 000	74	0,0091
Paris-Lyon-Méditerranée.	688 000	121	0,0055
Orléans.	370 000	82	0,0098
Midi.	356 000	94	0,0075
Nord.	575 000	87	0,0073

L'ordre économique est encore changé ; ainsi sur le réseau de Paris-Lyon-Méditerranée, la dépense d'entretien de la voie est plus modique que partout ailleurs, si on la rapporte à la tonne transportée. Cela tient au chargement exceptionnel des trains, et par suite à l'accumulation des voyageurs et de la marchandise sur ce réseau fortuné.

Nous ne suivrons pas M. Petsche dans le développement des formules à l'aide desquelles il déduit ce que devrait être l'entretien de la voie, si on rapporte sa dépense au parcours des trains ou au tonnage commercial de la ligne. Les constantes ou les coefficients que l'on adopte se rapportent à certaines données particulières, d'où l'on ne saurait tirer une loi générale.

Ainsi, par exemple, il a remarqué que sur les lignes de l'Est, de l'Ouest, de Paris-Lyon-Méditerranée, du Nord, la dépense d'entretien, pour 3 500 trains, était à peu près de 2 450 fr., et d'autre part que, pour une augmentation de 1 000 trains, la dépense croissait de 620 fr. par kilomètre.

Il en résulterait, théoriquement, que la dépense d'entretien d'une ligne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui ne porte rien serait de (2 450 fr. — 620 fr. × 3,5) = 280 fr., ce qui pratiquement n'a pas grand sens.

Mais alors, si on représente par y la dépense, en francs, par kilomètre de voie, par x, le nombre annuel des trains, on aura la formule

$$y = 280 \text{ fr.} + 0{,}62\,x$$

$$\text{ou } \frac{y}{x} = \frac{280}{x} + 0{,}62$$

Il résulte de cette dernière formule que, si le nombre des trains augmente, le rapport de la dépense au nombre des trains tend à diminuer. On remarque que l'équation qui précède représente une hyperbole qui se rapproche d'une asymptote horizontale, laquelle répond à un minimum de 0 fr. 62.

Nous ne pousserons pas plus loin ces déductions, qui ne sauraient s'appliquer qu'à des cas très-particuliers de l'exploitation. Elles n'en sont pas moins ingénieuses.

M. Petsche continue ses recherches sur les éléments de prix des dépenses d'entretien de la voie pour les années 1878 et 1879, et nous croyons savoir que les dépenses probables de ces deux exercices, en les rattachant aux trois années antérieures, donneront des moyennes de dépenses sensiblement inférieures à celles que nous avons citées plus haut.

A mesure que l'on étudiera la question si importante de l'entretien des voies, on reconnaîtra que certaines méthodes tendent à en diminuer les dépenses normales. Ainsi, nous estimons que la qualité du ballast a une grande influence sur les résultats économiques de cet entretien, c'est-à-dire qu'il vaut mieux, en général, avoir un ballast cher mais en bonne pierre ou en gravier dur, dût-on le chercher au loin, qu'un sable ténu et boueux que l'on trouvera sur place.

Les recherches de la statistique ont un grand intérêt, lorsqu'elles conduisent à une amélioration; celles de M. Petsche sont de ce nombre, et les comparaisons qu'il est amené à faire, dans les détails si variés de l'entretien, conduiront, nous n'en doutons pas, à d'excellents résultats économiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE.

DE L'INFLUENCE DU CLIMAT SUR LES RÉCOLTES DANS LA RÉGION N.-O. DU DÉPARTEMENT DE LA MANCHE (EXTRAIT), PAR M. HERVÉ MANGON, MEMBRE DU CONSEIL.

Température. — Le climat maritime des côtes de la Manche est remarquable par sa douceur et sa régularité. La température moyenne des mois les plus froids de l'année est très-supérieure à 0 degré. Habituellement, il gèle seulement un peu pendant quelques nuits de l'hiver et il est très-rare qu'à une heure du soir la température soit inférieure à 0 degré ; l'hiver de 1870-1871 constitue une exception fort rare. La moyenne du mois de décembre 1870 a été de + 2°, 8 au lieu de 5°,01, et celle de janvier 1871 de + 2°, 13, au lieu de 5°,62. La température est descendue à — 8°,5, le 27 décembre 1870, et à — 11 degrés pendant les nuits du 2 et du 4 janvier 1871.

La chaleur de l'été est aussi modérée sur nos côtes que le froid de l'hiver est peu intense. La température moyenne de juillet est de 17°,44. En 1876, elle a atteint le chiffre de 18°46, et la plus haute température observée à une heure a été, le 25 juillet, de 25°,9. La température n'éprouve, d'ailleurs, que des changements assez faibles, entre le milieu du jour, le soir et le matin.

Quand on s'éloigne de la côte, on rencontre des figuiers très-âgés qui témoignent de la rareté des hivers à fortes gelées. Les figues sont bonnes et mûrissent tous les ans. Le raisin, au contraire, même sur les espaliers les mieux exposés, arrive très-rarement à maturité.

Pluies. — Au point de vue de l'agriculture on ne peut pas caractériser un climat par la température seulement. La distribution par saison des pluies sur nos côtes est également indispensable à connaître. Dans la Basse-Normandie, la hauteur moyenne annuelle de pluie est de 865^{mm},19 chiffre dépassé dans beaucoup de localités françaises, et qui excède de un tiers seulement celui qui exprime la hauteur de la pluie à Paris. Le minimum de la pluie est en juin. La hauteur d'eau recueillie pour le mois entier de 48^{mm},13. Le maximum est en novembre et s'élève à 110^{mm},52. En juillet et août la pluie est assez abondante et assure aux herbages la fraîcheur qu'ils réclament ; mais si la quantité absolue de pluie n'est pas très-considérable dans la Manche, les ondées sont très-nombreuses et se distribuent d'une manière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

régulière entre les différents mois de l'année. Les averses sont donc très-nombreuses et peu abondantes.

Ces pluies faibles, mais fréquentes, combinées avec une température douce et régulière, caractérisent complétement une région de *pâturages*. Si l'on ajoute à ces avantages du climat, l'heureuse disposition géologique des terrains, qui assure l'alimentation permanente des abreuvoirs à bestiaux par de l'eau fraîche, véritable eau de source, on comprendra les causes de l'excellente qualité des *herbages* qui font la richesse et la célébrité du Cotentin.

Grande culture. — L'auteur fait ensuite connaître l'influence du climat sur le développement et la maturité des plantes de grande culture.

Les calculs relatifs au nombre de degrés de température, nécessaires a la maturation des récoltes, n'ont point été faits jusqu'à présent d'une manière détaillée pour le nord-ouest de la Manche faute d'observations prolongées obtenues au milieu même des cultures considérées. Les chiffres qui vont suivre méritent donc par leur nouveauté et leur précision, de fixer l'attention des agronomes.

On calcule habituellement le nombre de degrés de température nécessaires à la maturation des plantes semées en automne, en multipliant le nombre de jours écoulés depuis le 1er mars jusqu'à la moisson, par la température moyenne de cette période. Ce calcul convient peut-être dans les pays où l'hiver est long et rigoureux, mais il donnerait des chiffres inexacts dans un climat où les hivers sont extrêmement doux. On a donc tenu compte de la température depuis le jour de l'ensemencement jusqu'au jour de la récolte, en supprimant tous les chiffres égaux ou inférieurs à + 6°, température au-dessous de laquelle de nombreuses observations me portent à penser que la végétation de nos plantes de grande culture est à peu près nulle. La somme des degrés de température attribuée à chaque plante dans ce qui suit, est obtenue, par conséquent, en divisant par trois la somme des températures observées à l'ombre à 7 heures du matin, à 1 heure et à 7 heures du soir, déduction faite des chiffres égaux ou inférieurs à + 6° depuis le jour du semis jusqu'au jour du coupage.

Huit années d'observations, de 1869 à 1878, relatives à *des cultures de froment* faites par des cultivateurs distingués, au voisinage immédiat de l'observatoire météorologique de Sainte-Marie-du-Mont, donnent les résultats suivants. La moyenne des sommes de degrés de température, observés à l'ombre et calculés comme on vient de dire, est de 2 379 degrés. Cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyenne diffère à peine de 6 pour 100 du chiffre annuel le plus fort 2 517 degrés eu 1871, et du plus faible 2 219 degrés en 1875, et ces faibles différences ne paraissaient en rapport ni avec la hauteur de pluie ni avec le nombre de jours pluvieux.

Pour l'*avoine* de printemps, le nombre moyen des degrés de température s'élève à 1 826. Ce nombre s'écarte de moins de 7 pour 100 des deux chiffres extrêmes de la série.

Pour l'*orge*, la moyenne des degrés de température nécessaires à la maturité, s'élève à 1 810 degrés. Les nombres extrêmes de la série s'écartent de près de 10 pour 100 de cette moyenne.

La récolte des *fèves* n'a souvent lieu que plusieurs jours après la maturation, ce qui laisse un peu d'incertitude dans les calculs; cependant l'écart entre les termes extrêmes de la série et la moyenne qui est de 2 210 degrés, n'excède pas 6 à 7 pour 100 de ce dernier chiffre.

Pour le *sarrasin* (variété ordinaire), on n'a pas pu réunir les dates précises d'ensemencement et de récolte, pour chacune des années, de 1870 à 1878, mais un dicton du pays, dont on s'écarte, en effet, le moins possible, veut que le sarrasin soit semé le 11 juin (saint Barnabé), et coupé, jour pour jour, 3 mois après. En appliquant cette règle aux années de 1870 à 1878, on trouve que le nombre moyen des degrés de température nécessaires au sarrasin serait de 1 525 degrés. Un sarrasin parfaitement réussi en 1871, a reçu 1 585 degrés.

Il est intéressant de comparer, pour le même lieu, l'effet du mauvais temps qui dure depuis plusieurs mois sur nos contrées, avec les conditions climatologiques qui viennent d'être décrites et qui résultent de dix années d'observations.

Température. — La température moyenne du mois de janvier de cette année (1879), a été très-basse; elle est restée de 2°,81 au-dessous de la moyenne générale mensuelle des 10 années; celle d'avril a été de 1°,55 et celle de mai de 1°,19 au-dessous de cette moyenne. Le mois de juillet a été tout à fait extraordinaire. Sa température est restée de 2°,50 au-dessous de la moyenne. La moyenne des indications du thermomètre à maxima, de cette année, a été de 3°,43 plus bas que celle de l'ensemble des 10 années. La moyenne du mois de juillet est restée de 2°,5 et celle du mois d'août de 0°,60 au-dessous de la moyenne. Ces écarts ont diminué progressivement en septembre et en octobre.

Pluie. — En rapprochant les quantités d'eau tombées dans les premiers

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mois de 1879, des hauteurs moyennes mensuelles de pluie, on est frappé des conditions météorologiques défavorables de cette année. En février, il est tombé 112^{mm},6 de pluie, le double de ce qui tombe en moyenne ordinairement et plus qu'il n'en était tombé dans ce mois depuis onze ans. En juin, il est tombé 88^{mm},4 d'eau, c'est-à-dire 40 millim. de plus que la moyenne. La hauteur d'eau tombé en juillet et août a encore un peu excédé la moyenne.

Récoltes. — Le mauvais temps avait retardé les semailles *du blé* de plus d'un mois; la basse température ou les pluies exceptionnelles avaient ralenti la végétation, enfin le mois de juillet n'avait donné que 463 de température au lieu de 536 degrés. Pour compenser ces diverses causes de retard, le blé a dû rester en terre 22 ou 23 jours de plus que de coutume et la récolte n'a eu lieu que le 1er septembre au lieu du 8 août.

Pour l'*avoine*, le retard de la récolte, en 1879, est estimé dans le pays à 25 jours.

Pour l'*orge*, un retard de 20 jours sur l'époque ordinaire de la moisson, a permis à la récolte de recevoir un nombre de degrés de température supérieur à la moyenne.

Pour les *fèves*, le retard de la récolte a été de 21 jours.

Pour le *sarrasin*, qui est cultivé comme récolte principale et qui réussit toujours bien, le retard de la récolte a été de 10 à 12 jours, et la quantité de chaleur reçue a été en 1 627 degrés au lieu de la moyenne 1 525 degrés.

Les détails qu'on vient de donner sur le climat exceptionnellement régulier de la Basse-Normandie, font comprendre les avantages qu'il possède pour la culture pastorale ; on peut d'ailleurs en déduire les conclusions suivantes :

1° Dans un climat doux et régulier, comme celui où ont été faites ces observations, il y a presque toujours avantage à faire de bonne heure les semis d'automne.

2° On peut calculer avec une grande exactitude, un mois ou six semaines à l'avance, l'époque de la récolte des plantes dont on vient de parler, en faisant chaque année la somme des degrés de température observés depuis les semis, et en consultant les tableaux numériques des observations moyennes de température.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MACHINES A VAPEUR.

SUR LES MACHINES COMPOUND COMPARÉES AUX MACHINES CORLISS, PAR M. DE FRÉMINVILLE, MEMBRE DE CONSEIL (1).

« Messieurs, les machines motrices sont en nombre considérable dans les galeries du Champ-de-Mars. Elles présentent des types excessivement variés, et, par leur variété même, témoignent de l'importance des efforts qui ont été entrepris pour apporter de nouveaux perfectionnements à la machine à vapeur.

« Ces machines peuvent se grouper en deux grandes classes :

« La première comprend les appareils du type Corliss, avec toutes les variantes qu'il comporte, et que l'on peut réunir sous la désignation générale de machines à quatre distributeurs;

« La deuxième renferme les machines auxquelles, depuis quelques années, on a pris l'habitude de donner le nom de machines *Compound ;* désignation empruntée à l'Angleterre et qui s'applique à toutes les machines dans lesquelles la détente est opérée par l'action successive de la vapeur dans deux ou un plus grand nombre de cylindres, quelles que soient d'ailleurs les différentes combinaisons dont ces cylindres multiples sont susceptibles.

« Que l'on ait recours à l'un ou à l'autre des deux systèmes, le but proposé est toujours le même, c'est de résoudre l'éternel problème qui s'est présenté dès la création de la machine à vapeur : obtenir des moteurs économiques, en réduisant la consommation de vapeur, ou, ce qui est la même chose, la consommation de combustible, au minimum.

« Au début, la tâche était relativement facile; on se trouvait en présence d'appareils peu perfectionnés, dans lesquels la consommation était considérable et, grâce à des modifications assez simples, on pouvait avancer à grands pas dans la voie du progrès ; ainsi, par la création des distributeurs Farcot ou Meyer, la consommation de combustible a pu être abaissée à près de moitié de ce qu'elle était auparavant. Actuellement la difficulté a grandi avec le degré de perfection des machines qui servent de point de départ, et il n'est plus possible d'avancer d'un pas aussi rapide ; si l'on parvient à réaliser des économies de 10 à 15 pour 100, on devra s'estimer heureux, et encore ce résultat ne pourra-t-il être obtenu qu'au prix des plus grands efforts et en ayant recours à toutes les ressources de la mécanique moderne.

« La véritable difficulté du problème consiste à réaliser d'une manière efficace les grandes détentes, ou à en retirer les avantages économiques annoncés par les calculs théoriques ; c'est la difficulté contre laquelle on a eu constamment à lutter.

(1) Conférence faite par l'auteur à l'Exposition universelle de 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Il est facile d'intercepter l'admission de la vapeur dans un cylindre à tel point voulu de la course du piston, ce qui semblerait à première vue devoir suffire pour obtenir des détentes aussi élevées qu'on le voudrait; mais quand on a comparé les résultats constatés par l'expérience aux indications de la théorie, basée sur une semblable évaluation de la détente, ils ont été trouvés tellement inférieurs à ceux que l'on attendait, que beaucoup d'ingénieurs ont déclaré que la théorie était vaine, qu'il était inutile de faire de la détente, et que, dans bien des circonstances, en effet, ils y ont renoncé.

« Ce désaccord apparent est facile à expliquer; il provient de ce qu'au début une théorie élémentaire pouvait suffire pour expliquer le fonctionnement des machines très-imparfaites auxquelles on en faisait application, mais qu'elle s'est trouvée en défaut lorsqu'il s'est agi de machines plus perfectionnées. Ce n'est que depuis peu de temps qu'on est parvenu à lui donner un degré d'approximation plus grand, permettant d'éviter les mécomptes que je viens d'indiquer.

« Quand la dépense de vapeur ou de charbon est calculée d'après la détente nominale, on ne fait intervenir dans le calcul que les volumes engendrés par le piston, soit pendant l'introduction de la vapeur à pleine pression, soit pendant la course entière; le rapport de ces deux volumes donne la détente. Mais, en réalité, les volumes qui interviennent ne sont pas seulement les volumes théoriques engendrés par le piston; à ceux-ci viennent s'en ajouter d'autres qui résultent inévitablement de l'exécution matérielle de la machine et qui apportent une perturbation profonde dans l'accomplissement de la détente, et par conséquent dans la dépense de vapeur ou de charbon calculée d'après cette détente. Ces espaces sont connus de tous les mécaniciens; on les désigne sous le nom d'*espaces nuisibles*. Ils se composent de deux parties :

« 1° Du volume laissé libre à l'extrémité de la course du piston, entre cet organe et les fonds du cylindre; il est nécessaire pour parer aux difficultés du montage;

« 2° Du volume des conduits qui amènent la vapeur de la glace des tiroirs jusqu'à l'intérieur du cylindre.

« Ils constituent un volume total qu'on cherche à réduire le plus possible, mais qui atteint facilement, dans les machines pourvues de tiroirs ordinaires, jusqu'à 5 pour 100 de la capacité engendrée par le piston, et même plus quand on n'y apporte pas le soin nécessaire.

« L'intervention de ces espaces vient troubler profondément la détente, pour deux raisons : en premier lieu, la détente effective n'est plus représentée par le rapport du volume initial engendré par le piston pendant la course à pleine pression, au volume total, mais bien par le rapport de ces mêmes volumes, augmentés chacun du volume de l'espace mort; or, d'après les règles les plus élementaires de l'arithmétique, ce nouveau rapport est toujours moindre que le premier : la détente *effective* est moindre que la détente *nominale*. Il résulte de là deux effets : 1° la détente est moins grande; par conséquent on recueille sur les pistons une plus grande quantité de travail. Il semblerait qu'il n'y a pas là d'inconvénient; c'en est un cependant au point de vue de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'économie ; car 2° cette quantité de travail est obtenue avec une détente moindre, et pour cette seule raison la dépense de vapeur est plus grande. En second lieu, on dépense sans en retirer aucun travail direct tout le volume de vapeur qui a rempli la capacité des espaces nuisibles ; on perd le travail à pleine pression de ce volume de vapeur, et, par suite, la dépense par cheval en est augmentée d'autant.

« Pour fixer les idées sur l'importance de l'influence perturbatrice des espaces morts, il est nécessaire de citer quelques nombres.

« Je supposerai une machine dans laquelle la pression initiale de la vapeur soit de 5 kilogrammes, la contre-pression de 200 grammes. C'est une contre-pression bien forte, qui suppose un vide médiocre, mais cela répond assez bien aux conditions usuelles d'une machine en service courant, ainsi qu'aux conditions d'entretien ordinaires.

« Dans une semblable machine sans espace mort, avec une détente nominale au rapport 2, la dépense de vapeur par cheval devrait être de 8 kilog. 36 ; à la détente 8, de 4 kilog, 89 ; à la détente 16, de 4 kilog. 38.

« Mais faisons intervenir les espaces morts, et supposons d'abord un espace mort très-réduit, qui soit seulement de 2 pour 100 du volume total engendré par le piston ; les prévisions théoriques sont notablement modifiées. A la détente 2, la consommation de vapeur devient 8 kilog. 67 ; à la détente 8, 5 kilog. 32 ; à la détente 16, 4 kilog. 87 ; et l'espace mort de 2 pour 100 est cependant un espace mort très-petit, que l'on ne réalise que difficilement.

« Avec une espace mort de 5 pour 100, celui des bonnes machines Farcot d'il y a une dizaine d'années, à la détente 2, la dépense de vapeur s'élève à 9 kilog. 13 ; à la détente 8, à 5 kilogr 92 ; à la détente 16, à 5 kil. 55.

« L'échelle croissante des consommations avec la grandeur des espaces morts peut encore être représentée par l'abaissement des bénéfices que l'on se croirait en droit d'attendre des grandes détentes.

« Avec un espace mort nul, en passant de la détente 2 à la détente 8, on devrait réaliser une économie de 40 pour 100 ; en passant de la détente 8 à la détente 16, on devrait gagner 12 pour 100.

« Si l'espace mort est de 2 pour 100, en passant de 2 à 8 on ne gagne plus que 38 pour 100 ; en passant de 8 à 16 le bénéfice atteint à peine 8 pour 100.

« Le déficit est bien plus grand avec des espaces morts de 5 pour 100 ; en passant de 2 à 8 on gagnera encore peut-être 35 pour 100 ; mais en passant de 8 à 16 on gagne au plus 6 pour 100.

« Ces nombres suffisent pour faire comprendre à quel point des espaces morts, dont la grandeur relative ne paraît pas bien considérable, peuvent atténuer les économies de vapeur ou de combustible calculées d'après les détentes nominales.

« Ici cependant il est nécessaire d'introduire une remarque à laquelle on doit attacher

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une grande importance; les dépenses de vapeur que je viens d'indiquer sont basées uniquement sur l'appréciation des quantités de vapeur qui manifestent leur présence à l'intérieur du cylindre par le travail qu'elles y produisent. Or, tous les mécaniciens savent que ces quantités de vapeur sont toujours moindres que celles qui sont sorties de la chaudière ; qu'une fraction plus ou moins considérable de celles-ci se trouve absorbée par des condensations, qui se produisent, soit à l'intérieur des conduits, soit dans les enveloppes des cylindres, soit, et c'est là le point le plus important, à l'intérieur du cylindre lui-même, et que la qualité de vapeur ainsi absorbée constitue une perte absolue, qu'il faut ajouter à la consommation par cheval, déduite du calcul théorique.

« L'importance de ces condensations de vapeur est difficile à apprécier; elle est très-variable suivant le plus ou moins de détente qui est faite. suivant les précautions plus ou moins heureuses qui ont été prises pour prévenir les condensations intérieures dans le cylindre. Mais la discussion des lois, encore peu établies, qui les régissent, mènerait trop loin ; je supposerai que la quantité de vapeur condensée reste la même, quelle que soit l'étendue de la détente. C'est une approximation grossière, qui servira cependant à apprécier jusqu'à un certain point cette partie de la question.

« D'après un certain nombre d'expériences qui concordent, les pertes de vapeur de toute nature pour le régime de pression et de contre-pression que nous avons défini s'élèvent à environ 2 kilog. par cheval et par heure. Dans ces conditions, il est facile de voir ce que deviennent les bénéfices à attendre des détentes croissantes. Avec l'espace mort nul, en passant de la détente 2 à la détente 8, on ne gagnerait plus que 33 pour 100 ; de 8 à 16, environ 9 pour 100 tout au plus.

« Avec un espace mort égal à 2, la réduction en passant de la détente 2 à la détente 8 devient de 31 pour 100 ; de 8 à 16, de 6,1 pour 100.

« Avec l'espace mort égal à 5, le bénéfice se réduit à 28 pour 100 quand on passe de 2 à 8, et à 4 pour 100 quand on passe de 8 à 16. Si l'on voulait aller au-delà, tous les bénéfices seraient à peu près anéantis.

« Les différents résultats que nous venons d'indiquer démontrent combien il importe de combattre, de la manière la plus énergique, les influences perturbatrices qui sont de nature à compromettre l'efficacité de la détente et, en particulier, l'influence des espaces morts.

« Les moyens dont on dispose sont au nombre de deux : c'est de diminuer leur volume absolu, ou bien de faire disparaître la dépense de vapeur qu'ils occasionnent, au moins dans une limite importante.

« Ce dernier moyen existe, en effet ; il est applicable à des machines pourvues de tiroirs ordinaires et n'entraîne aucune complication dans les mécanismes. Il consiste simplement à arrêter l'échappement de la vapeur avant la fin de la course rétrograde, de manière que la vapeur d'échappement emprisonnée sous le piston se trouve ré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duite à des volumes de plus en plus petits et soumise à des pressions croissantes, qui atteignent leur maximum lorsqne le volume initial se trouve réduit à celui de l'espace mort lui-même.

« De cette compression résultent encore deux effets : d'abord il en est un qui saute aux yeux, surtout quand on examine un diagramme relevé à l'indicateur; pendant la période de compression, il y a travail négatif, qui se traduit par une diminution du diagramme. Beaucoup de personnes, s'en tenant à ce premier aperçu, déclarent que la compression de vapeur est une cause de perte, et j'ai vu continuellement condamner comme défectueux des diagrammes de machines, parce qu'il y avait une compression trop grande. Ce jugement résulte d'une appréciation incomplète des faits ; si d'un côté il y a eu réduction de travail, de l'autre, l'espace mort, à la fin de la course, se trouve rempli de vapeur à une pression qui peut se rapprocher autant qu'on le voudra de la pression initiale de la vapeur. Si la pression finale dans l'espace mort était égale à la pression initiale, la dépense de vapeur occasionnée par cet espace mort serait nulle. Ce n'est pas à dire pour cela qu'il faille pousser la compression jusqu'à ce point; mais plus la pression finale dans l'espace mort se rapprochera de la pression initiale, moins la dépense de vapeur nécessitée pour amener la pression de cet espace mort à la pression initiale sera considerable. Il est donc évident que, si la compression produit une certaine perte de travail, elle entraîne en même temps une réduction de dépense, et qu'en pondérant convenablement ces deux effets, on doit arriver à réaliser certains bénéfices.

« La compression produit encore un autre effet avantageux : à mesure que la pression de la vapeur augmente, sa température s'élève et, par conséquent, à fin de course, toutes les surfaces métalliques des espaces morts sont ramenées à une température très-voisine de celle de la vapeur affluente, et les effets de condensation, si importants, qui se produisent surtout au début de l'admission de la vapeur, se trouvent ainsi combattus de la manière la plus efficace, indépendamment de tous les procédés employés par ailleurs pour réchauffer le cylindre.

« Les compressions de vapeur sont employées par quelques mécaniciens, mais timidement, et je crois pouvoir affirmer qu'on réalisera des bénéfices très-appréciables en marchant plus largement dans cette voie, et en faisant des compressions qu'on n'oserait pas admettre si l'on n'envisageait que les points de vue ordinaires.

« On peut soumettre la question au calcul, et l'on trouve que l'étendue des compressions utiles varie avec la grandeur des espaces morts et avec l'étendue de la détente.

« Dans les mêmes conditions de régime que nous posions tout à l'heure, avec un espace mort de 5 pour 100 du volume total, on peut utilement faire de la compression pendant 30 pour 100 de la course rétrograde pour une détente égale à 2; pendant 60 pour 100 de la course rétrograde pour une détente égale à 8.

« Assurément, il y a une certaine hardiesse à indiquer des compressions aussi éten-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dues, tout à fait en dehors des usages ordinaires, mais je crois qu'il n'y a rien à redouter de ce côté, et j'ai d'ailleurs des exemples de compressions poussées très-loin, qui ont donné de bons résultats. Avec un espace mort de 2 pour 100, les compresions utiles doivent être moindres; elles seraient de 15 pour 100 pour la détente 2 et de 28 pour 100 pour la détente 8.

« On doit d'ailleurs accepter maintenant la compression avec moins d'incertitude que par le passé, car elle est entièrement d'accord avec les nouveaux principes donnés par la thermodynamique. Dans le cycle de Carnot, qui représente le fonctionnement d'une machine théoriquement parfaite, il doit être fait de la compression à l'échapement; il doit en être fait très-largement. Dans la machine ordinaire, dans laquelle l'échappement continue jusqu'à la fin de la course, cette compression n'est pas faite; c'est une des causes pour lesquelles on ne pourra jamais retirer de la quantité de chaleur communiquée à la vapeur le travail qu'elle devrait fournir. En faisant de la compression, on se rapproche du cycle de Carnot; on n'est pas encore identiquement dans les conditions qu'il indique, mais on s'en rapproche davantage, on est dans la voie rationnelle et il ne peut y avoir qu'à gagner en la suivant résolûment.

« J'arrête ici cet aperçu, en quelque sorte rétrospectif, peut-être un peu long; mais il était indispensable pour établir les conditions dans lesquelles se trouvaient, il y a dix ans, nos meilleures machines, le côté faible qu'elles présentent et les moyens qu'on a pu employer pour y remédier.

« Je considérerai d'abord la machine à cylindre unique. Il faut réduire au minimum la capacité de l'espace nuisible, obtenir une ouverture rapide du distributeur à l'admission et sa fermeture en quelque sorte instantanée; enfin réaliser l'indépendance des tiroirs d'admission et d'échappement, afin de pouvoir faire de la compression de vapeur dans les limites utiles. Ces trois conditions réunies assurent, au moins en grande partie, l'efficacité des grandes détentes. Les machines de cette espèce devront, en outre, être munies d'appareils permettant de faire varier la détente dans de larges limites, soit à la main, soit par l'action du modérateur à force centrifuge. Ce sont ces conditions générales qui ont été réalisées dans les machines Corliss ou à quatre distributeurs.

« Pendant longtemps les mécanismes de transmission de mouvement aux distributeurs étaient réduits à trois types principaux : celui des machines Corliss primitives, qui a servi de point de départ à tous les autres; celui des machines Ingliss, qui a été employé surtout en Angleterre, et celui des machines Sulzer.

« Ces différents mécanismes permettaient de faire varier l'introduction depuis zéro jusqu'à moitié de la course; ils donnaient ainsi, pour les variations de la détente, un champ qui devait paraître bien assez étendu, bien suffisant pour tous les besoins de la pratique. Cependant les constructeurs ont voulu faire plus; ils ont voulu combiner des mécanismes permettant de faire varier la détente depuis zéro jusqu'à une introduction pouvant atteindre les 8/10 de la course, et au delà. Il faut bien admettre que, s'ils ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

abordé ce problème, c'était pour satisfaire aux demandes de l'industrie. Cependant il est difficile de comprendre comment on pourra faire varier utilement la puissance d'une machine entre des limites aussi étendues que celles qui correspondent à de pareilles détentes. Si l'on doit faire marcher pendant quelque temps à 8/10 d'introduction (c'est presque la pleine course) une machine dont le régime normal doit être la détente 8, 10, 12, 15, il y a un changement absolu dans son régime économique; on a acheté une machine qui doit peu dépenser à son régime normal, et qui deviendra une machine extrêmement dispendieuse quand on lui fera développer une puissance exagérée. Les machines ne sont pas faites pour subir d'aussi grandes différences de puissance ; on peut les leur imposer, mais c'est aux dépens du régime économique, et si l'on a besoin d'un accroissement de puissance aussi considérable, c'est que la machine que l'on emploie a été faite primitivement trop faible, ou qu'elle l'est devenue par suite du développement de travaux de l'atelier. Il faut alors s'empresser de lui adjoindre une machine auxiliaire, dont le prix d'achat sera bientôt couvert par les économies réalisées sur les dépenses de combustible.

« Enfin le problème a reçu sa solution, et l'on en voit des spécimens variés dans les galeries du Champs-de-Mars. Pour les obtenir, il a fallu faire des prodiges de mécanique ; et l'on est confondu en songeant à l'étendue des recherches auxquelles on a dû se livrer pour vaincre les difficultés de cinématique que présente la création des appareils qui jouissent de propriétés plus étendues que les détentes Corliss, lesquelles avaient déjà si vivement excité l'attention des mécaniciens lors de leur première apparition.

« Quel est d'ailleurs le progrès que pouvaient réaliser les machines à quatre distributeurs sur les machines les plus parfaites d'il y a dix ans, c'est-à-dire sur les machines pourvues de tiroirs Farcot ou Meyer?

« Avec la machine Farcot, on est parvenu, il y a déjà un grand nombre d'années, à obtenir des consommations de charbon qui ne dépassaient pas 800 grammes par cheval indiqué, et ces machines avaient des espaces morts de 5 pour 100.

« Dans les machines à quatre distributeurs, le point capital n'est pas le mode de transmission de mouvement à ces distributeurs, mais bien la réduction des espaces morts qui résulte de leur emploi bien entendu ; avec ceux-ci on parvient à réduire l'espace mort total à 2 pour 100 du volume engendré par le piston ; dans quelques machines même on est parvenu à le réduire à 1 pour 100. Le progrès obtenu résulte donc directement de la moindre importance de l'espace mort ; réduit à 2 pour 100, on gagnera un peu plus de 10 pour 100 sur les machines Farcot, et au lieu d'avoir des consommations de 800 grammes de charbon par cheval, on pourra avoir d'une manière à peu près certaine des consommations de 700 grammes. Les effets obtenus seront d'ailleurs d'autant plus complets qu'il sera fait usage de compressions de vapeur, ainsi que le permet l'indépendance des distributeurs d'admission et d'échappement.

« Abordons maintenant l'examen des propriétés des machines Compound.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« D'abord, un mot d'explication sur cette désignation des machines Compound, empruntée depuis peu d'années à nos voisins de l'autre côté du détroit. Les machines dites Compound ne présentent en réalité aucun système nouveau. Elles sont basées sur le principe des machines de Woolf. Si elles diffèrent de ces dernières, ce n'est que par un agencement particulier des cylindres dans lesquels la vapeur agit successivement, et par des dispositions particulières des mécanismes ; mais leur caractère commun est celui de la détente opérée dans deux ou un plus grand nombre de cylindres, appelée souvent *détente par cascade*.

« Dans les anciennes machines de Woolf, à balancier, dont le type classique est bien connu, l'introduction de la vapeur était généralement faite à pleine course dans le petit cylindre et dans le grand. La détente était quelquefois commencée dans le petit cylindre, mais, même dans ce cas, il était de règle invariable que l'introduction de la vapeur dans le grand cylindre fût faite à pleine course. Dans ces conditions et quelle que soit d'ailleurs l'introduction dans le premier cylindre, on démontre au moyen de calculs bien connus, dans lesquels on suppose que les espaces morts des deux cylindres sont nuls, et, de plus, qu'il n'y a aucune capacité interposée entre le tiroir du petit cylindre et celui du grand, que la somme des quantités de travail développées dans les deux cylindres est égale à la quantité de travail développée dans un cylindre unique. Par conséquent, la dépense de vapeur par cheval serait la même, soit que l'on fasse usage du système de Woolf, soit que l'on ait recours au système ordinaire.

« En poussant l'approximation un peu plus loin, et en tenant compte de la capacité des espaces morts dans chacun des cylindres, mais en supposant encore que la capacité qui est interposée entre le tiroir du petit cylindre et celui du grand soit nulle, on reconnaît que l'influence perturbatrice de ces espaces morts est considérablement moindre que dans les machines à un seul cylindre, et que pour cette raison les dépenses réelles de vapeur par cheval se rapprocheront beaucoup plus de la dépense théorique.

« Ainsi dans une machine de Woolf, dans laquelle on emploie le tiroir ordinaire, avec des espaces morts égaux à 5 pour 100 du volume engendré par le piston, pour chacun des cylindres, on trouve, pour une détente au rapport 10 :

« Dans le cas d'introduction à pleine course au petit cylindre, que la dépense effective de vapeur sera augmentée de 1 pour 100, relativement à la dépense calculée d'après la détente nominale.

« Si la détente est commencée dans le petit cylindre, l'accroissement de dépense est un peu plus grand, il est de 4 pour 100.

« Si la détente était effectuée à la manière ordinaire, dans un cylindre unique, l'accroissement de dépense théorique serait de 9 pour 100 avec espace mort de 2 pour 100, et de 22 pour 100 avec espace mort de 5 pour 100.

« Ces chiffres suffisent pour faire voir combien la machine de Woolf, dans son dispo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sitif le plus simple, est avantageuse au point de vue de la réalisation efficace des grandes détentes, puisque, avec des espaces morts relativement grands, la dépense de vapeur est beaucoup plus rapprochée de la dépense théorique que dans les machines ordinaires à espaces morts déjà très-réduits, que l'on n'obtient que très-difficilement. Cette circonstance explique le grand succès des machines Woolf anciennes, alors qu'elles étaient mises en parallèle avec les machines très-imparfaites employées à cette époque dans l'industrie.

« Mais les dépenses de vapeur que je viens d'indiquer sont calculées en supposant que la vapeur qui s'échappe du petit cylindre trouve immédiatement une issue dans le grand cylindre, sans avoir à traverser aucune capacité interposée, ce qui ne peut jamais être réalisé. Il est bien évident, en effet, qu'il faut une conduite de vapeur partant de la lumière d'échappement du petit cylindre pour arriver à la boîte de distribution du grand. Quand cette capacité est appréciable, elle constitue une cause perturbatrice dont il faut tenir compte.

« Le calcul permet encore d'indiquer la conséquence de l'intervention de cette capacité intermédiaire. Elle ne trouble pas l'étendue totale de la détente, mais elle occasionne une perte de travail et en même temps une répartition différente de l'effort moteur entre chacun des deux cylindres. Cette différence de répartition n'a pas une grande importance dans tous les appareils où les deux cylindres transmettent leurs efforts réunis à un même organe. Mais il n'en est pas de même de la perte de travail ; il est facile de la calculer, et l'on trouve les résultats suivants :

« Dans le cas de la détente totale 10, si la capacité intermédiaire est égale au dixième de volume du petit cylindre, la perte n'est pas bien grande ; elle est un peu plus de 2 pour 100. Mais si cette capacité intermédiaire était égale au volume tout entier du petit cylindre, la perte serait de plus de 14 pour 100. Ceci dans le cas d'introduction à pleine course dans le petit cylindre.

« Supposons encore que la détente commence dans le petit cylindre et qu'elle soit au rapport 2 : avec une capacité intermédiaire de 0.1, la perte est de 1. 67 pour 100 ; avec une capacité intermédiaire de 1.00, elle est de 10.34 pour 100.

« Le cas de la capacité intermédiaire égale à 0.1 du petit cylindre ne présente rien d'exagéré dans les machines d'ancien modèle ; la capacité égale au cylindre se rencontre dans les machines de nouveau modèle.

« Toutes choses égales d'ailleurs, les pertes sont toujours moindres lorsque la détente commence dans le petit cylindre ; mais, même dans ce cas, elles sont assez fortes pour compromettre les qualités économiques de la machine, car il est évident que les consommations calculées précédemment devraient être augmentées au prorata des pertes ; et pour conserver à la machine de Woolf ses propriétés économiques, il importe d'aviser au moyen d'annuler ou au moins de combattre énergiquement l'effet de cette capacité intermédiaire.

« Un moyen simple, applicable dans quelques cas particuliers, consiste à réduire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autant que possible la capacité intermédiaire; c'est celui qui est employé pour les machines à connexion directe, dans lesquelles les deux cylindres placés côte à côte actionnent des manivelles à 180°. Dans ce cas, un même tiroir peut servir à alimenter les deux cylindres, et la capacité intermédiaire est tellement réduite que la perte qu'elle occasionne est à peu près négligeable. Mais lorsque la capacité ne peut être réduite, on parvient à la neutraliser par un autre procédé, qui consiste simplement à modifier l'introduction au grand cylindre, en un mot à y faire de la détente. Ce cas se présente d'une manière bien caractérisée pour une variété de machines Compound qui reçoit actuellement de très-nombreuses applications, principalement pour la navigation, et dans laquelle les deux cylindres sont placés à la suite l'un de l'autre, suivant un même axe. Avec cette disposition, il est arrivé, par la force des choses, que la conduite qui établit la communication entre l'échappement du petit cylindre et la boîte de distribution du grand reçoit nécessairement un assez grand développement, et c'est alors qu'il arrive fréquemment que son volume est égal à celui du petit cylindre lui-même. Dans ce cas, la perte de travail atteindrait l'importance que nous indiquions tout à l'heure et détruirait les propriétés économiques de la machine, ce à quoi il importe d'obvier.

« On y parvient, comme nous le disions tout à l'heure, en faisant de la détente dans ce cylindre. Ceci ne présente d'ailleurs aucune difficulté, puisqu'il suffit d'employer un tiroir avec avance et recouvrement, convenablement étudié. Cette disposition a été suivie pour la première fois pour des machines de bateau, sur lesquelles, dans le but de simplifier le mécanisme, on avait réuni les tiroirs du grand et du petit cylindre par une tige commune, de même que leurs pistons étaient réunis par une même tige. La détente était commencée dans le petit cylindre; il y avait donc également une détente dans le grand, ce qui était en dérogation complète avec la théorie habituelle des machines de Woolf. Il semblait donc que cette disposition devait appporter un trouble profond dans le régime des machines et qu'il en résulterait des pertes de travail importantes. Bien au contraire, cette disposition, peut-être due au hasard, à l'intuition d'un mécanicien heureux, produisit des résultats économiques excellents, et les machines de cette espèce eurent un véritable succès.

« Il est facile de prouver que l'une des causes principales de ce succès réside précisément dans l'admission partielle faite au grand cylindre et de déterminer, en outre, quelle est l'admission convenable dans chaque cas particulier.

« A partir du moment où l'admission est supprimée au grand cylindre, la vapeur qui s'échappe du premier ne trouve plus d'écoulement; elle est comprimée pendant la marche rétrograde du piston, et la contre-pression va en augmentant jusqu'à la fin de la course. La répartition du travail entre les deux cylindres est fortement modifiée, mais cela est de peu d'importance; ce qu'il faut, c'est que la perte due à la présence de la capacité intermédiaire soit annulée; or, ce résultat est obtenu, ainsi qu'on le démontre facilement, lorsque l'introduction au grand cylindre est réglée de telle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manière qu'à la fin de la course, la pression dans la capacité intermédiaire soit la même que celle qui règne dans le petit cylindre au moment où commence l'échappement ; on trouve alors que la somme des deux diagrammes est égale au diagramme d'une machine à cylindre unique, dans laquelle la détente serait faite à la manière ordinaire et entre les mêmes limites.

« En appliquant cette règle au cas de la détente 10, on trouve, pour une introduction à pleine pression dans le petit cylindre et une capacité intermédiaire égale à 0.1 du cylindre, que l'introduction dans le grand cylindre doit être de 0.55.

« Pour une capacité intermédiaire égale à 1, il faut faire une très-grande détente au grand cylindre ; l'introduction est de 0.18.

« Dans le cas d'une introduction de moitié course au petit cylindre, avec 0.1, on obtient 0.73, et avec 1, 0.33 pour les introductions au grand cylindre.

« Pour les machines de cette espèce, il faut donc faire de la détente au grand cylindre, contrairement aux anciens usages adoptés, et il faut en faire largement, dans les proportions qui seront indiquées par les calculs.

« Il y a, pour ce genre de machines, une remarque à faire qui n'est pas sans importance : c'est que, dans le cas où l'on fait varier la détente totale, en changeant l'introduction au premier cylindre, la détente qui a été déterminée au grand cylindre, dans le but d'annuler la perte de travail, à l'allure et à la détente normale, est encore celle qui convient pour annuler la perte aux autres allures et aux autres détentes totales. Par conséquent, il suffira d'avoir un distributeur à détente variable au premier cylindre et un distributeur fixe pour le second, et, dans tous les cas, les détentes effectives seront accomplies avec le même degré d'approximation. Grâce à cette disposition bien simple, on assurera aux machines de ce système le maximum de rendement économique, puisque l'accroissement théorique de dépense de vapeur sera réduit à celui qui résulte de la présence des espaces morts ordinaires, accroissement minime dans les machines du système de Woolf, ainsi que nous l'avons fait voir tout à l'heure ; d'autant plus qu'il faut tenir compte des effets calorifiques résultant de la compression de la vapeur dans la capacité intermédiaire et qui combattront efficacement les condensations qui, sans cela, me manqueraient pas de s'y produire.

« Des machines conçues dans cet ordre d'idées ont été expérimentées, et les résultats qu'elles ont donnés ont complétement confirmé les indications théoriques que je viens d'exposer. Sans cela elles auraient pu être tenues en suspicion, car les praticiens ne savent que trop que continuellement les indications de la théorie abstraite ne sont pas confirmées par l'expérience. Ici ce n'est pas le cas, l'expérience a donné une entière confirmation à la théorie.

« En présence des résultats économiques considérables qui furent constatés dès la mise en service de ces machines, les ingénieurs chargés de leur construction se sont d'abord déclarés satisfaits et ont continué à suivre les dispositions des machines ordinaires, avec leurs tiroirs à avance et recouvrement, et 5 pour 100 d'espaces morts, ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui présente, il est vrai, l'avantage incontestable de conserver au mécanisme une plus grande simplicité. Mais maintenant, on est en droit de devenir plus exigeant. On a remarqué que, si, avec des organes simples et des espaces morts de 5 pour 100, on obtenait de bons résultats économiques, on aurait certainement mieux encore en ayant recours aux cylindres à quatre distributeurs, et en réduisant en même temps les espaces morts à 2 pour 100. C'est ce qui a été fait, et l'on voit dans les galeries du Champ-de-Mars des machines à deux cylindres, placés bout à bout, dans lesquelles les tiroirs ordinaires ont été remplacés par les quatre distributeurs du système Corliss ou des systèmes analogues. Le premier cylindre est à détente variable. Le deuxième est à détente fixe, calculée de manière à annuler la perte provenant de la capacité intermédiaire. L'échappement du deuxième cylindre comporte une période de compression. Avec ce dispositif, on réunit les avantages inhérents au système Compound et ceux qui résultent de l'emploi des quatre distributeurs. On réalisera, relativement à la machine Corliss, un progrès analogue à celui que cette machine réalisait relativement aux machines Farcot, par exemple. Mais il ne faut pas s'attendre à ce que ce progrès se traduise par de grandes réductions de consommation de charbon ; si ces réductions atteignent 2 à 3 pour 100, on devra s'estimer heureux, puisque l'on partirait d'un type déjà très-perfectionné.

« Les mécanismes de distribution nécessités par ce système seraient peut-être un peu trop délicats pour le service de la navigation ; mais du moment qu'ils sont franchement acceptés pour les machines d'atelier à un seul cylindre, on ne verrait aucun motif pour ne pas les employer dans les mêmes conditions sur les machines à deux cylindres.

« Il me reste à parler d'un troisième système de machines Compound, qui est devenu en quelque sorte le type des machines de navigation, qui commence à être très-employé comme moteur d'atelier, et paraît appelé à rendre sous cette forme de très-grands services.

« Dans ce système, les deux cylindres, au lieu de transmettre leur action à une même manivelle, ou à deux manivelles calées à 180 degrés, ce qui revient à peu près au même, actionnent directement des manivelles distinctes faisant entre elles un angle de 90 degrés, conformément à la disposition usuelle des machines ordinaires, lorsqu'on veut obtenir une grande uniformité dans le mouvement de rotation, sans recourir à des volants d'un poids considérable. Avec cette combinaison, la vapeur, à sa sortie du petit cylindre, ne peut plus se rendre directement dans le grand, ce qui entraîne la nécessité de la recueillir dans un réservoir intermédiaire, où elle est emmagasinée pour être employée ensuite à alimenter le grand cylindre, comme le ferait une chaudière à vapeur. Ce mode de fonctionnement diffère essentiellement de celui des machines de Woolf proprement dites ; c'est le seul qui mériterait une désignation particulière, bien qu'il soit confondu avec les autres sous la désignation de machines Compound.

« La création de cette variété de machines est relativement récente. Elle a été réalisée,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il y a à peu près vingt ans, par notre éminent ingénieur M. Dupuy de Lôme, sous la forme des machines à trois cylindres, employées depuis lors et jusqu'à ce jour sur la presque totalité des navires de la marine militaire, et, à peu près à la même époque, par M. Benjamin Normand, qui construisit un bateau à vapeur à roues, naviguant sur la Seine et pourvu d'une machine à deux cylindres avec réservoir intermédiaire. Parmi les personnes qui ont pris une part considérable à la création de ces machines, nous devons encore citer M. John Elder, de Glascow, qui, par ses travaux incessants et ses recherches persistantes, est parvenu à créer la machine à deux cylindres qui est devenue le type préféré par la marine marchande.

« Dans cette variété des machines Compound, il est toujours fait de la détente dans chacun des deux cylindres. C'est une condition indispensable de leur fonctionnement. Le réservoir intermédiaire doit recevoir une capacité suffisante pour que la pression n'y change pas d'une manière sensible pendant un demi-tour de la machine, c'est-à-dire pendant la période qui correspond à une émission de vapeur évacuée par le petit cylindre et une admission dans le grand. Disons tout de suite que ce résultat est obtenu en donnant au réservoir intermédiaire un volume égal à une fois et demie, ou deux fois au plus, celui du petit cylindre.

« Dans ces conditions, il s'établit au réservoir intermédiaire une pression de régime qui dépend uniquement de la pression de vapeur dans le petit cylindre à la fin de sa course, et du rapport du volume de ce cylindre au volume d'introduction dans le grand.

« Si le volume d'introduction au grand cylindre est plus grand que le volume total du petit cylindre, la pression au réservoir intermédiaire est moindre que la pression à la fin de la course dans le petit cylindre.

« Si le volume d'introduction dans le grand cylindre est plus petit que le volume total du premier cylindre, la pression au réservoir intermédiaire est plus grande que la pression finale dans le petit cylindre.

« Si les deux volumes sont égaux, la pression au réservoir intermédiaire est égale à la pression finale au petit cylindre.

« Suivant la grandeur relative assignée au volume d'introduction du grand cylindre, on est donc maître de régler comme on veut la pression au réservoir intermédiaire. Celle-ci joue le rôle de contre-pression pour le petit cylindre, et de pression initiale pour le grand, et, par suite, cette pression étant connue, on est en état de calculer le travail développé dans l'un et l'autre cylindres. On trouve ainsi que le travail total maximum correspond au cas où l'introduction au grand cylindre est égale au volume total du petit, et que ce maximum théorique est égal au travail développé dans un cylindre unique. De plus, tout en satisfaisant à cette condition, on est maître de répartir comme on le veut le travail total entre les deux cylindres, et en particulier de le partager également entre ceux-ci, condition que l'on doit évidemment chercher à remplir lorsque les machines sont destinées à produire un mouvement de rotation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« On trouve facilement les introductions qu'il convient de faire dans l'un et dans l'autre cylindre. Ces introductions sont généralement grandes, et par conséquent on peut les obtenir avec des tiroirs ordinaires avec avance et recouvrements, conduits par des excentriques. De sorte qu'avec les appareils les plus simples, avec des espaces morts égaux à 5 pour 100 du volume total, on obtient les mêmes résultats économiques qu'avec les machines à cylindres placés bout à bout, pourvu toutefois que l'introduction dans le grand cylindre soit égale au volume total du petit cylindre. Cependant, pour des raisons secondaires, il est nécessaire de s'écarter un peu de ce mode de fonctionnement, qui aurait pour conséquence de réduire à zéro l'effort exercé à fin de course sur le petit piston.

« Pour conserver à cet effort une valeur appréciable, il faut admettre une certaine chute de pression au réservoir intermédiaire, ce qui conduit, dans la pratique, à prendre pour volume d'introduction au grand cylindre celui qui est indiqué par le calcul, et pour le volume total du petit cylindre une quantité un peu moindre, de manière à conserver à la fin de la course une pression suffisante pour vaincre les résistances passives.

« Avec des proportions ainsi établies, il résulte une perte de 1 à 2 pour 100 sur le travail total, perte par suite de laquelle les dépenses de vapeur calculées devront recevoir une augmentation correspondante.

« En admettant cette petite perte de travail, on trouve que les machines Compound de cette espèce sont exactement sur le pied d'égalité, au point de vue des dépenses de vapeur et de charbon, avec les machines à cylindres bout à bout, lorsqu'on a annulé la perte du travail due à la capacité intermédiaire ; mais qu'elles présentent sur celles-ci l'avantage d'actionner des manivelles calées à 90 degrés, et de fournir une plus grande uniformité de mouvements de rotation.

« Pour obtenir cette uniformité avec les machines à cylindres placés bout à bout, il faudrait employer deux machines complètes, composées chacune de ses deux cylindres, actionnant les deux manivelles à 90 degrés, par conséquent quatre cylindres au lieu de deux, un plus grand nombre d'organes, plus d'entretien et plus de chances d'avarie.

« La machine avec réservoir intermédiaire présente en outre l'avantage de se prêter à un meilleur groupement des organes principaux, et de n'exiger que des distributeurs simples qui peuvent supporter les allures les plus rapides. Ces qualités importantes lui feront donner la préférence dans un grand nombre de cas.

« Elles seront avantageusement employées comme moteurs d'usine, surtout lorsque l'uniformité du mouvement de rotation est nécessitée d'une manière impérieuse par la nature même du travail à accomplir.

« Elles s'adaptent également très-bien aux locomobiles d'une puissance supérieure à vingt chevaux, et l'on peut en voir plusieurs spécimens très-intéressants dans les galeries du Champ-de-Mars. Elles permettent de produire les locomobiles à faible consommation, qui sont de jour en jour plus demandées par l'industrie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Elles trouvent encore leur emploi dans les locomotives et permettent ainsi de faire usage de la détente, ce qui a toujours été impossible avec les mécanismes ordinaires.

« Un premier spécimen de locomotive système Compound figure dans les galeries du Champ-de-Mars, et nos prévisions seraient bien trompées s'il n'était pas appelé à un véritable succès, puisqu'il inaugurerait, dans l'exploitation des chemins de fer, la machine économique, qui jusqu'à ce jour lui a fait complétement défaut.

« Dans les machines Compound à réservoir intermédiaire, il faut faire de la détente variable, comme dans toutes les machines de quelque système que ce soit.

« Rien de plus facile que de faire varier la détente totale ; il suffit de changer l'introduction de la vapeur dans le petit cylindre.

« En augmentant l'introduction, la détente deviendra moindre, et, au contraire, si on la diminue, la détente sera plus grande.

« Matériellement, ce résultat s'obtiendra en adaptant au petit cylindre un tiroir Farcot ou Meyer, donnant une détente variable à la main ou par le modérateur. C'est le dispositif adopté par beaucoup de constructeurs, et les résultats qu'ils obtiennent ainsi paraissent déjà très-satisfaisants.

« Cependant, lorsqu'on étudie la question de plus près, il est facile de reconnaître qu'en agissant de la sorte, l'égalité des diagrammes réalisés pour la détente qui correspond à l'allure normale n'existe plus pour les autres détentes, et qu'en même temps le minimum de perte de travail cesse d'être réalisé. Pour conserver les mêmes conditions, il faudrait, pour chaque détente particulière, pouvoir opérer comme pour la détente normale, c'est-à-dire : déterminer le volume du premier cylindre, la détente à faire dans celui-ci et l'introduction au grand cylindre. Mais le volume du petit cylindre ayant eté déterminé une première fois, il n'est plus possible de le modifier ; la détente qui s'y accomplit n'est pas non plus arbitraire, et il ne reste plus que l'introduction au grand cylindre que l'on soit maître de modifier, de manière à rapprocher le diagramme de l'égalité, dût-on pour cela admettre une augmentation dans la perte de travail.

« Ainsi, par exemple, dans une machine combinée pour satisfaire à l'égalité des diagrammes pour une détente totale 8, on devra faire une détente au rapport de 2.67 au petit cylindre et au rapport de 2 au grand cylindre.

« Si l'on veut développer beaucoup la puissance de la machine, il faut faire moins de détente, une détente 5 par exemple ; s'il n'est rien changé à l'admission dans le grand cylindre et que l'on augmente seulement l'admission dans le petit, la différence des diagrammes devient 42 pour 100.

« On peut rétablir l'égalité en portant la détente du grand cylindre à 1.39 au lieu de 2, mais il y a une perte de travail de 15 pour 100.

« Si l'on veut diminuer la puissance de la machine en portant la détente au rapport 12, tout en conservant la détente 2 au grand cylindre, la différence entre les diagrammes devient de 40 pour 100. On rétablit l'égalité en portant au grand

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cylindre la détente à 2.9 ; mais il en résulte une perte de travail de 6 pour 100.

« Pour la détente totale 16, détente 2 au grand cylindre, la différence est de 62 pour 100. En portant la détente à 2.9 au grand cylindre, la différence est réduite à 24 pour 100. On ne peut pas approcher davantage de l'égalité, par la raison qu'elle ne pourrait être obtenue qu'en faisant développer du travail négatif dans le petit cylindre.

« Ces exemples suffisent pour démontrer que, pour conserver à la machine à réservoir intermédiaire la propriété qui lui est caractéristique de transmettre des quantités égales de travail aux deux manivelles, lorsqu'on fait varier la détente totale, il faut faire varier la détente à la fois dans le cylindre d'introduction et dans le grand cylindre, cette dernière devant être en proportion déterminée de la détente faite dans le petit cylindre.

« Si l'on fait varier la détente à la main, il sera facile d'établir une échelle de proportion, de manière à régler les détentes propres à maintenir l'égalité des diagrammes. C'est ce qui a lieu pour quelques-uns des appareils de navigation qui figurent à l'Exposition ; mais c'est l'exception, et dans la très-grande majorité des machines à réservoir intermédiaire, employées comme moteurs d'atelier, l'introduction au grand cylindre est fixe. Les constructeurs donnent pour raison que la régularité est bien assez grande, même avec une répartition un peu inégale des diagrammes, pour que le volant suffise à y porter remède.

« Les machines Compound, avec espace mort à 5 pour 100, présentent l'avantage de conserver les dispositions usuelles des machines ordinaires, les mêmes organes, la même transmission du mouvement, et c'est là une des raisons de leur très-grand succès. Elles paraissent appelées à rendre des services aussi grands à l'industrie manufacturière qu'à l'industrie maritime.

« Cependant, si l'on veut les amener à leur dernier degré de perfectionnement, comme on l'a fait pour les machines Compound à cylindres bout à bout, on est conduit à leur appliquer les appareils à quatre distributeurs. C'est ce qui a été fait, en partie seulement, sur une des machines qui figurent à l'Exposition, et de la manière la plus complète dans une autre machine, où l'on remarque notamment un mécanisme mû par le modérateur à force centrifuge, qui fait varier la détente à la fois dans le petit cylindre et dans le grand, et dans la proportion convenable pour maintenir l'égalité des diagrammes.

« En résumé, les machines Corliss, ou à quatre distributeurs, réalisent un notable progrès comparativement aux machines à tiroir ordinaire ; elles assurent l'efficacité de la détente et, par suite, le fonctionnement économique.

« Les machines Compound, avec ou sans réservoir intermédiaire, pourvues de tiroirs ordinaires, mais avec distribution méthodique calculée dans le but d'annuler les pertes de travail, sont au moins sur le pied d'égalité, au point de vue des consommations,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec les machines à quatre distributeurs, tout en conservant les mécanismes simples des machines ordinaires.

« En les dotant de quatre distributeurs à chaque cylindre, elles deviendront plus économiques encore que les machines du genre Corliss, bien que l'on ne puisse s'attendre à réaliser relativement à ces dernières un bénéfice bien considérable.

« Si l'on considère les différentes machines au point de vue de l'uniformité du mouvement de rotation, comme il conviendrait, par exemple, s'il s'agissait du choix d'un moteur de filature, on arrive aux conclusions suivantes :

« Les machines à quatre distributeurs et à grande détente produisent des efforts très-différents du commencement à la fin de la course ; elles exigent, même en employant deux machines actionnant des manivelles à 90°, des volants très-puissants.

« Les machines Compound avec cylindres bout à bout donnent, à détente égale, une différence beaucoup moindre entre l'effort initial et l'effort final que les machines à cylindre unique. Si deux machines de cette espèce sont couplées au moyen de manivelles à 90°, on obtiendra une très-grande uniformité de mouvement ; le volant pourra être moindre.

« Enfin la machine Compound à réservoir intermédiaire permet de conduire deux manivelles à 90° au moyen des deux cylindres qui la composent, et les détentes employées dans chaque cylindre restent toujours modérées, même pour de très-grandes détentes totales ; ce qui assurera à très-peu près même uniformité du mouvement de rotation qu'avec deux machines complètes à cylindres bout à bout. Elle est plus simple de construction et paraît à tous égards mériter la préférence.

« Messieurs, j'arrive au terme de cette dissertation, trop longue sans doute, dans laquelle je me suis efforcé de tracer un tableau des perfectionnements apportés à la machine à vapeur depuis ces dix dernières années, tableau bien imparfait, mais qui méritera peut-être votre indulgence en considération de la grandeur de l'œuvre qu'il aurait dû représenter. »

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878.

LA MÉTALLURGIE A L'EXPOSITION DE 1878, PAR M. LAN, INGÉNIEUR EN CHEF DES MINES (1).

Avec les magnificences de l'Exposition, semble s'être éteint l'enthousiasme de beaucoup de ses admirateurs : plus d'un, parmi eux, ne voit plus aujourd'hui que le contraste de ses brillants succès avec les souffrances de l'industrie dans le monde entier. Les critiques se sont multipliées contre ces exhibitions internationales, qui, à certains avis, ne vaudraient pas ce qu'elles coûtent : leur utilité ne répondrait pas à leur fréquence.

(1) Extrait des *Annales des Mines*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces impressions ont quelque chose du sentiment, qu'au lendemain d'une fête, inspirent à l'homme les réalités de la vie : la crise qui frappe la plupart des industries, et, plus que toutes, l'industrie métallurgique, existait avant; on a pu l'oublier pendant; nous la retrouvons après. A supposer fondés quelques-uns des reproches qu'on lui a adressés, l'Exposition universelle de 1878 a, du moins cela n'est pas douteux, jeté quelque lumière sur les causes mêmes du malaise industriel dont on se plaint partout.

Elle a mis particulièrement en évidence, après les Expositions de Vienne et de Philadelphie, deux premiers traits caractéristiques des progrès industriels les plus récents : *l'accroissement de capacité productrice* des appareils et engins de fabrication; — *la création ou le développement* des productions industrielles dans des contrées nouvelles.

On observe ces faits dans presque toutes les branches de l'industrie manufacturière; mais, précisons-les d'abord en ce qui concerne la métallurgie et plus spécialement la métallurgie du fer, avant de parler des progrès propres de celle-ci.

Les modèles de hauts fourneaux, soufflerie, fourneaux divers, marteaux et laminoirs exposés au Champ de Mars, n'étaient que les témoins des puissantes installations qu'on rencontre aujourd'hui dans un grand nombre d'usines sidérurgiques.

On ne réalise les avantages de ces grands outillages qu'avec de grosses productions; autrement, ce qui était progrès technique incontestable devient une cause de ruine. Qu'on suppose un pays comme la Suède, riche en minerais les plus propres à l'obtention des aciers fins ou communs, mais dépourvu de combustible minéral, le seul combustible qui permette les concentrations d'approvisionnements en rapport avec la capacité productrice des nouveaux appareils; — que dans ce pays, on érige des usines Bessemer, outillées comme en Angleterre, en Allemagne, aux États-Unis, etc., ou même simplement outillées au minimum de ce que veut cette fabrication nouvelle, et on aura créé une industrie condamnée à souffrir longtemps, sinon à périr (1).

Le mal grandit quand, à la disproportion entre les approvisionnements et la capacité productrice des outillages, s'ajoutent des conditions économiques qui ne permettent plus aux usines d'aborder les débouchés extérieurs. Ces difficultés se rencontrent souvent dans les districts déjà vieux dans la production du fer : jaloux de conserver une industrie autrefois prospère, ils transforment leurs usines; la production s'y développe avec les outillages perfectionnés, mais les débouchés intérieurs ne suffisent plus et l'exportation est difficile, quand elle n'est pas défendue par le régime douanier de pays qui l'appelaient naguère.

Le second des faits que nous étudions — *la création de nouveaux centres de pro-*

(1) *État actuel de l'industrie du fer en Suède*, par M. Akerman, professeur à l'École des mines de Stockholm (*Revue universelle de Cuyper*, mai et juin 1878).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duction, — a beaucoup aggravé ces premières difficultés depuis dix ou quinze ans. Les chemins de fer que de grands pays, comme la Russie et les États-Unis, ont commencé par construire avec le matériel venu d'Europe, y ont changé bien des conditions économiques : en rapprochant les distances, ils ont rapidement provoqué la mise en valeur de ressources naturelles à peu près vierges jusque-là.

Si l'on en doit juger par les derniers renseignements statistiques, la production de la fonte aux États-Unis aurait presque doublé de 1866 à 1876, en dix ans ! De 1 200 000 tonnes, elle se serait élevée à 2 200 000 tonnes, c'est-à-dire au tiers de la production totale (6 600 000 tonnes) de l'Angleterre (1876) (1), presque deux fois la production totale de la France (1877). En considérant d'ailleurs, que les usines nouvelles se construisent avec tous les perfectionnements qu'une publicité incessante met à la disposition des pays les plus lointains, on comprendra de quel poids *ces créations récentes* pèsent et pèseront sur la situation de l'industrie.

En dehors de ces deux premières causes prédominantes de la crise actuelle, il en est d'autres qui touchent plus directement l'industrie sidérurgique, nous voulons parler des progrès si rapides de la fabrication des métaux fondus (aciers Bessemer et aciers fondus sur sole) et de leur substitution aux fers forgés et laminés.

Cette substitution s'est déjà faite pour un grand nombre d'emplois; et, dans les principaux de ces emplois (rails, bandages, etc.), son premier effet a été une diminution de consommation.

D'un autre côté, à mesure que les conditions techniques et économiques de ces nouveaux procédés seront mieux appréciées, il est possible que les premiers déplacements de production qu'ils ont provoqués soient suivis de transformations plus complètes dans l'industrie sidérurgique.

Le premier de ces procédés, le Bessemer, a réclamé d'abord des fontes provenant de minerais riches, purs, manganésés : les ateliers Bessemer, surtout les ateliers opérant en première fusion, devaient se rapprocher des gisements relativement peu nombreux de cette classe de minerais. L'introduction, dans la cornue Bessemer, de matières premières moins choisies a été tentée de bonne heure et par l'inventeur lui-même; plus d'un fabricant a, depuis dix ou quinze ans, varié ses dosages en vue d'économiser sur les composants de qualité, toujours plus coûteux. Les tentatives plus hardies, faites tout récemment, n'ont encore donné aucun résultat positif comme emploi direct des fontes communes à la préparation des métaux fondus; mais il peut sortir de ces essais quelque variante du travail dans la cornue Bessemer, étendant le champ des approvisionnements pour métaux fondus.

Les procédés de fabrication des aciers sur sole, après s'être, comme le Bessemer lui-même, limités à l'emploi de matières premières propres à la fabrication de l'acier, emploient déjà, depuis quelques années, les compositions les plus diverses pour al-

(1) *La houille et le fer dans toutes les parties du monde*, par Joh. Pechar. Paris 1878 (Exposition universelle).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

liages qui n'ont plus de commun avec l'acier que le nom : on a appris, par exemple, à voir dans la fusion sur sole le moyen le plus facile de révivification des riblons divers (vieux aciers, fers ou fontes) à proximité des grands centres de consommation. Peut-être faut-il beaucoup rabattre de l'espoir de quelques personnes, à savoir : que les nouvelles fabrications finiront par employer toutes les sortes de matières premières dont se servait la fabrication des fers forgés et laminés. Il est certain que, tels qu'ils se pratiquent aujourd'hui, ces nouveaux procédés produisent déjà une variété d'alliages fondus, dont les compositions rappellent beaucoup des produits qu'avait appris à obtenir la fabrication du fer à la houille (méthode anglaise).

Quand on se souvient de la lutte que le fer à la houille eut à soutenir contre le fer au bois, et comment le premier a succédé au second dans la presque totalité de ses emplois, on est porté à assimiler la situation d'aujourd'hui avec celle d'alors : on est porté à croire que les *alliages ferreux fondus* peuvent succéder partout aux *alliages soudés*. Il est cependant quelque chose qu'on ne doit pas oublier : à l'ouvraison, les alliages ferreux fondus supportent beaucoup moins la médiocrité de qualité que les fers soudés les plus ordinaires; comme conséquence de cette difficulté dans l'ouvraison les consommateurs n'utiliseront pas aussi aisément certains alliages fondus, aussi vite, du moins, qu'ils l'ont fait pour les fers soudés : pour ceux-ci, il n'y a pas exagération à prétendre que plus d'un progrès économique dans les fabrications était dû à l'habileté, chaque jour plus grande, des consommateurs à tirer parti des sortes les plus médiocres de fers soudés à la houille.

Que si, en un mot, il y a quelques réserves à faire quant à la substitution générale des métaux fondus aux métaux soudés, il n'en est pas moins constant que les progrès des premiers sont assez grands depuis quelques années pour avoir contribué beaucoup à la crise qui nous préoccupe. Le mot de révolution, si volontiers invoqué par les inventeurs, est bien ici le mot propre pour caractériser les effets de ces nouveaux procédés : révolution pour le moins aussi grosse de conséquences que l'a été celle qu'à produite, il y aura bientôt un siècle, l'introduction du four à puddler et du laminoir.

Voilà, dans ses traits les plus saillants, l'histoire du malaise dont souffre l'industrie sidérurgique. Avons-nous besoin de rappeler, en terminant ces considérations générales, que ce malaise a succédé à la période de prospérité si brillante de 1872 à 1874? Ces oscillations de la hausse à la baisse, l'industrie les a connues de tout temps : si leur amplitude a, cette fois, dépassé les limites ordinaires, il faut l'attribuer aux coïncidences que nous venons d'esquisser. Mais il faut se souvenir que, en 1873, beaucoup de personnes avaient la ferme croyance qu'on ne reverrait plus les anciens prix des métaux : or, ils sont aujourd'hui tombés à des cours qu'on n'avait jamais connus, même aux plus mauvais moments des temps passés. Il serait tout aussi téméraire de prétendre aujourd'hui au maintien prolongé des cours actuels (1).

(1) L'auteur a dit vrai, car depuis la rédaction de ce Mémoire, les prix ont commencé à se relever d'une manière notable. (R.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour ce qui concerne particulièrement notre pays, la crise perdra plus vite de son intensité que chez quelques-uns de nos voisins : nous sommes moins engagés qu'eux dans un commerce extérieur, qui semblait promettre des débouchés illimités à tous les accroissements de production et qui, au contraire, les perd peu à peu. Nous avons un territoire étendu, dont la superficie est loin d'être également bien cultivée; elle n'attend pour cela que le complément de ses voies de communication : l'établissement de celles-ci, le développement agricole qui s'ensuivrait, voilà des débouchés qu'il dépend de nous de garder et qui suffiront à absorber les quelques excédants de production qu'on peut reprocher à nos forges depuis quelques années; il suffira pour cela d'un peu de prudence dans le remaniement, actuellement à l'étude, de nos tarifs douaniers. En tout cas, il y a là plus d'une raison d'espérer le retour de meilleurs jours pour une industrie où, depuis une vingtaine d'années, les chefs d'entreprises ont dépensé tant de capitaux et le personnel technique tant de travail et d'intelligence !

Nous nous attacherons d'abord, dans ce qui va suivre, aux progrès de la sidérurgie; nous nous bornerons ensuite à montrer, par quelques exemples, comment cette partie de la métallurgie a réagi sur plusieurs autres branches de cet art.

Observons encore que les progrès, quelque rapides qu'ils soient, ne sont pas si instantanés que, d'une Exposition à l'autre, on puisse constater de grandes nouveautés; mais ces exhibitions internationales apprennent à distinguer celles des inventions qui ont décidément réussi et à mesurer le temps qu'il leur a fallu pour cela.

La plupart des résultats industriels qu'on a constatés aux dernières Expositions universelles s'annonçaient déjà à l'Exposition de Paris en 1867, et même à l'Exposition de Londres en 1862; une revue rapide, comme celle qui nous occupe, doit surtout s'attacher à ce côté historique des procédés devenus réellement pratiques. C'est donc à ce point de vue que nous allons examiner successivement les progrès accusés par l'Exposition de 1878; ils peuvent se grouper sous les titres suivants :

1° Production des hautes températures;
2° Préparation de matériaux réfractaires réclamés par ces hautes températures;
3° Construction des fourneaux de diverses sortes;
4° Matériel mécanique des ateliers sidérurgiques;
5° Divers modes d'essais des fers et aciers; leur classification;
6° Nouveaux procédés de fabrication et d'ouvraison des fontes, aciers et fers.

§ I^er^. — *Production des hautes températures.*

Il y a plus de quarante ans que la question du chauffage métallurgique par le gaz a été posée et étudiée : ce n'est pourtant que depuis l'Exposition do Londres, en 1862, qu'on a vraiment appris à tirer de ce mode de chauffage tous les avantages qu'il promettait.

On savait, par des essais pratiques remontant presque au commencement de ce siècle,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que l'on pouvait utiliser à des chauffages accessoires les gaz perdus de certains fourneaux, notamment des hauts fourneaux. On apprenait, de **1830** à **1840**, les principes de la gazéification des combustibles ; les règles pour la meilleure combustion des gaz étaient alors posées par les chimistes et métallurgistes français, allemands et anglais. La nécessité du chauffage préalable des gaz combustibles et de l'air comburant était une des règles les plus recommandées. Et cependant, jusque vers **1860**, on n'avait fait de ces règles et principes que des applications locales restreintes.

Cela tenait, d'une part, à ce qu'on avait trop souvent compliqué inutilement les gazogènes et, encore plus, à ce qu'on n'usait pour le chauffage préalable de l'air et des gaz que d'appareils tubulaires en fonte tout à fait insuffisants en pratique.

On avait bien, dans quelques réverbères à chauffes gazogènes, adopté le principe des parois creuses, à l'intérieur desquelles circulait et s'échauffait l'air destiné à brûler les gaz sortant de la chauffe (système Boëtius et autres) ; on faisait là un peu timidement ce que l'on faisait, à peu près à la même date, dans une branche importante de la métallurgie générale, dans la fabrication du coke : là, les fours à parois pleines disparaissaient devant les fours à parois creuses où l'air s'échauffait avant d'atteindre les gaz de la distillation pour produire la chaleur même nécessaire à la carbonisation (fours Appolt, Knabb, Smet, etc.).

M. Siemens, en **1861**, après deux ou trois ans de tâtonnements, faisait faire un pas considérable au chauffage par le gaz. Séparant le gazogène des fours proprement dits, il le disposait sous forme d'une simple cuve, avec grille inclinée, à gradins pour certains combustibles, cuve où l'air était appelé par le tirage naturel d'une cheminée placée à l'arrière du ou des fours alimentés par le gazogène. Les gaz brûlés sur la sole des fours se divisaient, avant de gagner la cheminée, en deux courants circulant dans deux compartiments placés sous la sole et remplis de briques en chicane, qui prenaient rapidement aux gaz brûlés leur haute température. Après un temps convenable, cette circulation était interrompue ou renversée : là où passaient les gaz brûlés, des conduits amenaient séparément les gaz neufs du gazogène et l'air destiné à les brûler ; les flammes ou gaz brûlés étaient appelés dans deux autres compartiments placés comme les premiers et jouant le même rôle. De ce mouvement alternatif, réglé par des vannes de construction fort simple, il résultait que la chaleur des gaz brûlés était *récupérée* par l'air et le gaz à brûler, et ramenée ou *régénérée* sur la sole qu'ils venaient de quitter.

En définitive, cette combinaison d'appareils réalisait à la fois *la meilleure utilisation* de la chaleur autrefois perdue dans les réverbères ordinaires et des *effets thermométriques* d'une intensité proportionnelle à la température qu'avaient prise l'air et les gaz dans les récupérateurs, c'est-à-dire des effets thermométriques inconnus jusqu'alors.

Une des premières applications de ce mode de chauffage se fit aux fours à fondre l'acier en creusets : des modèles de fours, propres à cet usage, figuraient à Londres en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1862. Presque en même temps, les fours Siemens s'essayaient à la fusion du verre et à la fusion de l'acier sur sole sans creusets. Quelques années plus tard, ils se répandaient dans les forges, pour les diverses sortes de réchauffages, et dans beaucoup d'autres usines métallurgiques.

Le succès des réverbères à récupérateurs ne se généralisa pourtant qu'assez lentement : tout simple que fût leur dispositif, encore fallait-il former un personnel apte à le manier; cette condition, qui retarde souvent la mise en pratique de bien des inventions, était particulièrement importante ici, car il fallait que ce personnel apprît à régler la production des gazogènes en gaz combustibles, sur la consommation des fours, à doser l'air et les gaz d'une façon pour ainsi dire mathématique. Cela obtenu et souvent avec des combustibles de nature variable, il fallait ensuite apprendre à espacer convenablement les renversements des courants gazeux.

Il se passa donc quelques années avant que les usines eussent un personnel de chauffeurs bien dressés à ce nouveau mode de chauffage.

D'un autre côté, bien que l'inventeur eût, dans ses brevets, décrit les formes spéciales à donner aux réverbères de son système pour les principales applications qu'on en pouvait faire, il eut plus d'un tâtonnement avant que les meilleures dimensions fussent trouvées dans chaque cas particulier. Appréciant mal les effets calorifiques de ces appareils, on commença généralement par donner des capacités trop réduites aux fours Siemens; il arriva pour eux ce qui était arrivé pour la cornue Bessemer; on reconnut à la pratique que le travail y était d'autant mieux assuré que la capacité intérieure des fours était plus grande : pour ne parler que des fours Siemens à fondre les métaux, l'acier notamment, au lieu de laboratoires pouvant fondre 2 à 3 tonnes par opération, on préféra bientôt des laboratoires capables de 5, 10, et même de 15 et 20 tonnes, comme on en rencontre déjà beaucoup aujourd'hui.

En même temps qu'on reconnaissait la supériorité de ces fours agrandis, on revenait aussi des formes plus ou moins compliquées, données trop souvent dès le début, au profil intérieur des réverbères Siemens : à des voûtes à double ou triple courbure, épousant toutes les ondulations de la sole, par exemple dans les fours à bassin intérieur, on substituait des voûtes à simple courbure, cintrées en sens contraire de la sole, de façon à présenter le maximum de hauteur au milieu du four. Il devenait facile de disposer alors les carneaux d'arrivée d'air et de gaz, de façon à éviter les coups de chalumeau sur les parois et surtout sur la voûte; on réduisait d'ailleurs le nombre de ces carneaux; parfois à deux pour le gaz et un pour l'air, et même à deux (un pour gaz et un pour air),

Par ces modifications de profils et dimensions, on parvenait, en un mot, et particulièrement en France, à tirer des fours Siemens tout ce qu'ils pouvaient donner sans s'exposer à les détruire, ou à les user en quelques jours, comme cela n'arrivait que trop souvent à l'origine de ce procédé.

Il est à peine utile d'observer qu'à mesure qu'on savait mieux calculer leurs dispo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sitions intérieures, on soignait davantage leur construction, nous le verrons dans l'un des chapitres suivants. Dans certaines usines (en Autriche surtout), on a modifié plus profondément les fours Siemens :

1° On a renoncé à l'un des dispositifs auquel M. Siemens tenait beaucoup à l'origine de son invention : on a supprimé la conduite refroidissante du gazogène au four; rapprochant le premier du second, on a pu ainsi amener encore chauds aux distributeurs et les gaz combustibles, et les produits condensables qu'on perdait avec la conduite refroidissante (1).

2° On a déplacé complétement les récupérateurs et au lieu de les laisser sous la sole, on les met au-dessus du massif, en avant ou sur les côtés des fours, trouvant à cela divers avantages et surtout celui d'un accès et de réparations beaucoup plus faciles; le dessous de la sole reste ainsi complétement libre.

3° On a pu, avec cette première modification, établir la sole sur chariot, c'est-à-dire, la rendre mobile, comme la sole d'un four de coupellation anglaise, ce qui permet de l'enlever hors du massif du four pour la réparer; comme conséquence, un four ainsi disposé, est capable d'un travail plus continu et d'une production mensuelle plus élevée : progrès semblable à ceux que les métallurgistes américains ont apportés dans la construction et la réparation du fond de la cornue Bessemer, et qui leur ont permis les productions énormes que l'on sait par paire de cornues.

Tels sont les derniers progrès apportés à une invention qui date de vingt ans et qui, dans la pratique des ateliers, a elle même fait passer des moyens de chauffage depuis bien plus longtemps à l'étude.

Après les fours Siemens, mentionnons rapidement divers autres appareils qui, depuis 1867, se sont introduits dans les forges parallèlement aux fours Siemens et qui, comme ceux-ci, appliquent les chaleurs perdues au chauffage, non plus des gaz combustibles produits alors par des chauffes gazogènes attenant aux laboratoires, mais seulement l'air destiné à les brûler. Les réverbères Ponsard, Bicheroux, appartiennent à cette catégorie : le chauffage de l'air ne s'y fait plus au contact de matériaux rougis sur le courant de flammes, mais par transmission de la chaleur perdue à travers les parois creuses dans lesquelles circule l'air; c'est l'application sur une plus grande échelle du principe des anciennes chauffes Boëtius. On prévoit, d'après cela, que, tout en pouvant rendre de réels services dans certaines opérations métallurgiques, ces appareils ne sauraient avoir la puissance des fours Siemens : aussi se sont-ils beaucoup moins répandus que ceux-ci.

L'apparition des fours Siemens a ramené l'attention sur l'utilisation des gaz com-

(1) Avec certains combustibles donnant beaucoup de suie et de vapeur d'eau, il importe cependant de conserver à cette conduite assez de longueur pour permettre d'y placer un laveur ou condenseur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bustibles des hauts fourneaux dans les opérations à hautes températures. M. de Langlade a étudié les moyens de régulariser le débit et l'emploi de ces gaz sans gêner le travail de l'appareil principal ; de plus, par un lavage énergique, il les débarasse et de leurs poussières et de l'excès d'eau qu'ils peuvent tenir. En cet état, les gaz de hauts fourneaux semblent donner, dans un four à chaleur régénérée, les températures voulues pour le puddlage de la fonte, pour le soudage du fer et même pour la fusion de l'acier. Le même inventeur, en appliquant ces moyens de distribution et de lavage au gaz de gazogènes alimentés à la houille et même au lignite, annonce avoir réussi le puddlage dans les fours Siemens. Quelques-uns de ces moyens, notamment le lavage des gaz, rappellent les dispositifs du four Lundin, déjà connu en 1867. Quelques usines d'Autriche (Prävali) ont obtenu, par le lavage, des résultats analogues au puddlage avec les gaz de lignites très-médiocres, cendreux et chargés d'eau.

§ II. — *Préparation des matériaux réfractaires.*

Dès les premières applications de son système de chauffage, M. Siemens se préoccupait de la nature des matériaux réfractaires qu'il fallait pour résister à de pareilles températures; la plupart des matériaux terreux usités jusqu'alors paraissaient insuffisants. De bonne heure, cet inventeur recommanda les briques siliceuses de Dinas (Angleterre), et beaucoup d'usines sont restées tributaires des fournisseurs de ces produits bien connus aujourd'hui.

Cependant, des établissements se sont créés sur le continent, en Allemagne et en France notamment (Muller et comp., à Ivry, Carvès et comp., à Saint-Etienne), pour la fabrication de briques siliceuses qui luttent avec les briques de Dinas, quand elles ne les remplacent pas. Mais les briques siliceuses, tout en résistant très-bien à l'action de la chaleur, présentent des défauts de solidité ou de compacité qu'on n'est pas parvenu à faire disparaître, malgré les fortes compressions auxquelles on soumet les pâtes avant le moulage. Il semble que, quelle que soit la composition du mélange (quartz et quelques centièmes de chaux, quartz et quelques centièmes d'argile, avec ou sans additions alcalines ou autres), la cuisson qui suit la compression ne parvient pas à en souder suffisamment les éléments. Un autre inconvénient souvent reproché aux briques siliceuses, du moins pour les parois des fours de fusion en contact avec le bain de métal et scories, c'est leur corrosion rapide par les oxydes ou silicates métalliques.

De nombreux essais ont été faits, un peu partout, pour substituer aux briques réfractaires siliceuses des matériaux basiques, à base d'alumine ou de chaux ou de magnésie.

La bauxite a été essayée de bonne heure (1863) aux premières tentatives faites en France pour la fabrication de l'acier sur sole : elle n'a pas réussi. Mais, en dehors des difficultés qu'offrait cette matière, à cause de sa teneur en eau et en silice, et du retrait qu'elle éprouve, il ne semble pas que, dans l'essai dont nous parlons, on se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit suffisamment préoccupé de son moulage sous pression convenable ni de sa cuisson.

L'alumine n'est point, d'ailleurs, la base la plus convenable pour combattre les effets de corrosion qu'on reproche aux briques siliceuses : la chaux et la magnésie seraient certainement préférables, au moins comme composants prédominants.

Depuis quelque temps déja, des usines d'Autriche (Donawitz) emploient des briques à base de magnésie, qui, notamment dans les fours à puddler, se montrent bien supérieures aux briques argilo-siliceuses contre l'action corrosive des bains liquides. Ces briques sont faites d'un mélange composé de 12 pour 100 d'argile réfractaire et de magnésite calcinée pour le surplus. Le mélange (après broyage et criblage sur un tamis à trous de 2 millimètres de diamètre) est malaxé et humecté aussi peu que possible, il est moulé et fortement comprimé, puis séché très-lentement et cuit à très-haute température.

Des essais du même genre, dont M. l'inspecteur général Gruner a déjà parlé dans les *Annales des mines* (1re livraison de 1879, p. 152), se poursuivent en Angleterre, à propos de garnissages basiques de la cornue Bessemer. Il semble donc que nous touchons au moment de la substitution des matériaux réfractaires basiques aux matériaux siliceux.

§ III. — *Construction des fourneaux de diverses sortes.*

Les accroissements de capacité que nous avons signalés dans les fours Siemens et analogues se sont introduits dans la plupart des fourneaux métallurgiques, réverbères et fours à cuve.

Ces derniers étaient surtout représentés à l'Exposition, dans la section française, par de très-beaux modèles de hauts fourneaux, montrant, comme les modèles de réverbères Siemens, Pernot, etc., les soins donnés aujourd'hui à la construction de ces grands appareils. Le trait saillant du mode de construction actuel, c'est la part de plus en plus grande faite aux matériaux métalliques comme armatures, enveloppes ou supports des maçonneries, parfois même comme éléments des parois intérieures des fourneaux.

Il y a déjà longtemps qu'on connaît le type des tours de hauts fourneaux montés sur colonnes en fonte. Ce type laisse l'accès complétement libre sur tout le pourtour des œuvres basses du massif réfractaire que l'air baigne et rafraîchit extérieurement.

On a chaque jour aminci davantage les parois découvertes du creuset, de l'ouvrage et même d'une partie des étalages ; en outre, au lieu de les armer simplement de quelques cercles comme autrefois, on les a consolidées par de forts cadres en fonte autour des tuyères, c'est-à-dire dans les régions qui s'usent le plus vite depuis qu'on se sert de l'air surchauffé qui sort des appareils à air chaud en terre (Whitwell ou Siemens-Cowper). On a pratiqué de plus en plus le refroidissement par des aspersions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'eau, ou mieux en encastrant, à divers hauteurs du creuset, jusqu'aux étalages, des caisses ou sortes de voussoirs en fonte à doubles parois dans lesquels circulent des courants d'eau, comme dans les tuyères elles-mêmes. Par ces moyens, combinés avec quelques autres, notamment avec l'emploi de tuyères en cuivre de grandes longueurs pouvant porter le vent loin des parois, à l'intérieur des hauts fourneaux, on est parvenu à conserver les parties basses, même dans les allures les plus chaudes et avec des laitiers manganésés, toujours plus ou moins corrosifs.

Le massif même de la tour extérieure a été allégé comme maçonnerie, et renforcé comme armatures métalliques ; mais la suppression complète de ce revêtement extérieur, tentée dans quelques usines, ne s'est pas généralisée, non plus que sa construction en briques creuses.

Enfin, parmi les accessoires des hauts-fourneaux, citons encore les conduites d'air et de gaz en tôle convenablement renforcée, faisant supports à la plate-forme du gueulard ; les monte-charges pneumatiques, complétement métalliques, dont les cylindres à vent forment colonnes portant le pont qui réunit les gueulards de deux fourneaux voisins ; enfin les appareils à air chaud eux-mêmes et leurs conduites énormes, avec leurs enveloppes continues en tôle rivée, garnies à l'intérieur d'un revêtement réfractaire, remplacent peu à peu les anciens appareils à tuyaux en fonte et emploient, eux aussi, autant, sinon plus, de fonte et fer ouvrés et moins de maçonnerie.

Voilà, pour les hauts fourneaux, par quels moyens on est parvenu à établir solidement les énormes appareils que chacun connaît, sur le minimum d'espace possible, avec toutes les facilités pour les réparations, réparations d'autant moins fréquentes, d'ailleurs, que la construction est plus soignée. On se figure aisément ce qu'eussent été de pareilles installations, s'il eût fallu conserver les anciens massifs en maçonnerie avec leurs quelques tirants en fer et quelques marâtres en fonte au toit des embrasures !

Pour les réverbères, les ingénieurs expérimentés du matériel de forges avaient de bonne heure remplacé, notamment dans le puddlage, les épaisses maçonneries extérieures, étayées de quelques cadres en fonte et en fer, par de fortes armatures en fonte enveloppant à peu près complétement le garnissage réfractaire très-aminci, la voûte étant elle-même réduite à l'épaisseur réfractaire.

Ce mode de construction devenait obligatoire déjà pour les chauffes à parois creuses (modèle Boëtius) beaucoup moins solides, en raison de leurs vides ; mais il devait se généraliser encore plus avec les fours Siemens, surtout avec le modèle primitif où les récupérateurs étaient placés par dessous le laboratoire. C'est certainement parce qu'on ne les avait pas suffisamment armés, que les premiers fours Siemens ont souvent fourni des campagnes si courtes et occasionné des frais d'entretien si élevés !

Peu à peu, on a mieux apprécié aussi les efforts considérables, qu'en raison des dilatations dues à leur haute température, les parois de ces fours ont à subir. En don-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nant aux plaques d'armatures des formes et dimensions proportionnées aux vides, à la capacité des laboratoires, on est parvenu à limiter les réparations à celles du revêtement inférieur. Ayant, d'ailleurs, diminué ces réparations par les soins dont il a été parlé ci-dessus, soins dans le meilleur profil intérieur, soins dans le choix des matériaux réfractaires, on a réalisé, dans ces appareils chaque jour grandissants, la continuité du travail, condition indispensable de tout progrès industriel.

Nous pourrions citer des usines où des réverbères de cette sorte font aujourd'hui des campagnes d'un mois ou deux sans réparation sérieuse quand, dans le début, pour le même travail, on ne parvenait à les tenir en feu qu'une ou deux semaines. Un des ingénieurs qui, en Autriche, ont le plus étudié la construction des fours à gaz à chaleur régénérée, M. Prochaska, directeur de l'usine de Gratz, nous affirmait récemment avoir obtenu, dans un de ces fours appliqué à la fabrication de l'acier sur sole, une marche continue, sans réparation, de six à sept mois !

Nous en avons dit assez, pour faire comprendre la part de progrès due à l'art de la construction en ce qui concerne les fourneaux, c'est-à-dire l'outillage tout spécial de la métallurgie. Si nous n'étions limités par le cadre de cette revue, nous pourrions, en nous aidant des beaux modèles d'installations qui se trouvaient à l'Exposition, montrer que, dans la construction générale des bâtiments et ateliers, on retrouve des progrès analogues : distribution méthodique des espaces, ampleur et solidité des constructions, grâce à l'emploi croissant des matériaux métalliques. Enfin, nous allons voir la place qu'a prise l'outillage mécanique dans les ateliers sidérurgiques.

§ IV. — *Matériel mecanique des usines sidérurgiques.*

Nous avons peu à dire ici des *machines motrices, à vapeur ou autres*, en usage dans les fonderies, forges et aciéries : questions de mécanique générale qui rentreraient dans l'examen de l'Exposition à un autre point de vue.

Les progrès réalisés, particulièrement dans les machines motrices à vapeur, par les nouveaux systèmes de distribution et de détente (types Compound, Corliss, etc.), qui ont frappé tant de visiteurs de l'Exposition de 1878, intéressent peut-être plus l'industrie générale que la plupart des ateliers sidérurgiques. Sauf le cas du soufflage des fourneaux, opération à très-peu près continue, les moteurs métallurgiques ont à fournir le plus souvent un travail intermittent qui se prête mal à la recherche des dernières économies dans l'emploi de la vapeur.

On n'observe, en effet, quelques-uns des perfectionnements auxquels nous venons de faire allusion, que dans les grandes souffleries de hauts fourneaux, dont les dispositifs ont d'ailleurs peu variés depuis 1867 : c'est toujours le type vertical connu dès cette époque. Ce modèle de soufflerie verticale à même fini par se substituer, dans les ateliers Bessemer, au type horizontal que l'inventeur avait proposé aux débuts de son procédé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les moteurs des divers ateliers de laminage du fer et de l'acier, le constructeur, sans négliger les éléments d'amélioration indiqués ci-dessus, doit se préoccuper, davantage encore, de la stabilité de ces engins chaque jour plus puissants, de la bonne répartition des masses et enfin de la simplicité des transmissions aux outils actionnés. Les galeries de l'Exposition de 1878 n'offraient à cet égard, par rapport à l'Exposition de 1867, qu'une nouveauté vraiment saillante, la machine commandant le laminoir reversible à rails exposé par les établissements Cockerill (Seraing) : nous aurons l'occasion d'y revenir dans un instant en parlant des appareils de laminage.

C'est plus encore dans l'outillage proprement dit, que la mécanique a pris une part croissante dans les installations sidérurgiques : on l'a compris à la vue des modèles comme celui du pilon de 80 tonnes exposé par le Creusot. De même, les dimensions des spécimens de blindages, tôles, fers profilés, que renfermaient les galeries de l'Exposition de 1878, disaient assez que les laminoirs ont, comme les marteaux pilons, encore grandi depuis 1867.

Mais, ce que ne montrent pas les Expositions, c'est la variété et la perfection des agencements mécaniques qui sont aujourd'hui l'accompagnement nécessaire de ces grands appareils. Déjà, en 1867, on était émerveillé de voir des plaques en fer laminé de 1 à 2 mètres cubes, c'est-à-dire de 8 à 12 tonnes. En 1878, on fait couramment, dans plusieurs usines, des plaques laminées de 25 à 30 tonnes, et ces énormes masses de fer circulent des bancs de paquetage aux fours et des fours aux trains avec la même facilité qu'autrefois les paquets de quelques quintaux. Tout cela, grâce à des appareils mécaniques de levage et manutention distribués autour des fours et des laminoirs : grues hydrauliques ou à vapeur de 30, 40, 60 tonnes et plus ; chariots porteurs dont le mouvement alternatif correspond à l'entrée et à la sortie des pièces entre les cylindres. Parfois, comme dans les usines anglaises qui s'occupent de ces fabrications, les manœuvres de ces gros produits se font encore plus simplement par des treuils mécaniques faisant glisser directement, des fours aux trains, les paquets à souder et laminer.

Il faut un outillage accessoire du même genre à un pilon comme celui du Creusot, destiné à forger des arbres, des plaques, des canons de hauts poids : autour de cet engin, sont les fours (à gaz) munis de grues hydrauliques de 100 à 150 tonnes, manœuvrant dans tous les sens les charges, des fours au pilon et sous le pilon ; les portes mêmes des fours sont actionnées par des moteurs hydrauliques. Il va sans dire que de pareils outillages sont complétement métalliques comme les bâtiments mêmes qui les abritent.

Ces outillages, le dernier surtout, rappellent les combinaisons mécaniques par lesquelles Bessemer a fait passer dans la pratique l'invention qui porte son nom. Quelque ingénieux que fût le principe de l'invention, il est certain qu'elle n'eût pas prospéré si vite avec l'appareil fixe imaginé d'abord, ni avec la cornue primitivement mue à la main. Dès qu'on reconnut surtout la nécessité d'agrandir la cornue, il fallait une manutention mécanique à de pareilles masses fondues ; il fallait le système hydraulique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et ses transmissions souterraines pour les mouvements si complexes d'un matériel énorme, concentré sur un si petit espace.

Le plan général du matériel Bessemer servit encore de modèle aux ateliers de fonderie de fonte ou d'acier sur sole : combiné avec les grands fours Siemens dont il a été parlé § I, il a permis la préparation des moulages pesants et des énormes lingots dont l'Exposition renfermait de nombreux échantillons.

Il est inutile d'ajouter que ces outillages mécaniques n'ont pas seulement apporté la possibilité de ces grandes fabrications ; ils ont, de plus, en substituant la machine à la main de l'homme, réduit la part de la main-d'œuvre dans les frais de fabrication. Ils ont, à cet égard, continué les progrès déjà constatés par les Expositions antérieures à propos de procédés moins grandioses : dans la moulerie mécanique des tuyaux en fonte, dans le laminage des gros fers, en barres marchandes ou profilées, dans le laminage des rails, des tôles, etc.

L'outillage de quelques-unes de ces dernières fabrications ne semble pas avoir notablement changé depuis l'Exposition de 1867; quelques améliorations de détails seraient peut-être à signaler dans l'outillage de la moulerie et dans le laminage des fers marchands ou profilés ; mais c'est surtout dans les ateliers de gros fers profilés, de rails et de tôles, que le progrès s'est le plus accentué pendant les dix dernières années.

Et d'abord, sous le rapport des dimensions, ce que l'on considérait en 1867 comme des tours de force : les tôles à grandes surfaces et surtout à grandes largeurs, les fers profilés à larges ailes, de hauteurs de 30, 40 et même 50 centimètres, sur longueurs de 15 à 20 mètres, les rails de plusieurs dizaines de mètres de longueur, tout cela est devenu, dans quelques usines, produits absolument courants et non plus seulement pour le fer, mais pour l'acier ou le fer fondu. Il a fallu, pour en arriver là, refaire plus d'un ancien train, augmenter la puissance des moteurs, la vitesse des laminoirs, en même temps que leurs dimensions ; mais il a fallu aussi améliorer encore le matériel de manutention des poids correspondant à ces accroissements de dimensions. Beaucoup d'usines ont conservé les dispositifs connus depuis longtemps dans les forges : laminoirs trios ou duos à releveurs mécaniques, laminoirs à changement de marche, c'est-à-dire, à renversement de mouvement sur les trains mêmes ; elles ont simplement accru l'échelle de la construction en la complétant par des grues, chemins de fer aériens, etc., pour la manœuvre mécanique des matières et même du matériel des trains ; en adoptant, en outre, des dispositions d'ensemble permettant le transport, pour ainsi dire automatique, des produits sur les bancs de réception et de contrôle. C'est par l'ensemble de ces moyens qu'on est parvenu, en Europe et surtout en Amérique, aux productions considérables qu'a signalées au fur et à mesure la Presse industrielle.

Une modification plus radicale a été apportée tout récemment à la construction des laminoirs à rails et des laminoirs à tôle ; nous voulons parler du *système dit reversible*. Un ingénieur anglais, M. Ramsbottom, directeur de l'usine de Crewe, avait appliqué

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le principe de ce système, avant 1867, au dégrossissage des lingots d'acier; mais l'idée, reprise par les ateliers Cockerill (Seraing) en Belgique, fût poussée plus loin et donna naissance à un double train, l'un de dégrossissage et l'autre de finissage. Chacun d'eux est commandé par une machine horizontale à deux cylindres couplés, sans volant, actionnant un même arbre de transmission, et pouvant, par une coulisse de changement de marche, renverser son mouvement à chaque passage de la barre, du lingot, dans le laminoir. Au train dégrossisseur, composé d'une seule cage, où la vitesse du train doit être réduite, l'arbre de la machine motrice porte un pignon commandant un engrenage calé sur l'axe du cylindre-laminoir inférieur. Même dispositif quand il s'agit d'un train de tôles. Mais, au train finisseur de rails, composé de deux cages, l'arbre même de la machine est sur l'axe des cylindres-laminoirs inférieurs qu'il conduit directement, faisant pour chaque passage un nombre de tours correspondant à la longueur de la barre. Les cylindres-finisseurs sont disposés de façon à lâcher la barre finie au niveau du sol : elle court sur des galets mus mécaniquement, jusqu'aux scies qui la découpent en rails de longueur voulue. Enfin, les deux trains, quand il s'agit de rails, sont disposés parallèlement et les produits du dégrossisseur vont, avec ou sans réchauffage, selon les dimensions des barres, au train finisseur.

Pour ne parler que de ce dernier train, le renversement du mouvement s'y fait instantanément à la fin de chaque passage, et sans choc, la machine s'arrêtant à contre-vapeur et les masses en mouvement étant d'ailleurs très-peu considérables : la barre peut ainsi passer presque continûment dans un sens et dans l'autre, une fois le personnel, d'ailleurs peu nombreux, habitué au maniement des appareils. En outre, la barre conservant sa chaleur, peut passer pour ainsi dire à toute longueur, si la machine est suffisamment alimentée de vapeur. On conçoit, d'après cela, que ce système se prête aux plus grandes productions journalières et au laminage des rails à double, à triple et quadruple longueur, selon la dimension du rail en fabrication.

Les premières machines qu'a construites Seraing avaient la distribution par tiroirs, avec très-faible détente et des condenseurs puissants : il faut, en effet, avec ce mode d'action directe de la vapeur sur les laminoirs, que non-seulement on puisse disposer toujours d'une source abondante de vapeur, mais aussi que la condensation soit parfaitement assurée. Depuis, et dans le train finisseur qui figurait à l'Exposition, on a adopté pour la machine motrice une distribution à soupapes, munie d'un dispositif très-simple pour le changement de marche, dispositif qui permet l'usage d'une détente beaucoup plus étendue. Cette modification est un perfectionnement incontestable en ce que, pour certaines limites de la production, il peut réaliser des économies de vapeur que l'on ne pouvait obtenir avec le système primitif.

Terminons ce qui concerne le matériel des usines par un court examen des tentatives faites pour introduire la mécanique dans les manipulations métallurgiques elles-mêmes. C'est surtout le travail du puddlage qu'ont eu ici en vue les inventeurs; quelques-uns ont cependant visé à la fois le puddlage et la fabrication de l'acier sur sole. Bien que, pour beaucoup de personnes, le puddlage doive disparaître devant les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nouveaux procédés de fabrication des alliages ferreux fondus, il n'est point sans intérêt de constater, d'après les faits de l'Exposition de 1878, où en est ce problème du puddlage mécanique.

Des deux types principaux de puddlages mécaniques, le plus simple est celui où, dans un four ou sur une sole fixe, l'outil du puddleur est actionné mécaniquement (système Lemut, Espinasse) : la substitution de la machine aux bras de l'homme n'est que partielle, et les avantages économiques sont relativement peu considérables, surtout parce que, par la nature même des appareils, on ne peut pas, dans les fours, user de charges considérables (ces charges sont à peine doubles de celles traitées dans les fours à puddler ordinaires). Cependant, tels qu'ils sont, et même sans les derniers perfectionnements qu'y a apportés M. Lemut (voir *Annales des mines*, 2e livraison de 1878), les fours de ce premier type sont simples et peu coûteux : ils modifient peu le travail ordinaire, et, une fois installés dans une usine, on a pu continuer à s'en servir, bien que ce ne soit pas là une solution du problème en question.

Les fours de puddlage mécanique du second type, c'est-à-dire *les fours rotatifs de Danks, les fours à sole tournante de Pernot, à sole oscillante de Mennessier*, etc., présentent tous, avec des complications de constructions plus ou moins grandes, l'inconvénient de mettre en mouvement des masses relativement considérables par rapport aux charges de fonte traitées. Les garnissages sont par la même très-difficiles à conserver; enfin, en voulant, dans ces divers procédés, pousser le travail mécanique jusqu'à la formation des loupes, l'affinage final (la période de *soulèvement* du procédé ordinaire) devient ou impossible, ou très-difficile, surtout quand on veut opérer sur les fortes charges que permettent ces appareils.

Le four Danks modifié qu'exposait le Creusot, sous le nom de *four rotatif Bouvard*, présente quelques dispositions ingénieuses, comme la double paroi à circulation d'eau, et la nervure transversale qui doit diviser la loupe en deux; mais, à supposer qu'on assure mieux ainsi la conservation du garnissage intérieur et le parachèvement de l'affinage des loupes, les autres inconvénients du système Danks ne nous semblent pas avoir disparu.

Nous avons vu reparaître aussi à l'Exposition, sous le nom d'appareil Godfrey Howson, la marmite puddleuse d'OEstlund, essayée en Suède, et sans grand succès, peu après l'apparition du procédé Bessemer; nous n'avons rien vu dans les détails de construction du nouvel appareil qui pût faire espérer mieux aujourd'hui qu'alors.

En un mot, si les puddleurs mécaniques de ce second type ont eu quelques succès partiels, ils ne se sont pas répandus dans les usines à fer proprement dites. Peut-être a-t-on mieux réussi quand, au lieu de fer doux à souder, on y a fait simplement, avec de bonnes fontes d'ailleurs, *des blooms* à fondre sur sole de fours Siemens; mais quelques-uns d'entre eux, le four Pernot particulièrement, ont été, au contraire, adoptés pour la fabrication directe de l'acier fondu sur sole.

Une note publiée, il y a deux ans, dans les *Annales des Mines*, par M. l'ingénieur Henry, a fait ressortir les avantages économiques de cette application du four Pernot.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La rotation de la sole semblait activer la fusion et l'incorporation réciproque du fer et de la fonte contenus dans la charge. Peut-être ce résultat tenait-il plutôt à la capacité du four, à ses dispositions intérieures, permettant de faire la charge en une seule fois; les renseignements fournis par des exposants qui, après avoir appliqué le four Pernot à la fusion sur sole, ont rénoncé à la mobilité de la sole, confirment à cet égard les résultats que nous avons constatés personnellement avec des fours Siemens disposés pour recevoir en une seule fois des charges de 5 à 8 et même 10 tonnes.

Les fours à sole rotative et à sole oscillante ont enfin, dans le cours de l'année 1878, reçu une application, pour laquelle ils semblent mieux appropriés : M. Krupp, en Allemagne, M. Bell, en Angleterre, ont employé ces appareils dans le mazéage préalable, sur garniture en oxydes de fer, de fontes impures, surtout des fontes phosphoreuses. M. l'inspecteur général Grüner a sommairement décrit cette opération, dite déphosphoration, dans la 1re livraison, 1879, des *Annales* (1), en même temps qu'il rapportait les récents essais de MM. Thomas et C. Gilchrist, d'affinage immédiat des fontes phosphoreuses pour métal fondu dans une cornue Bessemer garnie de briques à bases de chaux et de magnésie.

Ce dernier procédé a été, il y a quelques semaines, essayé en grand dans une importante usine du Cleveland (nous y reviendrons dans un des chapitres suivants); mais à supposer que cet affinage en une seule opération ne donne pas décidément les résultats qu'on annonce et qu'il faille revenir à la double opération recommandée par MM. Krupp et Bell, il nous paraît, qu'une fois réalisé un bon garnissage à bases de de chaux et de magnésie, la cornue Bessemer est le meilleur moyen de faire le *mazéage* ou l'*épuration* des fontes impures, pour les faire sortir liquides et propres à la fabrication de l'acier sur sole. La cornue Bessemer est, en effet, l'appareil le mieux disposé pour le brassage mécanique d'un bain de fonte avec tels réactifs qu'on voudra ajouter au laitier basique que donnerait le garnissage dont il s'agit; il nous paraît valoir mieux pour cela que la plupart des appareils rotatifs ou autres fours à puddler mécaniques. (*La suite au prochain cahier*).

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 9 *janvier* 1880.

Présidence de M. le vice-amiral DE CHABANNES, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Francisque-Michel* (R.), ingénieur civil, rue de l'Ancienne-Comédie, 13, à Paris, sollicite une médaille de contre-maître en faveur du gérant d'une propriété agricole à Oran. (Commission spéciale.)

(1) Voy. également *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 26.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Robin*, mécanicien, avenue de la Tourelle, 10, à Saint-Mandé (Seine), demande à concourir pour le prix offert au meilleur petit moteur pour atelier de famille. (Arts mécaniques.)

M. *Charton*, artiste peintre, avenue de Versailles, 63, Paris-Auteuil, demande le concours de la Société d'encouragement pour prendre un brevet relatif à l'industrie des cuirs décorés. (Beaux-arts et constructions.)

M. *Bouvy-Charvès*, rue de Châteaudun, 11, à Paris, dépose un paquet cacheté relatif à un nouvel appendice du costume.

M. *Mante*, photographe, rue des Abbesses, 6, à Montmartre-Paris, présente des pièces pour le concours au prix relatif à un cliché photographique destiné à l'impression typographique. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Combe d'Alma* (A.), rue Taitbout, 73, à Paris; emploi du liége dans les constructions et utilisation des déchets. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Sanguet* (J. L.), géomètre, boulevard Saint-Germain, 82, à Paris, demande à concourir pour le prix relatif au levé topographique-automatique. (Arts mécaniques.)

M. *Pelle*, avenue Daumesnil, 222 *bis*, à Paris, présente le modèle d'un bateau à vapeur, dont la propulsion s'obtient au moyen d'air insufflé à la base d'un plan incliné terminant l'arrière du bâtiment. (Arts mécaniques.)

ÉLECTION D'UN MEMBRE ÉTRANGER POUR LE COMITÉ DU COMMERCE. — Le candidat présenté par le comité, et dont les titres ont été examinés par le Conseil en comité secret, est M. *Reader Lack*, Esq., directeur du Patent-Office, à Londres.

Un scrutin secret est ouvert par M. le *Président* pour cette élection et le dépouillement constate que M. *Reader Lack* a réuni l'unanimité des suffrages.

M. *le Président* proclame le résultat de cette élection,

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Vacance dans la Commission des fonds.* — M. le général *Mengin-Lecreulx* fait, au nom de la Commission des fonds, un Rapport pour demander au Conseil la déclaration d'une vacance parmi les membres de cette Commission.

Cette proposition est mise aux voix par M. le *Président* et la vacance est déclarée par le Conseil.

L'élection aura lieu dans la séance du 23 janvier.

COMMUNICATIONS. — *Brevets d'invention.* — M. *Ch. de Laboulaye*, secrétaire du Conseil, fait une communication sur la loi qui régit les brevets d'invention en France. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société :

M. *Siegfried* (Jacques), présenté par M. *Gustave Roy*.

M. *Thirion*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, présenté par le général *Mengin-Lecreulx*.

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1

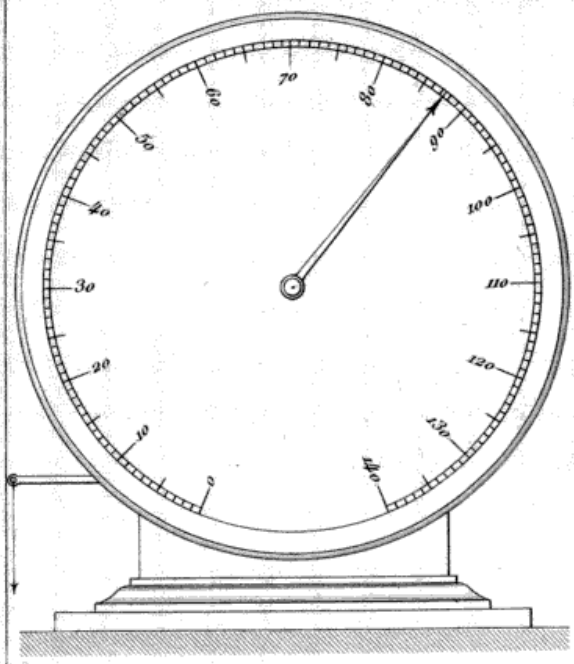


Fig. 2

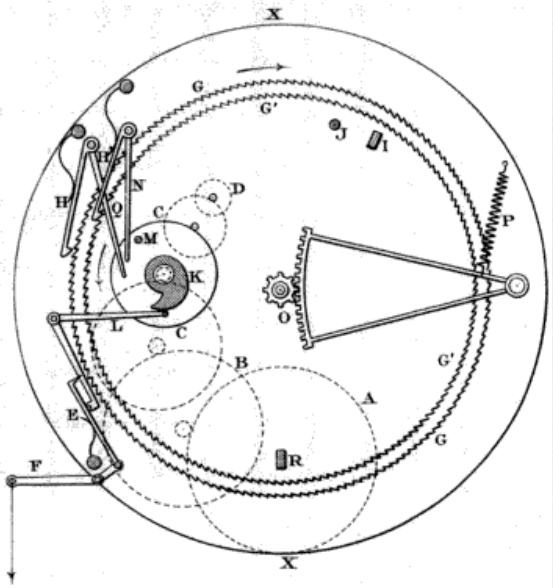


Fig. 3

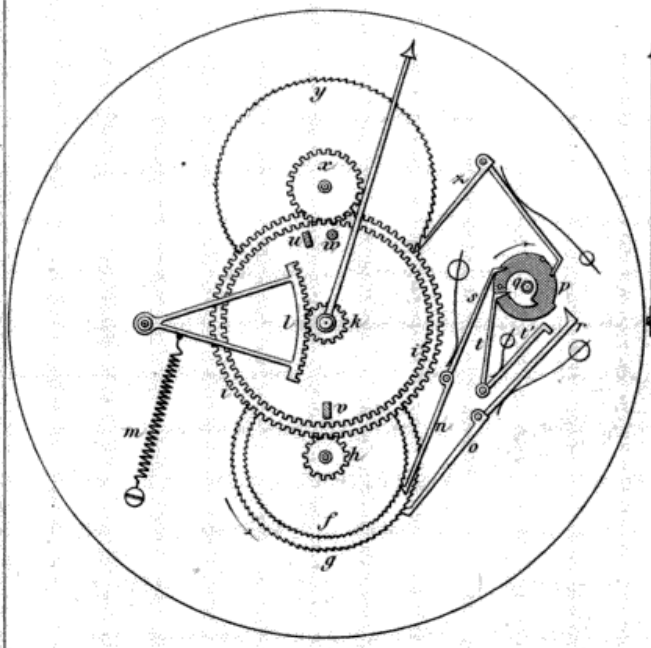
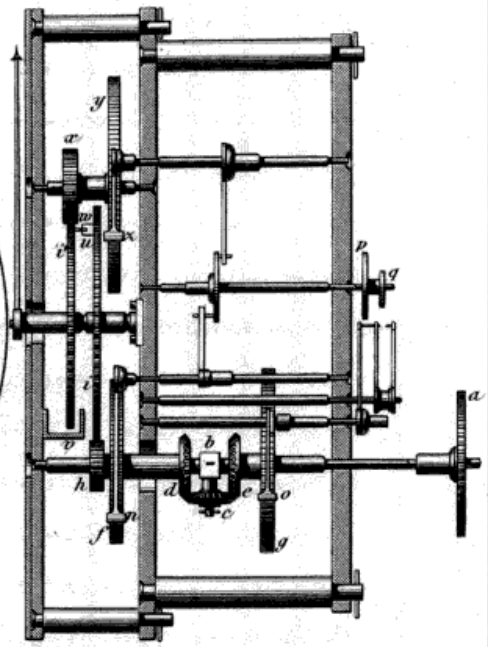


Fig. 4



Imp. R. Taneur, Paris. *Leblanc del. L. Chaumont et Bertrand sc.*

CINÉMOMÈTRE, PAR M. JACQUEMIER.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

79e année. Troisième série, tome VII. Mars 1880.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. ED. COLLIGNON *sur un mémoire intitulé :* ÉTUDE SUR LA STABILITÉ DE LA COUPOLE PROJETÉE *par* BRAMANTE POUR LA BASILIQUE DE SAINT-PIERRE DE ROME, *par* M. ALFRED DURAND-CLAYE, *professeur à l'Ecole des ponts et chaussées.*

Messieurs, je viens, au nom du comité des arts mécaniques, vous rendre un compte sommaire d'un travail intéressant, présenté par M. Alfred Durand-Claye, professeur à l'Ecole des ponts et chaussés et à l'Ecole des beaux-arts, sur la stabilité de la coupole projetée par Bramante pour la basilique de Saint-Pierre, à Rome. Ce travail est destiné à l'ouvrage que M. le baron de Geymüller, architecte, consacre aux projets primitifs de la célèbre basilique. M. Durand-Claye a trouvé là l'occasion d'appliquer au problème de la stabilité des voûtes sphériques, les principes qui l'ont conduit, il y a quelques années, à son élégante solution du même problème pour les voûtes en berceau.

On sait que la courbe des pressions n'est déterminée dans une voûte, qu'autant qu'on se donne un nombre suffisant de points de passage des poussées, deux, par exemple, si la voûte est symétrique. Au lieu de chercher à compléter la solution par des considérations toujours hypothétiques sur le tassement des matériaux ou les circonstances du décintrement, M. Durand-Claye représente simultanément, pour ainsi dire, au moyen de constructions graphiques, toutes les courbes de pressions admissibles ; son but est de tracer un contour fermé, au dedans duquel l'extrémité de la poussée à la clef est comprise, quand les conditions de l'équilibre sont toutes remplies. Si ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

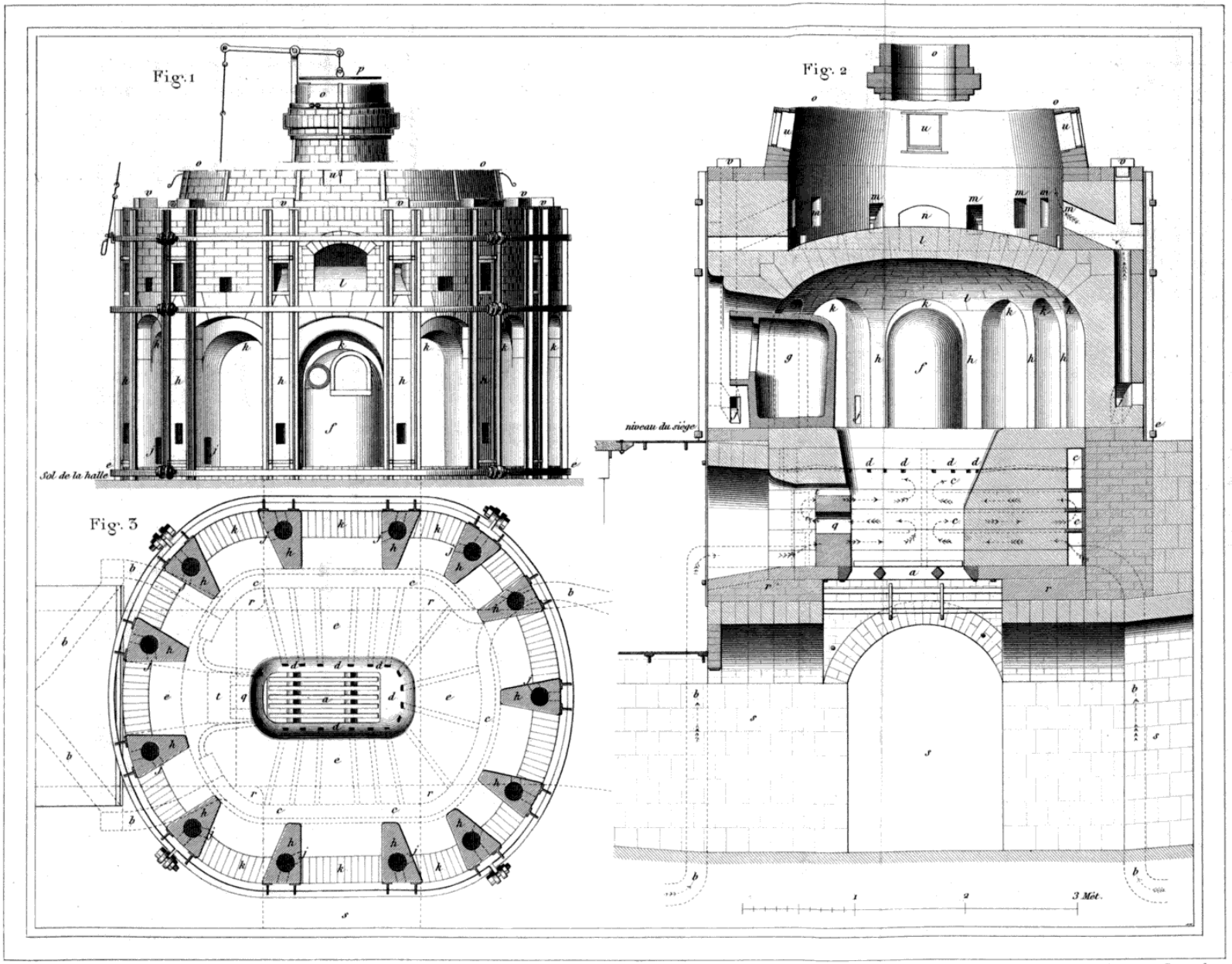
contour n'existe pas, la voûte ne peut être dans de bonnes conditions de résistance. Les matériaux y seraient soumis à des compressions exagérées, ou bien les mortiers devraient subir des extensions, toutes circonstances que la prudence la plus élémentaire réprouve. L'aire du contour-limite donne en quelque sorte une mesure sensible de la probabilité de l'équilibre. L'équilibre strict se traduirait par un contour réduit à un seul point. Les constructions à faire pour vérifier, par cette méthode, la stabilité d'une voûte donnée, se réduisent au tracé d'un certain nombre d'hyperboles équilatères ; les perfectionnements successifs que M. Alfred Durand-Claye a apportés à sa méthode, lui ont donné un degré de simplicité qui la rend éminemment pratique.

Le problème de l'équilibre des voûtes de révolution peut se ramener au problème analogue pour les voûtes en berceau. M. Alfred Durand-Claye a adopté, dans la solution qu'il développe, une marche que nous avions indiquée autrefois, et qui consiste à considérer à part un anneau central, servant, pour ainsi dire, de clef à la voûte sphérique et à décomposer en onglets convergents, assimilables chacun à des fragments de voûte cylindriques, les portions de voûte qui soutiennent de toutes parts cet anneau central. Les constructions graphiques relatives aux voûtes en berceau s'appliqueront, sauf une légère modification, à l'équilibre de l'onglet élémentaire ; il suffira de tenir compte, dans les opérations, de la largeur variable de l'onglet, qui s'accroît à mesure qu'on s'éloigne de l'axe de la surface, par suite de la divergence des plans méridiens latéraux.

Après avoir donné, d'après ces principes, la solution générale du problème, M. Durand-Claye en a fait l'application au projet de coupole de Bramante. Il a reconnu que la voûte aurait été dans de bonnes conditions de stabilité avec des matériaux capables de supporter, sans déformation sensible, une compression de 7 à 8 kilogr. par centimètre carré. Dans certaines régions, le tambour cylindrique qui soutient la coupole se trouve évidé, et des colonnes, placées dans l'évidement, auraient seules contribué à supporter la charge des parties supérieures ; mais le calcul montre que la pression n'y dépasserait pas 23 kilogrammes, ce qui n'a rien d'inquiétant pour les matériaux de choix qu'on emploie généralement pour les colonnes. M. Durand-Claye observe, d'ailleurs, que des arcs en décharge, ouverts dans la voûte au-dessus des vides du tambour, auraient sans doute soulagé les colonnes, et ramené leur compression à une limite bien inférieure à la pression calculée.

Comme conclusion définitive, la coupole de Bramante aurait été stable, pourvu qu'on l'eût construite avec de bons matériaux. Cette vérification ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. R. Taneur, Paris. *L. Chaumont et Bertrand sc.*

FOUR DE LA CRISTALLERIE DE PANTIN, PAR M. MONOT.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manque assurément pas d'intérêt. Parmi les nombreuses coupoles qui ont été construites, la plupart ont été projetées au sentiment, et il est curieux de voir les méthodes scientifiques modernes confirmer ainsi les inspirations d'un architecte habile. M. Alfred Durand-Claye, en donnant une méthode simple pour de telles vérifications, nous paraît avoir fait faire un véritable progrès au problème des voûtes sphériques. Son mémoire montre une fois de plus la fécondité des considérations qu'il a indiquées, et dont les ingénieurs ont depuis longtemps apprécié l'utilité et l'élégance. Nous proposerons donc au Conseil de le remercier de son intéressante communication et de voter l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : Ed. Collignon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 12 *décembre* 1879.

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES.

Rapport *fait par* M. Aimé Girard *sur les* appareils construits pour l'analyse des betteraves, *par* M. Olivier-Lecq, *à Templeuve* (*Nord*).

Le mouvement considérable qui, en ce moment, se propage parmi les divers collaborateurs de l'industrie sucrière pour l'amélioration de nos races de betteraves, donne un intérêt sérieux à la présentation faite, à la Société d'encouragement, par M. Olivier Lecq.

Producteur estimé de graines de betteraves à Templeuve, dans le département du Nord, M. Olivier Lecq a, l'un des premiers, adopté pour l'amélioration des graines qu'il livre aux cultivateurs, la méthode de sélection qui repose sur l'analyse chimique. Pour rendre plus faciles et plus promptes les méthodes d'analyse habituellement employées, il a construit des appareils ingénieux qui, soumis à l'examen du comité des arts chimiques, font l'objet du Rapport que, au nom de ce comité, j'ai l'honneur de présenter à la Société.

Dès l'origine de la fabrication du sucre de betteraves, on voit les hommes les plus compétents en cette question se préoccuper du choix de la semence, et comprendre toute l'étendue des conséquences que ce choix doit avoir, au point de vue économique, sur le résultat final de la fabrication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1812, Achard, dans le Mémoire qu'il publiait à la suite de ses expériences manufacturières, insistait sur ce point; en 1825, M. Dubrunfaut, dans son traité *Sur l'art de fabriquer le sucre*, y insistait de son côté; et il n'est guère d'écrivain qui, traitant la question de l'industrie sucrière, n'ait eu soin de rappeler à quel degré les betteraves peuvent se montrer différentes les unes des autres sous le rapport de la richesse saccharine, suivant qu'elles appartiennent à telle ou telle race déterminée. Quelques-uns même ont depuis longtemps affirmé que l'existence d'une fabrique de sucre peut dépendre de la graine employée à la culture.

Cependant, et malgré tous ces avertissements, nos cultivateurs et nos fabricants sont restés longtemps sans se rendre un compte exact de l'importance qu'il convient d'attribuer au choix de la graine de betteraves qu'ils confient au sol.

Ces graines, ils se contentaient, il y a peu d'années encore, ou bien de les produire eux-mêmes sur leurs exploitations en s'adressant à des racines de qualité quelconque, ou bien de les acheter à des négociants en l'honorabilité desquels ils avaient confiance, sans s'enquérir de la race à laquelle elles appartenaient, et souvent ils les voyaient alors ne leur fournir que des racines pauvres dont la mise en œuvre industrielle les conduisait à la ruine.

Il n'en est plus de même aujourd'hui : nombre de cultivateurs, dès à présent, n'admettent à l'ensemencement de leurs champs que des graines dont ils connaissent la généalogie et dont ils peuvent, par suite, calculer à l'avance et la richesse saccharine et le rendement à l'hectare.

C'est à Louis Vilmorin qu'il convient de faire remonter l'honneur du progrès considérable qu'a réalisé, sous ce rapport, l'industrie sucrière ; c'est lui, en effet, qui, le premier, en 1850, appelait l'attention des savants et des praticiens sur la possibilité d'augmenter la richesse saccharine de la betterave et de donner aux racines, sous le rapport de cette richesse, une constance parfaite.

Frappé de ce fait bien connu que, par l'emploi de semis méthodiques suivis pendant plusieurs années, on peut parvenir à fixer, dans une espèce déterminée, des caractères extérieurs constants, Louis Vilmorin s'était demandé si, en suivant la même méthode, on ne pourrait pas parvenir à fixer de même, dans une espèce déterminée, les caractères que les sens ne permettent pas d'apprécier.

Dirigeant alors ses recherches d'une façon plus spéciale du côté de l'amélioration de la bettrerave à sucre, Louis Vilmorin parvenait bientôt à fixer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des races ou sous-races de betteraves à richesse déterminée, et surtout à grande richesse, en choisissant, dans un lot considérable, la racine la plus sucrée et prenant cette racine pour reproducteur, en choisissant ensuite comme porte-graines, dans la descendance de cette racine, les sujets les plus sucrés et répétant pendant trois ou quatre générations successives ce procédé de sélection.

Un succès complet couronna les recherches de Louis Vilmorin, et bientôt on vit les fabricants de graines de betterave, adoptant le principe de la sélection, améliorer leurs produits et leur donner une constance jusqu'alors inconnue.

C'est grâce à ces découvertes qu'on a vu de nos jours la culture des porte-graines et, par conséquent, le commerce des graines de betteraves, prendre en France l'importance considérable qu'ils ont acquis dans ces dernières années ; qu'on a vu, à côté de la maison Vilmorin, se développer dans le Nord les grandes maisons de MM. Desprez, de Capelle ; Simon-Legrand, d'Orchies ; Olivier Lecq, de Templeuve ; Brabant frères, Dervaux-Ibled, Lepeuple, Carlier, etc., dont quelques-unes cultivent en porte-graines jusqu'à 400 hectares chaque année, et présentent sur le marché jusqu'à 800 000 kilogr. de semences ; dont quelques autres, au contraire, préfèrent se limiter à une production moins étendue.

L'immense développement qu'a pris aujourd'hui la culture des betteraves porte-graines et l'application à cette culture du procédé de sélection s'accompagnent, on le conçoit aussitôt, de grandes difficultés pratiques.

Ce n'est plus, en effet, comme cela a lieu pour beaucoup d'autres espèces végétales, ce n'est plus seulement des caractères extérieurs que le cultivateur doit se préoccuper dans ce cas, c'est aussi, et c'est par dessus tout, à l'étude d'un caractère latent : c'est à la détermination de la richesse saccharine des sujets qu'il se doit attacher. De là, la nécessité de soumettre à un examen analytique une quantité de racines véritablement prodigieuse. Il est telle maison du Nord qui, pendant la campagne, doit soumettre à l'essai jusqu'à 2 500 betteraves par jour.

Au début de ses recherches, Louis Vilmorin avait conseillé d'appliquer à l'évaluation de la richesse saccharine des betteraves un procédé que, depuis quelque temps déjà, on employait en Allemagne, pour déterminer la richesse en fécule des pommes de terre.

Ce procédé, que l'on voit encore aujourd'hui employé par quelques personnes, consiste à découper dans la betterave porte-graine, qui n'en éprouve

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aucun dommage sérieux, un petit fragment de chair que l'on présente ensuite à des bains d'eau sucrée ou salée, de densité croissante, jusqu'à ce qu'il surnage au-dessus de l'un de ces bains.

A ce premier procédé, Louis Vilmorin plus tard, et sur les conseils que lui donnait, dès 1852, notre illustre président M. Dumas, en substituait un autre qui, reposant sur la mesure de la densité non plus de la betterave, mais du jus qu'on en extrait, s'est généralisé depuis et qui, amené actuellement à une forme pratique, commence à jouer un rôle sérieux dans les transactions entre cultivateurs et fabricants.

Cependant, ces procédés, dont l'emploi est, à la rigueur, satisfaisant pour de simples opérations de ventes et d'achats faites dans les conditions ordinaires, furent bientôt reconnus insuffisants pour la détermination de la richesse saccharine des betteraves destinées à la sélection. Des travaux importants de MM. Corenwinder, Violette, Pagnoul, etc., établirent la nécessité absolue de recourir à l'analyse chimique.

C'est ce que font aujourd'hui la plupart de nos grands producteurs de graines. Appliquant à la betterave elle-même le procédé d'analyse par la liqueur cuprique que Barreswill avait imaginée, en 1838, pour l'analyse des sucres, M. Violette, doyen de la Faculté des sciences de Lille, a mis à la disposition de ces producteurs une méthode simple et rapide, qui bientôt est devenue classique dans leurs laboratoires.

C'est à ce procédé qu'a recours M. Olivier Lecq; mais, si rapide qu'en soit la pratique, M. Olivier Lecq a cherché à la rendre plus rapide encore, en modifiant la sonde à l'aide de laquelle on prélève sur la betterave porte-graine l'échantillon qui doit être analysé; en remplaçant le bain-marie ordinairement employé par un bain de sable tournant, en donnant enfin à l'appareil d'analyse lui-même une mobilité telle que l'opérateur n'ait aucun déplacement et, par suite, aucune perte de temps à subir.

La sonde dont on fait habituellement usage se compose d'une sorte de gouge demi-cylindrique que l'on introduit dans le corps de la betterave, pour ensuite détacher par un mouvement de rotation un fragment cylindrique de la racine. L'emploi de cet outil présente plus d'un inconvenient. Celui par lequel M. Olivier Lecq propose de le remplacer, se compose d'un cylindre vertical fonctionnant à l'aide d'un levier. A la partie inférieure, sont disposés, sur deux plans, quatre couteaux; à la partie supérieure, est réservée une échancrure de 8 centimètres de longueur environ, échancrure dans laquelle vient se loger le fragment de betterave, divisé d'un seul coup en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

neuf morceaux, et qu'aussitôt, à l'aide d'un couteau à poignée, on enlève pour le porter à la balance.

L'inversion du sucre contenu dans la betterave a lieu comme d'habitude, et en suivant la méthode de M. Violette, au moyen de l'acide sulfurique étendu; dans de petits matras de 100^{cc}, on jette les fragments de betterave pesés, on les recouvre de la solution acide, et les matras enfin sont portés au bain de sable.

Celui-ci se composé de deux plateaux en tôle couverts de sable, portés par deux arbres verticaux, dont l'un est commandé directement par un mouvement d'horlogerie, dont l'autre reçoit du premier, au moyen d'une chaîne de Vaucanson, un mouvement de même vitesse. Au-dessous de chacun de ces plateaux est disposée une rampe circulaire à gaz; sur chacun d'eux on peut placer environ 50 matras à la fois, et le travail, d'ailleurs, est conduit de telle façon que l'un des deux plateaux soit à point pour être dégarni au moment même où l'on achève de garnir l'autre. Chaque matras, bien entendu, est soigneusement numéroté.

L'appareil d'analyse enfin se compose de trois étoiles superposées, à cinq branches chacune et qu'entraîne dans un même mouvement de rotation le manchon commun sur lequel ces étoiles sont montées. Chacune des branches de l'étoile inférieure est percée de cinq trous fermés par une toile métallique; sur cette toile métallique, on asseoit cinq tubes à essai dont l'extrémité supérieure est prise dans les trous correspondants de l'étoile qui, placée au-dessus de la première, est destinée à remplir le rôle de guide; au-dessus de ce guide, enfin, est montée une troisième étoile portant à chaque branche cinq pipettes graduées à robinet. La manœuvre d'un semblable appareil est aisée à comprendre : l'opérateur amène devant lui l'une des cinq séries d'appareils placés dans un même plan vertical; dans chaque tube il verse 10^{cc} de liqueur cuprique ; dans chaque burette soigneusement numérotée, il introduit le liquide sucré inverti, provenant d'une betterave déterminée, et, dans la solution cuprique correspondante, il fait écouler une certaine proportion de ce liquide sucré. Aussitôt, toute la série d'appareils est tournée de 72 degrés et les tubes amenés au-dessus d'une petite rampe à gaz, à cinq becs, qui bientôt détermine l'ébullition du liquide que ces tubes contiennent, et détermine, par conséquent aussi, la précipitation d'une partie de l'oxydule de cuivre. Pendant ce temps, la série suivante a été préparée de la même façon; comme la première, elle est conduite au-dessus de l'appa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reil de chauffage; et les choses se continuent ainsi jusqu'à ce que l'analyse ait pris fin par la décoloration complète de la liqueur cuprique.

Il est inutile d'insister davantage sur la description de ces appareils : ils sont simples, d'un maniement commode, et peuvent certainement contribuer à vulgariser l'emploi de l'analyse chimique pour la détermination de la richesse saccharine des betteraves, aussi bien de celles qui, chez les producteurs de graines, sont destinées à la sélection, que de celles qui, chaque jour, sont par le cultivateur, amenées à la porte de la sucrerie.

Peut-être sont-ils susceptibles d'autres applications encore, peut-être, notamment, trouvera-t-on avantage à les employer dans les laboratoires où l'on exécute des analyses de sucre nombreuses; mais même, sans aborder ces considérations, il a semblé au comité des arts chimiques que les appareils construits par M. Olivier Lecq méritaient l'intérêt de la Société.

Et, en conséquence, il m'a chargé d'avoir l'honneur de proposer au Conseil de remercier M. Olivier Lecq de sa communication, et d'ordonner l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société, en y joignant le dessin des appareils présentés.

Signé : Aimé Girard, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *juin* 1879.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 112 REPRÉSENTANT LES APPAREILS CONSTRUITS PAR M. OLIVIER-LECQ POUR L'ANALYSE DES BETTERAVES.

Bain de sable.

Fig. 1. Elévation longitudinale du bain du sable.

Fig. 2. Demi-vue en dessus.

a, *a*, couronnes en tôle, à rebord intérieur, munies chacune de cinq bras ou rayons.

b, plaque circulaire centrale en cuivre, sur laquelle viennent se fixer les extrémités centrales des bras ou rayon de chaque couronne (fig. 2).

c, plaques en tôle ayant la forme de secteurs, au nombre de cinq pour chaque couronne; elles reposent bords à bords les unes contre les autres, d'une part, sur les rayons et, d'autre part, sur le rebord intérieur de la couronne *a*. (Sur la figure 2, l'une des plaques a été enlevée pour laisser voir la rampe à gaz.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand les plaques *c* sont en place, elles constituent deux plateaux destinés à recevoir du sable.

d, *d*, supports des plateaux; ils sont fixés à leur base sur une tablette qui porte tout l'appareil.

e, *e*, axes mobiles verticaux, fixés aux plaques centrales *b* et tournant dans les supports *d*.

f, chaîne de Vaucauson réunissant les axes *e*.

g, mécanisme d'horlogerie commandant directement l'un des axes *e* et son plateau ; le mouvement est transmis à l'autre axe par la chaîne de Vaucanson.

h, matras se plaçant sur le bain de sable; on n'en a représenté qu'un sur chaque plateau, fig. 1. La fig. 2 indique comment ces matras peuvent être disposés en plusieurs circonférences analogues à celle représentée en ponctué.

i, *i*, rampes circulaires à gaz, disposées sous chaque plateau.

j, *j*, pieds à tiges verticales, supportant les rampes à gaz par un point de leur circonférence ; une vis sert à fixer chaque rampe sur sa tige à telle hauteur qu'on veut, de manière à rapprocher ou à éloigner la flamme du plateau correspondant; les pieds *j* peuvent se déplacer à volonté.

k, *k*, tuyaux d'amenée du gaz pour chaque rampe, sur lesquels se montent des tuyaux de caoutchouc.

Appareil d'analyse.

Fig. 3. Vue en élévation de l'appareil d'analyse.

Fig. 4. Section horizontale du même.

Fig. 5. Détail (élévation et plan) d'un collier porte-pipette.

l, manchon vertical, auquel sont fixées horizontalement trois étoiles à cinq branches *m*, *m'*, *m''* et pouvant tourner à volonté avec ces étoiles sur un trépied de support.

m, étoile inférieure dont chaque branche, formée d'une lame de tôle horizontale, est percée de cinq orifices recouverts de toile métallique.

n, tubes à essai, au nombre de cinq pour chaque branche d'étoile, placés verticalement au-dessus des orifices et reposant sur la toile métallique.

m', étoile intermédiaire également percée d'orifices, lesquels correspondent aux orifices de l'étoile *m* et maintiennent, comme des collets, les tubes *n* dans la position verticale. Chaque branche de l'étoile *m'* se compose de deux lames de tôle superposées, dont l'inférieure est munie de grands orifices et est fixe ; l'autre qui vient en recouvrement a des orifices concentriques plus petits et se compose de deux volets à charnières, pouvant se rabattre en dehors comme l'indique le tracé ponctué de la figure 4. Quand on doit mettre en place les tubes *n*, tous les volets des branches de l'étoile doivent être ouverts; on dispose alors les tubes et, pour assurer leur verticalité, on rabat ensuite les volets.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

m'', étoile supérieure, dont chacune des cinq branches se compose d'une lame de tôle placée de champ et munie de cinq colliers porte-pipettes. Chaque collier est formé (fig. 5) de deux mâchoires destinées à embrasser une pipette; ces mâchoires sont garnies intérieurement de liége, et l'une est fixe tandis que l'autre se serre à volonté au moyen de deux petites vis à écrous.

o, pipettes graduées à robinets, maintenues verticalement au-dessus des tubes n par les colliers de l'étoile m''.

p, rampe à gaz (fig. 3) composée d'un tube en **T** à cinq flammes, lesquelles sont espacées de manière à correspondre à chaque tube n; cette rampe est placée sous l'étoile m, et par une simple rotation de l'appareil, on amène successivement chaque branche de l'étoile au-dessus des flammes.

Sonde et couteau.

Fig. 6. Vue en élévation de la sonde et de son levier de manœuvre.

Fig. 7. Elévation et section verticales partielles de la sonde proprement dite.

Fig. 8. Section horizontale du bas de la sonde.

q, potence en fonte portant le levier de manœuvre rr'.

rr', levier de manœuvre du couteau, s'articulant en r' sur la potence q.

s, tige verticale portant la sonde, et manœuvrée par le levier rr' qui la fait monter et descendre à volonté.

t, bras fixé à la potence q et muni à son extrémité d'un œil que traverse librement la tige s.

uu' sonde cylindrique s'adaptant à l'extrémité inférieure de la tige s, au moyen d'un emmanchement à baïonnette placé à la partie supérieure. La figure 7 indique l'échancrure pratiquée dans le cylindre de la sonde.

La figure 8 montre les quatre petits couteaux se croisant à angle droit et disposés à la partie interne inférieure de la sonde. Il est évident qu'en enfonçant l'instrument dans une betterave, il en découpera un échantillon du diamètre intérieur de la sonde, lequel arrivera dans l'échancrure divisé en neuf morceaux prismatiques; le morceau du centre sera seul un prisme carré régulier; quatre autres prismes carrés auront trois faces planes et la quatrième curviligne; enfin, les quatre derniers seront des prismes triangulaires isocèles dont une face sera curviligne.

Fig. 9. Elévations de face du couteau montrant, d'une part, la partie mobile fermée et, d'autre part, la partie mobile tirée.

Fig. 10. Elévation du même dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 9.

v, v' lame du couteau composée de deux plaques superposées v, v', dont l'inférieure v est fixée au manche de l'instrument et dont l'autre v' peut glisser sous la première au moyen d'une rainure, et augmenter ainsi la longueur de la lame coupante; les deux plaques v et v' se recourbent à angle droit aux deux extrémités opposées, où

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elles présentent chacune une joue à bords curvilignes, dont le rayon est égal à celui de la section échancrée de la sonde (fig. 10).

w, lame additionnelle fixe et inclinée (fig. 10), servant à retenir entre les joues du couteau le morceau de betterave qu'on découpe de longueur dans l'échancrure de la sonde. (M.).

COMMERCE.

COMMUNICATION RELATIVE A L'IMPOT SUR LE SUCRE, PAR M. DUMAS, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT.

Dans la séance du 23 janvier dernier, M. Dumas a fait connaître les vœux exprimés par les fabricants de sucre des départements du nord de la France et proposé au Conseil d'examiner si le moment ne serait pas venu de procéder, selon leur désir, à une notable diminution de l'impôt qui pèse sur la fabrication du sucre.

« Il semble, dit M. Dumas, qu'au moment où l'on s'occupe de l'emploi à faire des excédants du budget des recettes à la diminution des impôts indirects, aucune proposition ne saurait être plus opportune et plus féconde en résultats utiles.

« La Société d'encouragement s'est toujours associée avec le plus vif intérêt à tout ce qui concerne le développement de la grande industrie des sucres. Tout le monde connaît la part que Chaptal, le premier des présidents de la Société, a prise à l'établissement des sucreries indigènes; les *Bulletins* de la Société contiennent les rapports des comités et tous les documents relatifs aux débuts de cette industrie naissante au commencement du siècle. Plus tard, en 1827, quand on constatait que M. Crespel-Delisse, livré à lui-même, avait su, à Arras, Senlis et ailleurs, en faire une industrie régulière et productive, en présence du sucre de cannes, la Société lui décernait la plus haute de ses récompenses, une médaille d'or de première classe.

« Cependant les circonstances n'ont pas été constamment favorables au succès de l'industrie nouvelle. Les procédés agricoles et manufacturiers n'avaient pas d'abord toute la perfection qu'ils ont prise plus tard; les vives réclamations des colonies contre une concurrence redoutable trouvèrent, à un certain moment, accès dans les conseils du gouvernement où les conséquences de la culture du sucre indigène n'apparaissaient pas encore avec assez d'évidence. C'est ainsi qu'il fut question, sous le ministère de M. Lacave-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Laplagne, de racheter les fabriques existantes, peu nombreuses encore, de supprimer cette fabrication et de livrer la consommation du sucre en France au sucre colonial ou étranger. Il y eut même un moment de défaillance où les fabricants de sucre indigène furent sur le point de céder à la tentation d'accepter ce rachat. La Société d'encouragement prit alors la parole et, par sa résistance éclairée, donnant du courage aux partisans du sucre indigène, sauva une des plus grandes industries de la France dont l'influence a transformé profondément l'agriculture et l'industrie d'une de ses plus riches régions.

« Plus tard, lorsque, en 1850, le Président actuel de la Société, alors ministre du commerce, se trouva en position de le faire, il proposa, d'accord avec le ministre des finances de cette époque, de réduire le droit sur le sucre à 25 francs les 100 kilog., et il y avait tout lieu de penser que cette proposition serait adoptée si des circcnstances étrangères aux vues économiques n'étaient venues l'entraver.

« C'est à cette proposition qu'il conviendrait de revenir aujourd'hui. Son adoption paraît en ce moment nécessaire et réalisable. Les motifs qu'on donnait en sa faveur, en 1850, ont conservé toute leur valeur et sont appuyés par l'expérience acquise depuis trente ans et par les besoins toujours plus grands de l'industrie, de l'agriculture et de la consommation.

« Et d'abord, on doit être assuré qu'en réduisant l'impôt sur le sucre, on en augmenterait la consommation d'une manière considérable. Sous le poids des droits qui la dépriment en France, on ne consomme annuellement, par habitant, que 6 à 7 kilogrammes de sucre, tandis que, en Angleterre et en Hollande, cette consommation est triple au moins et dépasse 20 kilogrammes ; quand elle n'est limitée par aucun droit, elle peut même atteindre 30 à 40 kilogrammes par tête. On peut donc admettre sans crainte d'erreur que, après le dégrèvement, la consommation annuelle pourrait s'élever jusqu'à 12 ou 15 kilogrammes par habitant. Il se passerait là quelque chose d'analogue à ce qu'a produit le dégrèvement des taxes de poste en Angleterre et en France : la réduction de la taxe, en produisant une augmentation considérable dans la circulation des lettres, a causé dès l'abord une compensation de la perte réalisée, et bientôt après une plus-value dans les recettes du Trésor qui a obtenu un bénéfice réel à la suite d'un dégrèvement favorable au commerce. C'est ce qu'on doit attendre infailliblement d'un dégrèvement du droit sur le sucre.

« Mais ce n'est pas là le seul, ni même le principal avantage qu'on recueille-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rait de l'adoption de cette mesure libérale. L'agriculture de la France est en ce moment dans une position difficile, par suite de la concurrence que celle des Etats-Unis d'Amérique lui fait pour les produits les plus réguliers de son commerce, le blé et la viande. Il est nécessaire de lui venir en aide et d'adopter les mesures les plus efficaces pour l'exciter à varier ses productions et lui permettre de travailler à l'amélioration du sol. Un illustre agronome, Morel de Vindé, disait que, pour le perfectionnement de notre agriculture, il suffirait d'inventer une plante d'une utilité générale, à racine pivotante et et à culture sarclée. Ce vœu est accompli par la culture de la betterave, plante sarclée qui purifie la terre, et qui exige pour son arrachage des labours profonds. Un exemple peut faire connaître l'influence que sa culture exerce sur une contrée agricole.

« Avant l'introduction de la fabrication du sucre, dans le département du Nord, l'arrondissement de Valenciennes ne produisait pas assez de blé pour sa consommation, et sa production en viande était insuffisante. Depuis que la fabrication du sucre y a été établie, la culture de la betteraue a pris une extension considérable et la contrée produit maintenant, outre le sucre qu'elle ne fournissait pas, plus de blé et de viande qu'elle n'en consomme en conservant toutes les cultures industrielles qui s'y étaient établies. Aussi la valeur du sol a-t-elle doublé ou même triplé en un petit nombre d'années.

« On s'est aperçu alors que cette influence directe et matérielle avait coïncidé avec une modification profonde des conditions dans lesquelles vivait la population agricole. Les ouvriers de la campagne étaient devenus moins routiniers ; ils avaient compris l'importance des machines, et l'utilité de leur emploi, celle de l'étude et la valeur du travail intellectuel ; la population entière s'était transformée.

« Les sucreries ont entraîné à leur suite l'extension de plusieurs industries importantes : extractions houillères, fabriques de machines, ateliers dé réparation et de construction, fabriques de noir animal et de produits chimiques, etc. Le développement intellectuel qui en a été la conséquence s'est étendu sur toutes les classes et a fait, en définitive, de cet arrondissement, une des régions les plus riches et les plus prospères de la France.

« Le bas prix du sucre déterminerait, en France, la création de diverses industries accessoires qui ont déjà pris un grand développement, mais qui peuvent grandir encore, au profit de l'exportation. Notre pays est l'un des plus productifs en fruits excellents et variés, et de là est née l'industrie de la fabrication des confitures et celle si étendue de la confiserie, à laquelle un dégrè-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vement de l'impôt donnerait une considérable extension. Plus directement même, si son prix avait été plus modéré, le sucre aurait pu servir en 1879 à améliorer le moût d'une quantité de vignobles dont la récolte a été presque sans valeur à cause de l'intempérie exceptionnelle des saisons.

« Tout le monde sait, et la Société mieux que personne, puisqu'elle a doté Champonnois d'un de ses grands prix exceptionnels, que la distillation directe de la betterave, devient souvent une source importante de la production de l'alcool nécessaire à la consommation du pays.

« Quelques personnes, il est vrai, considèrent le sucre comme un aliment de luxe dont la consommation n'intéresse que les classes riches ou les ouvriers aisés. C'est là une grande erreur. Le sucre est un aliment qui s'associe de la manière la plus heureuse et sous les formes les plus diverses à nos autres aliments dont il favorise la digestion, en les complétant et en leur donnant la saveur qui plaît au palais. Outre le chocolat, le café, le thé et les boissons chaudes en général, qui sont de fondation dans l'alimentation de certains pays, il n'en est guère où un plat sucré ne soit le bienvenu à chaque repas, lorsque le prix du sucre le permet. L'influence heureuse d'une consommation plus étendue du sucre dans le régime ordinaire de la vie domestique est incontestable ; l'usage des boissons chaudes et sucrées est utile à la santé ; il se retrouve dans les pays les plus favorisés, et il constitue un des signes qui indiquent l'aisance et le bien-être de la vie de famille.

« L'extension de la culture de la betterave est la meilleure école d'agriculture intensive ; elle améliore les terres, favorise l'élève du bétail, accroît la production du blé, augmente la consommation des engrais riches, fournit de la main-d'œuvre à l'ouvrier agricole dans la morte-saison, exige une grande quantité de houille, multiplie l'emploi des machines, utilise le noir animal et le rend à l'agriculture ; elle suscite ainsi, de toutes parts, de nouvelles sources d'instruction pratique, de travail, de fécondité et de richesse.

« De grands intérêts financiers, commerciaux, agricoles, économiques, sociaux et hygiéniques militent en faveur de la réduction de l'impôt du sucre. Le Président, s'appuyant sur ces considérations dont il n'a fait qu'indiquer les principales conséquences, pense qu'il y a lieu de prendre en considération le vœu exprimé par les départements du Nord, en faveur de la réduction de l'impôt du sucre à 25 francs les 100 kilogrammes, et de renvoyer cette proposition à l'examen des comités de l'agriculture et du commerce, à qui seront remis tous les documents adressés à la Société sur cette question. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BREVETS D'INVENTION.

DE LA LOI QUI RÉGIT LES BREVETS D'INVENTION EN FRANCE, PAR M. CH. DE LABOULAYE, SECRÉTAIRE DU CONSEIL (1)

Je désirerais attirer l'attention des membres de la Société sur l'importante question des brevets d'invention.

Par diverses insertions au *Bulletin* et, notamment, par le raport de M. Lavollée sur les travaux du Congrès international de Vienne en 1873 (2), on a pu voir combien les principes nouveaux tendaient à modifier les anciennes législations; comment, surtout, la loi américaine, imitée récemment en Allemagne, fonctionnait dans des conditions bien différentes de la loi française.

Les progrès incontestables de l'industrie américaine, auxquels cette législation, de l'avis général, est extrêmement utile, semblent nous tracer le chemin, et nous croyons que ce serait répondre dignement à la mission de la Société d'encouragement, que de solliciter des pouvoirs publics la réforme de la loi de 1844 et son amélioration par l'adoption de dispositions évidemment utiles.

On sait que l'élément essentiellement nouveau introduit dans la législation américaine est celui de l'examen préalable, qui, écartant les inventions dépourvues de toute valeur, permettant de n'accepter que les inventions réellement nouvelles, donne au brevet une valeur qu'il ne possède pas en France, et assure aux inventeurs le concours de tous, pour développer rapidement et faire prospérer leurs créations.

Les procès, fléaux de l'industrie française, sont simplifiés d'une manière merveilleuse par cet examen préalable, et, aussi, par la rédaction nette et discutée par les examinateurs des *claims* ou résumés dans lesquels l'inventeur doit délimiter avec précision la partie essentiellement nouvelle de son invention.

L'examen préalable, accueilli avec grande faveur au Congrès international de Vienne, n'a pas eu le même succès au Congrès de la propriété indus-

(1) Communication faite dans la séance du 9 janvier 1880.

(2) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 183.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trielle, tenu au Trocadéro pendant l'Exposition de 1878. Les Français, qui s'y trouvaient en immense majorité, tandis qu'ils étaient absents de la réunion de Vienne, ont fait triompher les idées régnant le plus communément en France, et cela, malgré les membres étrangers faisant observer qu'en ne tenant pas compte de leurs aspirations, on ne fournissait pas une base acceptable à une loi internationale de brevets, ce qui, pourtant, était le but du Congrès. Sauf l'indication d'un progrès utile consistant dans la création d'un bureau des brevets, organisé sur une vaste échelle comme le *Patent Office* de Londres ou de Washington, aucune amélioration saillante n'a été proposée, et l'examen préalable a été repoussé par les membres présents, ou tout au moins remplacé par un examen bénévole et un avis secret à l'inventeur, pure formalité évidemment de nulle valeur.

Les arguments qui ont fait repousser, par les membres présents, les propositions des membres étrangers, malheureusement en petit nombre, qui ont soutenu le système de l'examen préalable, se réduisent à deux principaux : l'impossibilité et la violation de la liberté.

« Comment serait-il possible, s'est écrié un ingénieur bien connu, agent « pour la prise des brevets, d'examiner si un brevet est nouveau lorsque « l'on compte plus de cinq cent mille brevets délivrés dans les pays indus« triels? » Cet argument, qui paraît très-fort, est une pure fantasmagorie. Certes, si pour chaque brevet à apprécier, il fallait étudier tous les brevets qui ont été délivrés dans tous les pays, il n'y aurait pas à y songer; mais en réalité, il n'y a jamais que dix ou quinze brevets, au plus, qui se rapportent à des questions analogues à celle qui fait l'objet d'une invention nouvelle. Que l'on consulte un fabricant, livré depuis quinze ou vingt ans à l'exercice d'une industrie, qui a vu passer pendant ce temps, devant ses yeux, les divers essais faits pour étendre le domaine de cette industrie, diminuer le prix de revient des opérations les plus coûteuses de sa fabrication, et il vous dira, sans hésitation, lors de l'apparition d'un nouveau brevet, si c'est la reproduction d'une tentative qu'il a déjà connue quelques années auparavant, ou si c'est quelque chose de nouveau. Et les savants qui cherchent à analyser complètement, scientifiquement, des genres d'appareils, croit-on qu'on puisse les tromper? Croit-on que Poncelet, lorsqu'il formulait la théorie des roues hydrauliques et des turbines, ait pu se tromper sur l'appréciation d'une disposition nouvelle? Et notre collègue, M. du Moncel, qui a étudié si complétement la télégraphie électrique, hésite-t-il jamais, à la vue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un appareil nouveau, pour dire s'il renferme quelque chose d'inconnu jusque-là, ou si c'est la reproduction d'une invention faite à telle date, par tel individu?

Enfin, l'argument le plus fort que l'on puisse opposer à cet adversaire de l'examen préalable, c'est que, tout impossible qu'il est, il est pratiqué avec le plus grand succès en Amérique, et qu'au moyen d'un jugement en appel rendu par un tribunal composé des examinateurs titulaires, les décisions des examinateurs adjoints, rarement infirmées, sont admises par l'opinion publique comme justes et équitables.

Le second argument, soutenu avec éloquence par un avocat distingué, auquel ont recours grand nombre d'inventeurs lors des procès en contrefaçon, c'est qu'on viole la liberté du citoyen auquel on refuse la délivrance d'un brevet, quelque vieille, quelque insensée que soit son invention, et que la mort naturelle du privilége, par cessation du paiement des taxes, est la fin naturelle d'un titre qui ne doit qu'être une déclaration de paternité de la part du titulaire.

Si au point de vue de l'individu, qui est celui auquel nous nous plaçons fort souvent en France, nous concevons les mérites du système français, au point de vue de la société et même au point de vue du véritable intérêt de l'inventeur, il ne peut soutenir la comparaison avec l'examen préalable.

La délivrance de ce soi-disant privilége à tous les hommes à cerveau mal équilibré, colportant de toutes parts leurs mouvements perpétuels, leurs directions de ballons, leurs machines à vapeur rotatives, etc., détruit d'une manière absolue la confiance qu'on pourrait avoir dans de semblables titres, pendant que des rédactions confuses, interprétées par d'habiles avocats, jugées par des tribunaux peu experts en matière d'industrie, font naître souvent des priviléges qui troublent profondément des positions industrielles respectables.

De là l'antipathie de tant de personnes contre les brevets, en voyant tout le mal qu'ils engendrent, faute de l'élagage nécessaire que produit la loi américaine.

Nous sommes toujours dupes, en France, du grand mot de liberté : si celle-ci doit être respectée lorsqu'il s'agit des manifestations morales de l'individu, elle n'a plus la même importance lorsqu'il s'agit de manifestations de science positive. Est-ce qu'il existe une liberté de la mécanique, une liberté de la physique, etc.? Malgré tous les droits de ce genre que vous reconnaîtrez au citoyen, le mouvement perpétuel qu'il aura inventé ne mar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chera pas, et l'avis du moindre savant l'eût empêché de consacrer sa vie à des efforts inutiles, et débarrassé la société du trouble que toute son énergie s'applique à porter dans quelques esprits.

La consultation de la spécialité capable, déterminant la nouveauté de l'invention et le point précis où réside cette nouveauté, simplifie les procès, qui sont aujourd'hui la ruine des inventeurs, donne confiance au capitaliste qui accourt pour les aider à accomplir un progrès, en un mot est, au point de vue social, une des plus grandes et des plus utiles réformes que l'on puisse tenter.

L'exemple de l'Amérique nous autorise à le répéter : « Toutes les nations qui ne sauront pas comprendre et adopter la loi américaine, sont destinées à voir leur industrie s'amoindrir devant celle de l'Amérique, et il nous semble que la multitude d'inventions de détail qui ont été accumulées dans ce pays et s'accumulent chaque jour autour des machines à coudre, des moissonneuses, des armes à feu, etc., démontre suffisamment la vérité de ce que nous disons ici. »

En résumé, en me gardant bien de vouloir faire ici une étude complète de la question, et en me limitant à indiquer ce qui a été fait récemment à son sujet, il me semble que le temps approche où il faut que la Société d'encouragement groupe les efforts de ses membres pour proposer au pouvoir et faire apprécier, par l'industrie, une réforme d'une importance capitale. Ce serait, croyons-nous, l'œuvre la plus utile qu'elle pourrait commencer aujourd'hui, et c'est sur ce point, exclusivement, que j'ai voulu attirer l'attention des membres de la Société, espérant que leurs réflexions les amèneront à partager les opinions que je viens de résumer.

Nous croyons qu'il n'est pas inutile de faire suivre cette communication des arguments développés par les deux principaux adversaires de l'examen préalable, M. Emile Barrault, ingénieur, et Léon Lyon-Caen, avocat, arguments auxquels M. de Laboulaye a fait allusion et que nous résumons d'après les comptes rendus sténographiques du Congrès tenu au palais du Trocadéro.

M. Émile Barrault (1). « Cette question de l'examen préalable me paraît une des plus importantes parmi celles que le Congrès est appelé à résoudre, parce que la plupart

(1) Séance du Congrès du 9 septembre 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des autres solutions en découlent, et, en outre, parce qu'il y a déjà un pays d'une grande importance qui met en pratique cet examen depuis près de quatre-vingt-dix ans. L'Allemagne aussi, qui est une nation considérable, vient d'adopter tout récemment le même système d'examen. Il y a donc un intérêt de premier ordre à étudier aujourd'hui cette question et à voir si, en définitive, il faut, pour les brevets qui sont demandés, un examen préalable de leur nouveauté, de leur utilité, on si, au contraire, nous devons nous en passer.

« Aux États-Unis, je l'ai dit, une loi pour l'examen préalable fonctionne depuis 1789; bien que cette loi ait été constamment modifiée, l'examen préalable y est resté. Jusqu'en 1836, on ne prenait, en moyenne, aux États-Unis, que cent trente et un brevets par an. Comme, à cette époque, il n'y avait qu'en France et en Angleterre que l'on prenait des brevets, et on n'en prenait pas beaucoup, l'examen préalable, en Amérique, pouvait être fait par un certain nombre d'hommes compétents, au courant de ce qui était connu dans l'industrie. On pouvait avoir alors, l'industrie n'étant pas ce qu'elle est aujourd'hui, des hommes qui, en y mettant beaucoup de soins et y consacrant beaucoup de temps, ne se trompaient pas souvent.

« Mais ce qui était possible pour cent trente et un brevets est impossible aujourd'hui avec le grand nombre de ceux qui sont demandés et accordés.

« En 1875, aux États-Unis, vingt-trois mille brevets ont été demandés; on en a accordé dix-sept mille. Vous voyez, avec un tel nombre de brevets existant ensemble, juxtaposés pour ainsi dire, combien il est difficile aux inventeurs et au public de s'y reconnaître.

« Quant aux examinateurs, il y a ici un certain nombre de membres appartenant aux États-Unis qui confirmeront ce que je vais dire : on arrive à ne plus savoir comment faire. Il se produit des difficultés énormes, et M. Woodcroft, dont le nom ne peut être prononcé qu'avec respet quand on parle des brevets d'invention, a pu montrer dans les Chambres anglaises cinq ou six patentes reproduisant des inventions qui existaient trente années auparavant.

« L'examen préalable suppose nécessairement la garantie du Gouvernement. On accorde un brevet et on le garantit au nom du Gouvernement qui le délivre. C'est là un danger qu'il faut éviter. Nous l'avons évité en France.

« Pourquoi demande-t-on l'examen préalable? C'est pour éviter des brevets pouvant être nuisibles aux inventeurs eux-mêmes ou à la société, ou des brevets qui soient sans intérêt.

« Dans un travail que j'ai déposé au Comité d'organisation du Congrès, on peut constater qu'aux Etats-Unis, pour un certain nombre d'années, il y a eu 25 pour 100 des brevets demandés qui ont été refusés; on a débarrassé la société de ces demandes, et on lui a ainsi rendu service, Mais à quel prix le lui a-t-on rendu? Je n'entrerai pas dans les détails; vous savez tous qu'on est obligé d'avoir une administration énorme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et des frais considérables pour arriver au résultat que je viens d'indiquer. Aux Etats-Unis, une fois accordé, le brevet existe pendant toute sa durée ; c'est le public qui est obligé de faire le départ, de discerner les bons et les mauvais brevets dont la situation légale est en apparence identique.

« Comme opposition, voyons soit la loi anglaise, soit la loi française. Je dois dire qu'il y a également en Belgique, en Italie et en Autriche, des lois qni acceptent le système du non-examen préalable pour la nouveauté et l'utilité de l'invention, comme cela existe en France, et qui laissent toute liberté à celui qui demande le brevet, considérant qu'il s'éclairera lui-même parfaitement bien au moyen de l'expérience et de l'intérêt. A quels résultats arrive-t-on?

« Voici des chiffres extraits d'un travail de M. Dumoustier de Frédilly. Au bout de la première année, pour les brevets accordés sans examen préalable, en France, il y en a **57** pour **100** qui tombent; à la seconde annuité, il n'en reste plus que **43**, mettons **50** pour **100** des brevets qui ont été pris. A la troisième année, **33** pour **100** seulement sont encore valables.

« Nous voilà bien loin des **25** pour **100** éliminés aux Etat-Unis par l'examen préalable ! Nous arrivons en France à ce résultat de la manière la plus simple, sans avoir les difficultés d'administration dont je parlais, et surtout sans erreur possible, ce qui serait fort regrettable, car je n'ai pas dit encore les dangers de l'examen préalable.

« Les inventeurs, comme le disait si bien M. l'amiral Selwyn, sont les prophètes de l'avenir et de l'industrie ; comment voulez-vous alors que les hommes chargés d'examiner les inventions, si consciencieux qu'ils soient, mais qui ne connaissent que le présent et le passé, préjugent l'avenir que peuvent avoir certaines inventions? Voyez le danger qui existerait si vous refusiez les brevets après examen préalable. Il y aurait appel dans des cas donnés, dit-on. Mais les hommes devant lesquels on en appellerait pourraient être tout aussi incompétents que ceux qui auraient prononcé en première instance.

« Je vous ai dit suivant quelles proportions avait lieu l'abandon des brevets en France par les inventeurs qui renoncent à payer leurs annuités; les mêmes proportions se retrouvent, à très-peu de chose près, pour les autres pays dans lesquels le payement des taxes se fait par annuités ou par périodes. Il y a là un fait remarquable au point de vue de la statistique. Pour l'Angleterre, j'en ai fait le calcul et je passe sur les détails; au bout de la septième année, il ne reste plus que **6** pour **100** des brevets qui ont été demandés sous forme de patente provisoire; il y a eu un triage naturel et libre qui s'est opéré sans difficultés, sans ennuis ; l'inventeur ne peut pas appeler du jugement qui a été prononcé par lui-même, puisqu'il renonce à payer son brevet.

Pour l'Italie, c'est encore la même chose; on n'arrive pas cependant tout à fait aux mêmes chiffres, parce qu'on demande moins de brevets dans ce pays-là.

« Pour la Belgique, les chiffres sont à peu près les mêmes que pour la France ; au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bout de la seconde année, il ne reste plus que 50 pour 100 des brevets demandés; 33 pour 100 à la fin de la troisième année; à la neuvième année, 10 pour 100; à la quinzième, 5 pour 100.

« Voilà, ce me semble, un argument formidable contre l'examen préalable, puisque la pratique démontre que, si l'on se passe de cet examen, on arrive à des résultats de beaucoup supérieurs sans avoir les inconvénients du système.

. . . . . .

M. Léon Lyon-Caen (1). « Messieurs, le système qui a été développé devant vous par les précédents orateurs, a consisté à substituer à l'examen préalable proprement dit, qu'on reconnaît dangereux et impossible, un système qui tendrait à établir un droit d'opposition de la part des tiers. Le demandeur de brevet pourrait voir juger sa demande avant d'avoir obtenu son brevet, non plus à la suite d'un examen de l'Administration, mais à la suite d'oppositions que seraient appelés à former à la délivrance du brevet les tiers intéressés ou les concurrents du demandeur.

« Nous avons, dans un travail que nous avons déposé, repoussé ce système comme le système de l'examen préalable proprement dit, par des raisons qui me paraissent péremptoires.

« C'est un fait, — et je crois que je ne serai contredit ici par personne, — que les commerçants et les industriels aiment assez peu les procès. Ils ne vont pas au devant; ils attendent qu'on les leur fasse. Lorsqu'un procès leur est intenté. Ils se défendent; mais c'est à cela que se réduit leur initiative. La loi française de 1844, qui nous régit actuellement, accorde à toute personne intéressée le droit de demander la nullité d'un brevet. Depuis trente-quatre ans que cette loi a été votée, combien y a-t-il d'industriels ou de commerçants qui aient intenté des actions en nullité de brevet? Les exemples sont extrêmement peu nombreux. En pratique, les concurrents du breveté attendent que le breveté agisse contre eux, et c'est ce qui arrive le plus fréquemment. Lorsque le breveté a assigné ses concurrents soit devant le tribunal civil, soit devant la police correctionnelle, pour les faire déclarer contrefacteurs, on oppose, pour se défendre, la nullité du brevet en vertu duquel le demandeur agit; mais très-peu de gens se décident à attaquer le breveté, qui les laisse paisiblement exploiter une industrie similaire à la sienne; ceux-là se tiennent tranquilles. Voilà la vérité.

« La même loi de 1844 accorde au ministère public le même droit de former une demande en nullité de brevet. Combien d'actions par voie principale ont-elles été intentées par le ministère public? On n'en trouve encore que des exemples extrêmement rares. Voilà encore une constatation de la pratique des affaires.

« Mes honorables contradicteurs disaient : On accordera aux tiers, antérieurement à la délivrance du brevet, le droit de former opposition. La pratique, l'expérience acquise justifient que ce droit serait lettre morte.

---

(1) Séance du Congrès du 9 septembre 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« On peut objecter que cela n'aurait aucune espèce d'intérêt, mais aussi aucune sorte d'inconvénient, et que, pour arriver à une entente au point de vue international, cela offrirait quelque avantage.

« Je crois qu'il y aurait le plus grand danger, au contraire, à adopter ce système, et en voici les motifs. Je parle au milieu de commerçants et d'industriels.

« Il est très-fréquent que, dans ce domaine de l'industrie où chacun cherche son aliment, le moyen de vivre, on n'emploie pas toujours vis-à-vis de ses concurrents les moyens les plus loyaux, les plus délicats. Les annales judiciaires nous ont montré des brevetés inventant des contrefaçons dans le but de se faire, par un jugement, cette fameuse réclame dont le concurrent paye les frais.

« Avec le système d'opposition accordé aux tiers, qu'arrivera-t-il ? Tous les industriels, tous les commerçants ne lisent pas les journaux, surtout les journaux officiels. Si on ne lit pas ces espèces d'avis insérés dans une partie réservée du journal, on ne saura pas que telle personne exerçant telle industrie va prendre un brevet ; on n'y fera pas attention. Celui qui voudra prendre un brevet, infiniment plus habile, s'entendra avec un compère ; il fera former opposition, on viendra devant les tribunaux; le compère présentera mal sa cause ou un avocat la défendra faiblement; un jugement déclarera que le demandeur en contrefaçon est débouté de sa demande en opposition, et le tour sera joué.

« Mais, dit-on, ce jugement n'aura pas acquis force de chose jugée. Le brevet sera accordé ; cela n'empêchera pas ceux qui voudront en demander la nullité d'intenter une action. Détrompez-vous, Messieurs.

« Si un individu poursuivi par le breveté dont le brevet aurait été accordé malgre opposition venait près de nous pour avoir un avis, il n'est pas un de nous qui ne lui dirait : Vous êtes sûr de perdre votre procès ; il n'y a pas chose jugée, c'est vrai, mais il y a quelque chose de pire, peut-être : c'est un préjugé ; on dira que le brevet a été accordé malgré l'opposition ; que le tribunal l'a déclaré bon ; le jugement formera comme un titre antérieur.

« Il ne faut pas supposer la fraude ; on ne doit pas même la présumer. J'admets qu'il n'y ait pas de fraude ; je laisse de côté ce que j'ai dit sur ce point. Je suppose que l'opposant à la délivrance du brevet soit de bonne foi et non de connivence avec le breveté. Le tribunal sera-t-il à même de juger en connaissance de cause la valeur d'une invention qui, dans bien des cas, ne peut s'apprécier que par ses effets, par l'expérience commerciale et par la manière dont elle a été accueillie par l'industrie spéciale à laquelle elle se rattache? Des jugements ont déclaré que des choses étaient nouvelles en se fondant uniquement sur ce qu'un mouvement s'était produit en leur faveur, sur ce qu'elles avaient joui d'une grande vogue et que des industriels les avaient appliquées dans leurs ateliers, dans leurs usines.

« Avec votre système d'opposition, tout cela disparaît. Les tribunaux vont juger une invention qui n'a pas encore été mise en exploitation ! Voilà la conclusion de ce système.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Je pense, Messieurs, que le système de la liberté est infiniment préférable. J'ai compris complétement un des plus honorables et des plus illustres publicistes parlant en faveur des brevets d'invention, M. Klostermann ; mais je crois qu'il est dans l'erreur en appréciant les brevets comme il le fait. Je crois que M. Pouillet s'est placé à un point de vue vrai, quand il a dit que le brevet doit être simplement la reconnaissance de la déclaration faite par un individu qu'il a inventé quelque chose. Qu'est-ce que cette déclaration lui confère ? L'un des préopinants disait : On ne peut pas prétendre que le brevet d'invention constitue une propriété, car souvent l'invention ne sert à rien. L'honorable membre se faisait une étrange illusion. Un individu déclare avoir inventé une chose ; l'Etat certifie que tel jour il a déclaré avoir fait une invention ; il n'en juge pas le mérite, il ne le récompense pas. Si c'est un homme qui n'a rien découvert, il n'aura aucun profit, il ne trouvera pas l'écoulement de ses produits ou l'emploi de ses objets. La délivrance des brevets ne ressemble en rien à une distribution de prix ; il ne s'agit pas de reconnaître et de récompenser la valeur des inventions. Qu'il y ait beaucoup ou peu de brevets pris ou non, que nous importe ? Ce que nous demandons, c'est que toutes les inventions puissent se produire librement, sans distinction et sans appréciation préalable. Ce sont les inventions qui ont de la valeur, non le titre qui les constate. Telles sont les considérations qui me font décider contre le principe de l'opposition des tiers qui a été soutenu tout à l'heure. »

. . . . . .

Enfin, après de nombreuses discussions, la proposition suivante a été adoptée dans la séance du 10 septembre 1878 :

Le brevet doit être délivré à tout demandeur à ses risques et périls. Cependant il est utile que le demandeur reçoive un avis préalable et secret, notamment sur la question de nouveauté, pour qu'il puisse, à son gré, maintenir, modifier ou abandonner sa demande.

L'adoption de cette proposition qui n'est qu'un bien faible pas vers l'opinion préconisée par M. de Laboulaye est due à un véritable désir d'entente internationale, exprimé dans la même séance par MM. Périssé, Couhin et Pouillet. Voici un extrait des paroles qu'ils ont prononcées à ce sujet :

M. Périssé. « Messieurs, je n'ai pas besoin de vous dire combien l'examen préalable aurait d'inconvénients, ni de vous répéter les considérations fort justes qui vous ont été présentées sur ce point. D'ailleurs, la chose est jugée ; aussi nous vous proposons l'avis préalable qui respecte les principes que vous avez admis, puisque ce système de l'avis préalable n'aurait jamais pour effet d'empêcher la délivrance d'un brevet, mais seulement de donner, pour ainsi dire, un avis officieux.

« La délivrance d'un brevet, aux risques et périls de l'inventeur, sans avis préalable, a des inconvénients ; je vais les signaler, afin que vous puissiez en conclure les avantages du système que nous vous proposons.

« D'abord, les inventeurs ont besoin d'être, dans leur propre intérêt, éclairés vis-à-vis d'eux-mêmes. J'appuierai cette affirmation en vous citant un exemple qui vous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

frappera : c'est que, dans le jury d'admission de l'Exposition où nous sommes, il y a encore eu, en 1878, plus de trente mouvements perpétuels qui avaient été brevetés pour la plupart, et lorsque nous disions ou faisions dire à l'inventeur : « Mais c'est un mouvement perpétuel, » il nous répondait : « Mais c'est breveté. » Quoiqu'il soit inscrit dans la loi que le brevet est délivré aux risques et périls de l'inventeur, cet inventeur, ayant un brevet, ne peut croire qu'il n'a pas une bonne chose dans la main.

« Il est donc important de donner un avis aux inventeurs ; ils ont besoin d'être protégés contre eux-mêmes, parce que, dans leurs recherches, ils sont entraînés plus loin qu'ils ne veulent. Tantôt ils essayent de violer les principes immuables de la science ; d'autres fois ils croient avoir trouvé une chose ou un procédé qui existe depuis longtemps, et ils se lancent dans des dépenses qui les conduisent trop souvent à la ruine. Si on leur fait sentir qu'ils violent les principes, si on leur montre du doigt les antériorités de leur prétendue invention, il y en aura un grand nombre qui abandonneront leur brevet ; ce serait, je le prévois, les 50 pour 100 qui ne payent pas la redevance de la deuxième année. Ils ne prendront pas de brevet, de telle sorte que la liste des brevets qui est très-longue, se trouvera diminuée de moitié.

« Voici où l'intérêt public commence ; cette liste étant moins longue, les recherches seront beaucoup plus courtes.

« Il y a, dans l'avis préalable, avantage pour l'inventeur et pour la société.

« Où sont les inconvénients de l'avis préalable ? On ne les voit pas, puisque cet avis ne peut empêcher la délivrance du brevet.

« On dira : Cela coûtera cher. Mais la société doit-elle se montrer parcimonieuse et peu libérale vis-à-vis des inventeurs ? Ils rendent des services au public ; on peut bien dépenser de petites sommes pour eux, alors surtout que l'effet sera de déblayer le terrain, de rendre les recherches plus faciles.

« L'inventeur aura un autre avantage : ce sera de pouvoir modifier son brevet. C'est ici une sorte de question internationale, et je crois que, sur ce point, l'entente pourra s'établir, parce qu'en définitive, il y a intérêt aussi bien pour l'inventeur que pour la société.

« A la suite de l'avis préalable, l'inventeur pourra maintenir sa demande, ou la modifier, ou l'abandonner. Je crois que cette triple faculté donnera satisfaction, au point de vue qui est depuis hier en discussion, à la partie essentielle de toutes les législations.

« De plus, votre proposition aura pour effet de protéger l'inventeur et de donner un système qui, sans être compliqué, aidera le public, puisque la liste des brevets se trouvera débarrassée de la plupart des inutilités. »

. . . . . .

M. Couhin. « Il s'agit ici de la solution d'une question de laquelle dépend l'œuvre tout entière du Congrès. Il s'agit de savoir si, oui ou non, nous pourrons arriver à cette entente internationale sans laquelle le Congrès restera lettre morte.

« Si vous voulez nous accorder encore dix minutes d'attention, j'aurai l'honneur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de vous expliquer nettement quelles sont les concessions, quels sont les sacrifices qui viennent d'être faits par l'Amérique, par l'Angleterre, par l'Allemagne, au point de vue de cette entente internationale. Et je vous demanderai si vous ne voulez pas faire un pas au-devant de ceux qui en ont fait dix pour nous tendre la main.

« Il est bien évident qu'une grande majorité nous est acquise à nous autres Français, puisque tous les votes se font par tête et que nous formons les neuf dixièmes du Congrès.

« Eh bien ! cette supériorité numérique qui nous est acquise, et aussi cette tendance innée que nous avons à donner à nos lois la préférence sur celles des autres pays doivent nous inspirer, ce me semble, des sentiments d'autant plus vifs de tolérance et de conciliation vis-à-vis de nos collègues étrangers.

« Maintenant, je répète qu'il s'agit ici de ménager une transaction entre les partisans du système de l'examen préalable et les partisans du système de non-examen préalable, transaction qui serait de nature à faciliter cette entente internationale que nous devons considérer comme l'objet le plus sérieux et le plus pressant de notre réunion. Nos collègues étrangers ont déjà fait quelques pas sur le terrain d'une transaction si désirable, nous invitant ainsi à nous avancer vers eux à notre tour. Vous allez voir quelle est l'importance des concessions qu'il nous ont faites.

« Les trois grandes nations dont les représentants ont bien voulu signer la proposition que je défends, c'est-à-dire les Etats-Unis, l'Angleterre et l'Allemagne, pratiquent aujourd'hui, vous le savez, la dernière plus complétement encore que les deux autres, le système de l'examen préalable.

« Or, quel est le trait essentiel de ce système ? C'est que jamais un individu qui demande un brevet n'est certain de l'obtenir, c'est que les examinateurs ont le droit absolu de refuser ou d'accorder le brevet demandé. Eh bien ! ces trois nations nous font cette concession immense qui semble ébranler, pour ainsi dire, la base même de leur système, à savoir que, dans aucun cas, un brevet ne pourra plus être refusé, en d'autres termes que toutes les fois qu'un individu voudra prendre un brevet, il l'obtiendra, à ses risques et périls, moyennant un avis préalable sur lequel je vous demande la permission de compléter les explications très-claires que M. Périssé vous a déjà fournies.

« Qu'est-ce nous voulons, par cet avis préalable ? Et d'abord quel est le principe que nous posons ? Remarquez qu'en définitive c'est le principe même du non-examen, puisque nous commençons par déclarer que toutes les fois qu'on demandera un brevet, on pourra l'obtenir. Seulement, il y aura là quelqu'un,—nous ne disons pas un tribunal, nous ne disons pas une commission, nous ne disons pas un comité consultatif, comme le prétendait M. Droz, — nous disons qu'il y aura là quelqu'un chargé de tenir à la personne qui demandera un brevet le langage bien simple que voici : « Mais prenez garde, cette invention que vous réclamez n'est pas nouvelle ; il y a tant d'an-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nées, telle personne a déjà pris un brevet pour une invention identique, ou presque identique ; voici la description, la spécification que cette personne a déposée à cette date. Comparez et vous verrez que l'invention que vous considérez comme nouvelle ne l'est pas, en réalité. » Et alors, de deux choses l'une, ou le demandeur reconnaîtra la justesse de l'observation qui lui sera ainsi présentée par ce quelqu'un que nous ne nommons pas, que nous affectons de ne pas nommer, parce que cela regarde chaque pays, et alors le demandeur n'insistera pas, il ne voudra pas prendre un brevet qui l'exposerait à des poursuites ultérieures ; ou bien, au contraire il insistera, et alors, — c'est ici qu'éclate le trait distinctif de notre proposition, — alors, on lui délivrera le brevet qu'il demande ; dans tous les cas, il sera certain de l'obtenir.

« De sorte que cet arbitraire, ce danger de prévarication dont on vous parlait tout à l'heure en se réclamant de M. Renouard, ce danger n'est qu'une chimère, il n'existe pas. Pourquoi ? Parce qu'il ne peut y avoir d'arbitraire, de prévarication, dans la pratique de l'examen préalable, qu'autant que l'examinateur peut refuser le brevet. Or, encore une fois, il ne le pourra jamais, aux termes de notre proposition. Vous pouvez donc l'accepter, vous le voyez, sans aucune espèce de crainte.

« Je vous adjure, Messieurs, en terminant, de considérer la gravité du vote que vous allez émettre.

« On vous a dit : Alors même que vous adopteriez la proposition, est-ce que l'entente internationale serait assurée? La question n'est pas là; la question est de savoir ce qui résulterait du rejet de la proposition. Or, ce que j'affirme, ce que je crois pouvoir affirmer, c'est que si vous rejetez cette proposition dans laquelle véritablement les nations étrangères ont donné toute la mesure des concessions qu'elles peuvent faire, vous serez absolument sûrs de ne pas arriver à une entente internationale, à ce *minimum d'unification internationale* qui est l'objet même de ce Congrès, et par conséquent aussi le but vers lequel doivent converger tous nos efforts.

. . . . . .

M. Pouillet. « Messieurs, je suis partisan du système qui repousse l'examen préalable. Je crois vous l'avoir prouvé, et cependant je crois devoir me rallier à la proposition qui vous est faite. Toutefois, si je monte à la tribune, c'est pour vous dire que je n'accepte pas les motifs qui viennent de vous être présentés, tout au moins dans la forme qu'on leur a donnée. Ils seraient plutôt de nature à me la faire rejeter.

« Si je vous demande de voter cette proposition, voici pourquoi :

« On vous a parlé d'une entente internationale; c'est, en effet, un résultat que nous devons poursuivre.

« Je crois que les motifs donnés par M. Droz pour faire repousser la proposition ne doivent pas être acceptés par vous ; vous pouvez voter cette proposition sans toucher en rien au principe de non-examen préalable. La proposition dit expressément, — et c'est le point capital, — que le brevet sera délivré au demandeur à ses risques et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

périls, et cela vient, ne l'oubliez pas, après que vous avez, par un vote solennel et définitif, repoussé le principe même de l'examen préalable. La proposition dit ensuite qu'il est non pas nécessaire, mais utile de donner un avis au demandeur; mais elle ajoute qu'après cet avis, qui lui sera d'ailleurs personnel, qui restera secret, qui est une vraie consultation, il pourra maintenir sa demande, ou la modifier, ou l'abandonner; il reste donc absolument maître de ses droits. Ce n'est pas un examen préalable. Permettez-moi d'ajouter que ceci existe ou a existé en France; il y avait et il y a peut-être encore, au ministère de l'agriculture et du commerce, un comité consultatif. A l'époque où les brevets étaient moins nombreux qu'aujourd'hui, il n'était pas rare que les demandeurs de brevets fussent avertis charitablement soit que la description de leur invention était incompréhensible, soit que leur découverte était purement illusoire et chimérique. A qui cet avis officieux, — qui peut être utile, qui ne sera jamais obligatoire, — peut-il préjudicier?

« Je me rallie à la proposition et je vous demande de la voter. »

ART DES MINES.

NOTE SUR DE GRAVES ACCIDENTS PRODUITS PAR L'ACIDE CARBONIQUE DANS LA MINE DE HOUILLE DE ROCHEBELLE (GARD), PAR M. DELESSE, INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES.

Si les dégagements d'acide carbonique ont souvent été signalés dans les mines, des explosions de ce gaz sont tout à fait exceptionnelles; elles peuvent cependant se produire, comme l'a montré un accident extrêmement grave arrivé à la mine de houille de Rochebelle (Gard).

Le 28 juillet dernier, deux ouvriers qui travaillaient dans le fond du puits Fontanes, à 345^{m} de profondeur, entendirent une détonation semblable à celle d'un coup de mine, mais plus brève; moins d'une minute après, ils entendirent une seconde détonation, plus forte que la première, qui, toutefois, ne fut pas perçue par le mécanicien se tenant à l'orifice du puits.

A ce moment leurs lampes s'éteignirent; en même temps ils éprouvèrent des défaillances et ils eurent à peine le temps de se jeter tous deux dans la benne qui fut aussitôt remontée par le mécanicien, en sorte qu'ils échappèrent miraculeusement à la mort. Malheureusement, trois ouvriers mineurs se trouvaient dans des galeries débouchant dans le puits Fontanes, à 246 mètres de profondeur, et ils y périrent asphyxiés (*Voir* fig. 1 et 2, pl. 113).

Les ingénieurs des mines d'Alais, MM. Julien et de Castelnau, se sont immédiatement rendus au puits Fontanes, afin de procéder au sauvetage, qui a été long et pé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rilleux, et ils se sont livrés à une étude très-complète de ce déplorable accident.

Les détonations entendues pouvaient faire croire d'abord à une explosion de grisou ; mais cette hypothèse, soutenue avec vivacité par certaines personnes, fut bientôt reconnue inexacte : en effet, les détonations n'avaient pas été accompagnées de flammes ; des cloisons légères, existant dans le puits et dans la galerie du niveau 246 mètres, n'avaient pas été brisées ; les cadavres et les vêtements des malheureuses victimes ne portaient aucune trace de brûlures ; enfin, de la poudre qui se trouvait dans la galerie et des cartouches préparées pour tirer des coups de mine n'avaient même pas pris feu.

Du reste, jusqu'à présent, le grisou n'a jamais été observé dans la mine de houille de Rochebelle et, par suite, on n'y fait pas usage de lampes de sûreté ; les dégagements d'acide carbonique y ont, au contraire, été constatés depuis longtemps, et pour les combattre, on avait recours à une bonne ventilation. On perçait aussi, au front de taille, des trous de sonde horizontaux d'une profondeur de 2 mètres, de manière à faciliter le départ de ce gaz. A différentes reprises, cependant, les ouvriers mineurs ont été obligés de quitter le travail, incommodés qu'ils étaient par l'acide carbonique. A la suite de l'accident du 28 juillet, cet acide a rempli les galeries de la mine et a remonté jusqu'à 50 mètres de l'orifice du puits Fontanes ; et il était d'ailleurs facile de le constater, car les lampes qu'on y descendait, s'éteignaient à cette profondeur.

Pour renouveler l'atmosphère de la mine et pour se débarrasser de l'acide carbonique, les ingénieurs ont eu recours successivement à de l'eau qu'on faisait tomber dans le puits, soit en ouvrant les robinets de réservoirs placés dans le haut, soit en enlevant l'eau même du puits à l'aide de bennes à fond mobile et en la laissant retomber à l'orifice, d'où elle se répandait en pluie. La vapeur d'eau, fournie par une machine, a également été injectée dans le puits. En outre, on a eu recours à l'eau de chaux et à l'eau ammoniacale. Mais, en définitive, il n'a été possible de rentrer dans la mine, qu'après avoir aspiré l'air en établissant, sur le puits, un puissant ventilateur de secours qui avait été envoyé en toute hâte par M. Graffin, directeur des mines de la Grand'Combe.

Alors on a reconnu que l'explosion d'acide carbonique s'était produite au front de taille de la houille, à l'extrémité d'une galerie ascendante, inclinée à 13 1/2 et communiquant avec le niveau de 246 mètres (fig. 2). Sur une distance de 9 mètres, cette galerie avait été presque entièrement obstruée par la houille menue, lancée au moment de l'explosion de l'acide carbonique ; et des poussières de houille imprégnaient les objets à une distance beaucoup plus grande. Le mineur, qui travaillait en front de taille, avait été projeté par l'explosion et même enseveli sous la houille menue. M. de Castelnau a constaté, dans la houille du front de taille, l'existence d'un vide qui n'avait pas moins de 6 mètres de profondeur, et il évalue à 76 tonnes le poids total de la houille menue entraînée par les deux explosions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est difficile de connaître exactement la quantité d'acide carbonique qui a été dégagée subitement par ces explosions; mais en cubant les parties du puits et des galeries qui ont été envahies par l'air irrespirable, on trouve un volume s'élevant à 4,596 mètres cubes et représentant un maximum sans doute très-exagéré.

L'acide carbonique a continué à se dégager de la houille après l'accident et, pendant la période du sauvetage, les ingénieurs ont dû plusieurs fois donner l'ordre d'abandonner la mine. Ils ont même observé que la houille, projetée par l'explosion, dégageait encore de l'acide carbonique lorsqu'on la remuait et lorsqu'on en opérait le déblai, afin de pouvoir rentrer dans le fond de la galerie.

On avait bien reconnu, depuis longtemps, que de l'acide carbonique se dégageait lentement ou avec un léger bruissement de diverses couches de houille de la mine de Rochebelle; mais c'est la première fois que l'on constate que cet acide peut être assez comprimé et assez condensé dans la houille pour la rendre explosive et pour la projeter avec détonation.

Il reste maintenant à rechercher l'origine de cet acide carbonique dont l'explosion a produit la catastrophe de la mine de Rochebelle. Or, on ne saurait l'attribuer à des dégagements comme ceux qui ont lieu si fréquemment dans les régions volcaniques, particulièrement dans la mine de houille de Brassac et dans la mine de plomb de Pontgibaud, en Auvergne; en effet, il n'existe pas d'anciens volcans dans le voisinage de Rochebelle.

D'un autre côté, il semble peu probable que l'acide carbonique se soit formé dans la houille même de Rochebelle et par une oxydation de son carbone déterminée par l'oxygène atmosphérique.

On est alors conduit à se demander si l'acide carbonique de Rochebelle ne proviendrait pas de pyrites de fer. En particulier dans le gîte voisin du Soulier, cette pyrite, présentant un amas stratifié dans la partie supérieure du trias, est très-fortement oxydée et en voie complète de décomposition; elle donne sans cesse lieu à la formation d'acide sulfurique, qui, se dissolvant peu à peu dans les eaux souterraines, rencontre du calcaire triasique dans la profondeur et par suite en dégage de l'acide carbonique. Il faut ajouter que la houillère de Rochebelle est elle-même très-pyriteuse, que ses eaux y corrodent rapidement les pompes et qu'elles sont acides. On conçoit donc que l'acide carbonique puisse être dégagé par les eaux souterraines et acides, provenant soit du trias, soit du terrain houiller; cet acide se diffuse au loin dans les couches du terrain houiller, en pénétrant de préférence dans celles qui sont poreuses comme les grès houillers, ou bien dans la houille, qui est friable, fissurée et susceptible de l'absorber; dans certains cas, il finit même par s'y accumuler à haute pression. Les couches du terrain houiller de Rochebelle, ayant été brisées et très-disloquées et venant buter contre le trias pyriteux, semblent, d'ailleurs, offrir des conduits naturels et être particulièrement favorables à une accumulation de l'acide carbonique dégagé par les pyrites.

Il suffit, pour s'en rendre compte, de jeter un coup-d'œil sur la coupe géologique,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

passant par l'axe du puits Fontanes, qui a été dressée par M. Peyre, ingénieur de la mine (fig. 1, Pl. 113). Elle montre, en effet, les nombreuses dislocations et les contournements compliqués qui ont été subis par le terrain houiller, ainsi que la contiguïté et la discordance de ce terrain avec le trias ; en outre, elle fait voir comment les eaux souterraines et acides du terrain houiller tendent à se rendre dans le trias qui est calcaire etenfin comment les dégagements d'acide carbonique opérés dans ce trias peuvent se répandre dans le terrain houiller.

— Le 3 février 1880, un nouvel accident est arrivé au puits Sainte-Marie, dans cette même houillère de Rochebelle. Un ouvrier mineur se sentant incommodé par l'acide carbonique, essaya de donner le signal pour se faire remonter à l'orifice ; mais il n'en eut pas le temps ; pris de défaillance, il perdit entièrement connaissance et tomba asphyxié au fond du puits.

Dans la mine de Rochebelle, les dégagements ou soufflards d'acide carbonique sont surtout fréquents dans le voisinage des couches de houille n° 3 et n° 2 ; ils le sont particulièrement dans les grès qui séparent ces deux couches, lesquelles sont précisément traversées par le puits Sainte-Marie. En outre, M. de Castelnau a observé, au fond de ce puits et dans le grès sous la couche n° 2, une faille de quelques millimètres d'épaisseur, par laquelle sortait en bouillonnant une source d'eau gazeuse et ferrugineuse : or, le gaz qui se dégageait de cette source éteignait les lampes et était de l'acide carbonique.

— En résumé, dans la houillère de Rochebelle, les émanations et dégagements d'acide carbonique ont été constatés sur un très-grand nombre de points. La catastrophe du puits Fontanes et l'accident survenu au puits Sainte-Marie montrent combien l'exploitation de cette houillère est dangereuse et combien les mineurs y sont exposés, surtout dans les fonçages de puits et dans les travaux de recherches. C'est seulement par l'aérage et par une ventilation très-puissante de la mine, qu'il deviendra possible de combattre ce terrible fléau de l'acide carbonique.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 113 RELATIVE A L'EXPLOSION D'ACIDE CARBONIQUE DANS LA CONCESSION HOUILLÈRE DE ROCHEBELLE.

Fig. 1. Coupe géologique passant par l'axe du puits Fontanes et par l'axe des travers-bancs Est-Ouest.

Cette coupe montre que, dans cette région, le terrain houiller est contigu au trias ; vers Tamaris, ce dernier est, d'ailleurs, recouvert par un petit lambeau de terrain néocomien.

Comme on le voit, les couches de houille sont extrêmement contournées ; elles ont été figurées en noir dans les parties où leur existence a été constatée. Le tracé de quelques-unes de ces couches a été indiqué par des lignes ponctuées ; mais cette res-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tauration est assez hypothétique. Il faut observer qu'on a projeté quelques autres couches voisines des premières, particulièrement celles désignées sous les noms de Bérard, Alix et du puits Chavanon.

Fig. 2. Plan des travaux au niveau 246 mètres, représentant les galeries dans lesquelles trois ouvriers mineurs ont été asphyxiés par l'acide carbonique.

F, puits Fontanes.

E, galerie percée dans la houille, au fond de laquelle ont eu lieu les deux explosions d'acide carbonique.

h, houille menue obstruant la galerie E, dans laquelle elle a été projetée par les explosions.

v, ouvrier mineur, dont le cadavre rejeté sur le dos par les explosions, était recouvert de houille menue.

v', ouvrier mineur asphyxié par l'acide carbonique dans une galerie latérale, dont l'entrée était obstruée par la houille menue.

v'', rouleur asphyxié pendant qu'il cherchait à fuir vers le puits F.

g, galandage ou cloison mince séparant la galerie F E en deux parties, de manière à y activer l'aérage.

c, chemin de fer sur lequel le rouleur ramenait vers le puits le petit wagon *m* rempli de houille.

ART DES MINES.

DES EXPLOSIONS DANS LES MINES DE HOUILLE ; CONFÉRENCES FAITES A LA SOCIÉTÉ DES ARTS DE LONDRES PAR M. T. WILLS.

PREMIÈRE CONFÉRENCE.

Histoire et origine de la Houille.

La richesse commerciale et la prospérité industrielle d'une nation dépendent du plus ou moins d'abondance de ses ressources minérales et du parti qu'elle sait en tirer; or, aujourd'hui, le plus important des minéraux, celui dont on ne saurait pour ainsi dire se passer pour mettre les autres en œuvre, c'est le combustible fossile, c'est la houille.

Si l'on voulait remonter à l'origine de l'histoire industrielle d'un peuple, on ne trouverait au début que les seuls procédés rudimentaires capables de lui procurer la nourriture, le vêtement et l'abri nécessaires ; quant au combustible qui, plus tard, sera indipensable et dont la consommation ne cessera de s'accroître, on verrait qu'il ne servait alors qu'à fournir de la chaleur, à cuire les aliments et produire de la lumière. A mesure que la civilisation a fait des progrès, les besoins ont augmenté et, pour y satisfaire, on a peu à peu demandé à la terre tous les trésors qu'elle peut fournir. Mais la plupart de ces trésors, à l'état de nature, sont loin d'exister sous la forme et dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'état où ils deviennent utilisables ; il faut donc les modifier par le travail et ce travail est le plus souvent le résultat d'une force mécanique engendrée par la chaleur. Si l'on tient compte en même temps des nombreux procédés chimiques et métallurgiques dont la mise en œuvre ne saurait également se passer de cette chaleur, on reconnaîtra que le combustible, en général, est devenu peu à peu, pour chaque pays, une matière de première importance.

L'existence et la distribution des végétaux sur la majeure partie de la surface du globe ont dû naturellement, au début, inspirer à l'homme d'employer le bois comme combustible ; pendant une longue période, en effet, il n'en connut pas d'autres, à l'exception toutefois de certains bitumes naturels dont l'emploi était purement local et de quelques huiles et graisses animales dont on se servait quelquefois pour l'éclairage. Plus tard, l'emploi de la tourbe et du charbon de bois qui ne sont que des modifications de la matière fibreuse, démontre un progrès dans la connaissance des combustibles. En parcourant l'histoire de l'humanité, on ne trouve aucune période où l'usage du feu et, par conséquent, d'un combustible soit inconnu, aucun peuple dans un état de barbarisme assez grand pour ne pas le connaître. Dans les cérémonies religieuses les plus anciennes, le feu a toujours joué un grand rôle. Enfin, dans la classification des êtres animés, l'homme a été parfois justement désigné sous le titre d'*animal faisant du feu*, définition qui, prise dans son acception la plus large avec toutes les conséquences qui en découlent, donnerait une notion assez juste, quoique rudimentaire, de la place qu'il occupe dans l'échelle des animaux.

Il est plus que probable qu'à l'origine du monde, la terre était couverte de forêts sur une bien plus grande étendue qu'on ne peut se l'imaginer ; tel a été le cas pour les contrées de l'Europe qui, à mesure qu'elles se peuplèrent, offrirent à l'homme une source de combustible assez riche pour le dispenser d'en chercher d'autres. Mais, avec le temps, les besoins augmentèrent dans une telle proportion qu'il arriva un moment où les ressources locales menaçaient d'être insuffisantes ; d'ailleurs il n'y avait à compter ni sur les reboisements dont les effets sont toujours lents et qui n'ont jamais été appliqués d'une manière suivie, ni sur les transports toujours difficiles et dispendieux. C'est ce qui arriva en Angleterre, au début du XVI^e^ siècle, où l'on commença à se préoccuper de la destruction des forêts ; heureusement qu'une autre source de combustible était toute prête, sans cela cette préoccupation eut été trop tardive pour arrêter le mal, car on avait trop longtemps négligé la question des reboisements.

Il résulte d'un édit rendu par Edouard I^er^, en 1306, qu'il devait encore exister à cette époque de grandes réserves de bois ; car la houille, dite alors charbon-marin (*sea coal*) (1), ayant depuis plus de cinquante ans déjà fait son apparition et provoquant

(1) A cette époque on donnait à la houille le nom de *charbon marin*, sans doute à cause de la position littorale et même en quelques points sous-marine des couches. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tout à coup des plaintes au sujet de l'abondance de sa fumée qui, disait-on, portait atteinte à la santé publique, cet édit défendait d'en consommer à Londres ainsi que dans ses faubourgs et enjoignait aux habitants de ne brûler que du bois. Sous le règne de Henri VIII, on ne faisait également usage dans tout le royaume que du combustible végétal; en outre, pendant la guerre civile de 1642, un grand nombre de forêts furent détruites. Si nous ajoutons que c'est à peu près vers cette époque que la culture des terres commença à devenir très-active, que de nombreuses verreries et forges s'établirent et qu'enfin la construction des navires prit un grand développement, on comprendra que le bois devint rare et que des craintes sérieuses s'élevèrent, en présence de la négligence systématique qu'on avait apportée dans la question des reboisements.

Il est inutile de multiplier les citations sur cette époque de pénurie, dont parlent tous les historiens du temps; elles expliquent suffisamment l'adoption progressive du *charbon marin* ou *charbon de pierre* comme on l'appelait également, malgré les résistances qu'il rencontrait à son début (1). D'ailleurs le développement de la métallurgie devait rendre un jour cette pénurie plus sensible encore, ainsi qu'il résulte d'un rapport de David Mushet, datant de 1810. L'auteur établit dans ce rapport que, si un haut fourneau fonctionnant toute l'année et produisant 1000 tonnes de fonte pendant cette période devait être alimenté avec le seul charbon de bois, il ne lui en faudrait pas moins de 12 000 tonnes représentant 143 360 pieds cubes de bois (plus de 4 000 stères). Or, en l'état des forêts, ajoute-t-il, on ne peut guère trouver plus de 1 200 pieds cubes de bois par acre (soit 84 stères par hectare); par conséquent, pour satisfaire à cette énorme consommation, il faudrait annuellement mettre en coupe 120 acres (environ 48 hectares) de forêts, ce qui, pour des bois de 18 ans, nécessite une réserve de 1 400 acres (260 hectares). Comment faire face à une semblable situation, quand déjà, au commencement du siècle précédent, on comptait 800 forges dans la Grande-Bretagne ! La houille était bien connue, il est vrai, mais elle n'avait guère attiré l'attention et d'ailleurs elle était encore relativement assez chère, puisque au temps d'Henri VIII, celle de Newcastle se vendait à Londres au prix de 4 sh. le chaldron (environ 5 fr. l'hectolitre).

On n'est pas d'accord sur l'époque où le combustible fossile a été véritablement reconnu pour la première fois. On a bien prétendu que certains passages tirés d'ouvrages anciens témoignaient d'une certaine connaissance de son emploi; mais le sens de ces citations n'indique aucune espèce de rapport avec la substance à laquelle on donne le nom de houille. Quelques auteurs anciens ont cependant parlé de certaines variétés de houille, mais en soupçonnant à peine les applications étendues qu'elles étaient destinées à recevoir. C'est ainsi que 300 ans environ avant J.-C., Théophraste parle d'un charbon fossile ou charbon de pierre, d'un caractère terreux, découvert dans

(1) Sous le règne d'Élisabeth il était défendu d'en brûler pendant les sessions du Parlement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la Ligurie, capable de s'enflammer et de brûler. D'un autre côté, Pline mentionne l'ampelite, pierre noire, d'aspect bitumineux ; mais aucun des naturalistes de cette époque ne laisse une impression qui permette de supposer qu'ils aient vu ou entendu citer un combustible fossile comme étant véritablement l'objet d'une consommation courante. On a bien essayé de démontrer que les premiers Bretons avaient travaillé la houille. De son côté, Pennant a prétendu qu'on avait trouvé, au milieu de l'affleurement même d'une couche, un axe en pierre attestant par son usure les services qu'il aurait rendus ; mais de toutes les assertions plus ou moins fondées qu'on a mises en avant, on ne voit pas qu'il se dégage aucune preuve satisfaisante avant les derniers temps de la domination romaine, époque à laquelle on a commencé à tracer des routes à travers plusieurs districts houillers. On a trouvé, en effet, dans le comté de Durham ainsi que dans le Lancashire et plus rarement encore à Wroxeter, des cendres de charbon de terre au milieu de ruines de plusieurs stations romaines dont la destruction remonterait au VI^e^ siècle.

Ce n'est véritablement qu'au XIII^e^ siècle qu'on trouve des preuves démontrant, d'une manière incontestable, qu'à cette époque la houille commençait à être extraite d'une manière un peu suivie pour servir de combustible (1). Des documents certains établissent en effet que, en 1239, le roi Henri III accorda aux bourgeois de Newcastle des lettres patentes leur constituant un privilége d'exploitation ; c'est à partir de cette époque que le commerce de la houille a commencé à prendre dans ce district un développement toujours grandissant, qui devait en faire un jour l'un des centres les plus importants de l'industrie houillère de l'Angleterre. Déjà, en 1639, Newcastle fournissait les deux tiers de la houille consommée par le pays. Quatre cents vaisseaux, chargés de combustible, partaient de son port et se rendaient moitié à Londres et moitié dans le reste du Royaume. En 1660, Londres recevait de la même origine 265 571 tonnes ; en 1670, 355 821 et en 1690, 395 357. A cette dernière époque, la production totale du Royaume-Uni était d'environ 2 225 000 tonnes ; on va voir par les chiffres suivants la progression qu'elle a suivie :

	Tonnes.
En 1700.	2 750 000
1750.	5 000 000
1800.	10 000 000
1816.	16 000 000
1854.	64 500 000
1869.	107 000 000
1872.	131 600 000

(1) L'auteur dit que, sur le continent, les premiers travaux d'extraction de la houille auraient été faits en Belgique et remonteraient à l'année 1198 ; mais nous croyons qu'il fait erreur, car on cite le bassin de Zwickau, en Saxe, comme ayant été déjà, au X^e^ siècle, l'objet de quelques travaux. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La houille se trouve dans presque toutes les régions du globe, mais c'est l'Angleterre qui, jusqu'ici, en fournit le plus, car sa production représente à elle seule plus de la moitié de la production totale du monde entier. L'art de l'exploiter est loin d'être contemporain de la première découverte qui en a été faite ; cette découverte a dû probablement se produire sur quelqu'un des affleurements si nombreux qui existent dans les régions houillères, et qui proviennent de la dénudation des couches produite à une époque reculée par l'action des eaux. Les vallées du Northumberland, du Durham et du Cumberland en offrent, entre autres, de remarquables exemples, ainsi que le bassin des Apalaches, dans le nord de l'Amérique et sur les bords de la mer Arctique. Ce n'est que plus tard, quand la valeur du combustible minéral a été reconnue, quand il s'est imposé à la consommation aux exigences de laquelle il fallait satisfaire, que la nécessité d'aller le chercher au sein de la terre, dans les couches mêmes dont on ne voyait que les affleurements, a dû faire naître les premiers procédés d'excavation.

Si, comme nous venons de le dire, la houille se trouve dans presque toutes les régions du globe, elle a, en revanche, un mode de gisement bien déterminé qui fait qu'on ne la rencontre qu'à certains étages déterminés de la classification des terrains établis par les géologues. Aussi c'est dans la région supérieure de l'étage paléozoïque ou terrain primitif que sont placés, en général, les dépôts de houille les plus riches et les plus importants, c'est-à-dire en Angleterre au-dessus du terrain Devonien ou vieux grès rouge et au-dessous du terrain Permien ou des calcaires dolomitiques ou magnésiens. Les autres formations, comme le Miocène, par exemple, appartenant à l'étage tertiaire, renferment également le combustible minéral, mais il est en général de moins bonne qualité et constitue surtout ce qu'on appelle le lignite (*brown coal*).

La formation houillère proprement dite, celle qui renferme les meilleures houilles ne se compose pas des seules couches de combustible fossile ; elle comprend, en outre, des couches d'argile schisteuse, de grès, de calcaire carbonifère, etc. Nous passons rapidement sur tous ces détails géologiques que nous ne donnons, bien entendu, que d'une manière sommaire, car ils ne constituent pas la partie importante du sujet que nous nous sommes proposé de traiter.

Le professeur Phillips estime que la formation houillère, dans le nord de l'Angleterre, a environ 3 000 pieds d'épaisseur (900 mètres), dont 60 pieds (180 mètres) sont occupés par les couches de houille. Suivant Lyell, cette épaisseur serait quatre fois plus considérable dans le sud du Pays de Galles et atteindrait, en Allemagne, jusqu'à 20 000 pieds (6 000 mètres).

Les couches de houille distribuées au milieu de la formation carbonifère sont parfois très-nombreuses et d'une épaisseur variable, entre 1/4 de pouce ($0^m,00625$) et plusieurs pieds (plus d'un mètre) ; il y en a une bien connue dans le Staffordshire qui a 10 yards (9 mètres). Ces couches, lors de leur formation, ont été probablement produites par une suite d'assises horizontales ; mais, plus tard, elles se sont déformées sous l'action de phénomènes physiques et présentent, par suite, une allure plus ou moins

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contournée, le plus souvent en forme de bassin dont le fond est occupé par la houille.

Dans les premiers temps de l'exploitation, on n'a attaqué que les couches les plus rapprochées de la surface du sol; mais, à mesure qu'elles se sont épuisées et que les besoins ont augmenté, il a fallu élargir le cadre des opérations et descendre de plus en plus profondément, preuve évidente du développement de cette industrie. Ainsi, en 1709, des documents authentiques nous apprennent que, dans le bassin important de Newcastle, la profondeur moyenne des puits n'était que de 20 à 30 fathoms (36^{m},50 à 54^{m},80); quelques-uns en petit nombre atteignaient 50 à 60 fathoms (91^{m},40 à 109^{m},65). En 1787, la plus grande profondeur à laquelle on travaillait dans les houillères de la Tyne était de 105 fathoms (191^{m},90); mais aujourd'hui, comme on va le voir, ce chiffre est bien dépassé.

A Pendleton, près de Manchester, il y a des puits de 268 fathoms (489^{m},90); à Dukinfield, la profondeur est de 343 fathoms (627 mètres); la mine Arley à Rose-Bridge, près Wigan, est exploitée à 408 fathoms (745^{m},80). Cette profondeur est encore dépassée en Belgique, où l'exploitation est descendue parfois jusqu'à 500 fathoms (914^{m}). Il y a cependant une limite à l'approfondissement, limite que la commission officielle de 1870 a fixé à 4 000 pieds (1 200 mètres), mais elle est encore loin d'être atteinte. Elle est basée surtout d'après l'accroissement de la température qui, à partir de 50 pieds environ (15 mètres) où le thermomètre reste stationnaire en toute saison, augmente à peu près uniformément de 1° C. par chaque 30 mètres (1). C'est cet accroissement qui rend la ventilation plus difficile, en même temps qu'il oblige souvent les ouvriers à travailler dans une atmosphère très-chaude. Il faut tenir compte également de la pression, qui s'accroît avec la profondeur et qui rend, par conséquent, le travail plus difficile; cette pression est souvent telle que, dans les travaux de Black-Mine (bassin de Dukinfield) situés à 2 500 pieds (750 mètres) de profondeur, des voûtes circulaires en briques de 4 pieds d'épaisseur (1^{m},20) ont un jour été écrasées et qu'un pilier en fonte de 12 pouces carrés de section (77^{c2},45) n'ayant à supporter qu'un toit de 7 pieds (2^{m},10) de long s'est brisé en deux.

Il est probable que, dans certains districts, on ne pourra jamais extraire toute la masse de combustible enfouie sous le sol, car, sur quelques points, on estime qu'il y en a jusqu'à la profondeur de 6 000, 8 000 et même 12 000 pieds (1 800, 2 400 et même 3 600 mètres). La commission officielle de 1870 a évalué comme suit les quantités de houille exploitables jusqu'à la profondeur de 4 000 pieds (1 200 mètres), en excluant toutefois les couches de moins de 1 pied (0^{m},30) d'épaisseur.

---

(1) Il paraît qu'à la profondeur de 3 000 pieds (900 mètres), la température atteindrait 98° Fahr. (37° C), c'est-à-dire à peu près celle du sang.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	Tonnes.
District sud du pays de Galles.	32 456 208 913
District central.	18 172 071 433
Northumberland et Durham.	10 036 660 236
	60 664 940 582

Soit plus de 60 milliards et demi de tonnes.

Bien que la production houillère de l'Angleterre soit la plus forte, on estime cependant que l'étendue des bassins houillers est soixante-dix fois moins considérable que celle de l'Amérique.

De nos jours, le fait est certain, il n'y a nulle part de houille en voie de formation ; par conséquent, bien que nos ressources soient encore grandes et que nous puissions compter sur un approvisionnement suffisant pendant une large période de temps, il faut bien admettre qu'il arrivera probablement un moment où la situation sera exactement ce qu'elle était à l'époque où le bois menaçait de manquer. Ici, il n'est pas inutile, avant d'aller plus loin, d'examiner quel est le mode de formation de la houille et de quelle manière elle s'est déposée. Bien que cette question ait été souvent traitée, je crois indispensable d'en dire rapidement quelques mots dans le seul but de rendre plus clair et plus complet le cadre que je me suis proposé d'embrasser.

L'origine entièrement végétale de la houille, bien qu'universellement admise aujourd'hui, n'a cependant été reconnue que dans les temps modernes et, après avoir donné lieu à une vive controverse,les doutes sont tombés devant un examen des plus minutieux du combustible et devant les travaux des géologues, qui ont constaté que plusieurs couches de la formation houillère accusaient les périodes successives par lesquelles la croûte terrestre avait dû passer.

Toute couche de houille repose entre deux lits d'argile plus ou moins schisteuse, dont l'inférieure forme ce qu'on nomme son *mur* et la supérieure son *toit*. L'argile sous-jacente est souvent criblée de tiges et de filaments d'origine végétale, d'une couleur noirâtre ; d'un autre côté le schiste qui forme le toit renferme fréquemment des troncs d'arbres plus ou moins déformés, de nombreux spécimens de feuilles de fougère à surface brillante, ainsi que différentes variétés d'autres feuilles aux formes plus ou moins étranges. Dans le grès houiller, on trouve également des fragments de troncs et de branches d'arbres ; la houille elle-même, lorsqu'il est possible de la diviser avec soin en lames plus ou moins minces, offre de nombreuses empreintes végétales entremêlées de veines pelliculaires d'une substance mal carbonisée qui s'écaille ; enfin là même où l'œil ne saurait découvrir aucune trace de structure, le microscope permet souvent de constater les traces irrécusables de la flore de l'époque primitive, traces qui accusent distinctement non-seulement la nature des plantes,mais encore la position qu'elles occupaient pendant leur vie et l'étendue de leur développement.

Plus de 500 espèces distinctes de plantes, comprenant 250 variétés de fougères, ont été reconnues comme appartenant à la formation houillère. Les principales sont les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sigillariées, les calamites, les lepidodendrons, les equiseta, différentes sortes de lichens, de mousses, les lycopodes et parfois des conifères. Plusieurs de ces plantes ressemblent aux espèces qui vivent de nos jours, avec cette différence, cependant, qu'elles offrent un luxe de végétation et de développement que nous ne connaissons plus ; c'est ainsi que certains lycopodes du terrain houiller ne sont rien moins que des arbres de 30 à 40 pieds de haut (9 à 12 mètres) ; dans le bassin de Newcastle, on a trouvé une portion de tronc de sigillaria ayant 15 pieds de circonférence (4^m, 50). Toutes ces plantes fossiles ont conservé avec une grande exactitude la forme extérieure qu'elles avaient pendant leur vie ; quant à leur intérieur, il est rempli par du grès ou de l'argile schiteuse, preuve qui démontre que le tissu fibreux intérieur s'est plus rapidement détruit et transformé que l'écorce qui le recouvre ; c'est là un phénomène que présentent encore aujourd'hui les arbres morts.

L'origine végétale de la houille étant indubitablement démontrée, et la géologie ayant permis de déterminer, d'une manière précise, la période à laquelle appartient la formation houillère, il ne restait plus qu'à préciser les phénomènes en vertu desquels les couches se sont formées. A cet égard, deux théories ont été pendant quelque temps en présence. Quelques auteurs d'une certaine notoriété avaient émis cette singulière hypothèse, que la houille serait le résultat de la transformation d'immenses quantités de matières végétales, entraînées autrefois par les eaux (comme le sont encore aujourd'hui sur le bas Mississipi les grands arbres des forêts vierges) et accumulées dans les baies ou estuaires, où elles seraient venues s'échouer et s'enfouir. Mais une pareille hypothèse ne pouvait longtemps se soutenir ; la présence de racines végétales à la base même des couches, la découverte de troncs d'arbres entiers restés debout et souvent étagés en séries les uns au-dessus des autres ; enfin l'admirable état de conservation dans lequel on retrouve parfois les débris de végétaux les plus délicats, tout vient démontrer à l'observateur attentif, ainsi que l'avance la géologie moderne, que les spécimens de cette végétation primitive ont dû se développer à la place même où on les retrouve aujourd'hui.

Pour certains auteurs, les découvertes qu'on a faites de poissons et de coquilles d'espèce marine tendraient à prouver que quelques-unes des plantes de la formation houillère ont vécu dans les eaux salées ; pour d'autres, au contraire, il y aurait doute sur la question de savoir si toute la végétation de cette époque, arbres et plantes, s'est développée en pleine terre ou sur les bords de marécages remplis d'eau saumâtre. Ce qu'il y a de certain, c'est que l'argile sous-jacente des couches de houille a constitué un véritable sol, dans lequel certains arbres de grande dimension, comme les sigillariées avaient leurs troncs et leurs racines implantés. Combien de générations de ces arbres ont-elles vécu avant que les conditions devinssent favorables à leur conservation ? C'est ce qu'on ne saurait dire. Tout ce qu'on peut supposer, c'est qu'à la longue, lorsque les végétaux (troncs, racines, feuilles, etc.), se furent accumulés en masses touffues, comme le sont nos couches tourbeuses modernes, alors le tout s'est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enfoncé d'une façon lente et uniforme par suite des convulsions fréquentes auxquelles le sol, encore mal raffermi, devait être soumis à cette époque. Puis, arrivèrent par-dessus des eaux douces ou salées qui, en faisant irruption sur d'anciens domaines où elles avaient peut-être déjà séjourné, y ont déposé du sable ou du limon destiné à devenir plus tard la roche solide constituant le toit des couches. Avec les eaux, surtout aux lieux où elles étaient les plus profondes, sont venus des poissons de différentes espèces dont les débris se sont mêlés aux dépôts sedimentaires. Ces dépôts, accumulés couche par couche, à mesure que le sol se déprimait et qui ont, dans certaines régions, atteint des épaisseurs de plusieurs centaines de mètres, ont continué à se former jusqu'au moment où les circonstances ont produit un nouveau sol favorable au développement d'une végétation nouvelle, forêt superposée à la première et destinée comme elle à disparaître dans un prochain cataclysme. Quoi qu'il en soit, il est hors de doute que la quantité de matières végétales qui a été enfouie pour former les couches de houille a dû être considérable. Pendant cette période, la température a été probablement très-chaude et très-humide ; quant à la quantité d'acide carbonique contenue dans l'atmosphère, rien ne prouve d'une manière certaine qu'elle était alors plus grande qu'elle ne l'est de nos jours.

Jusqu'ici rien n'est venu démontrer que la composition des arbres et plantes de la période carbonifère différait de celle des mêmes essences qui vivent aujourd'hui. Alors comme maintenant, la fibre ligneuse formait la partie substantielle de la matière végétale et c'est cette substance qui, par des transformations successives, a été convertie en charbon. Les éléments essentiels qui entrent dans la composition du bois sont le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote auxquels il faut ajouter une petite proportion de matière minérale, fournie par le sol et qui constitue les cendres produites par la combustion. Les proportions de ces éléments ne varient pas beaucoup dans les différentes essences de bois, mais il faut tenir compte de la quantité variable d'eau que ces essences renferment. La composition du tissu ligneux peut être représentée par la formule chimique $C^6 H^{10} O^5$, à laquelle correspondent les proportions centésimales suivantes :

Carbone.	44,44
Hydrogène.	6,17
Oxygène.	49,39
	100,00

Dans la transformation du bois ou charbon, c'est le tissu ligneux qui doit fixer l'attention, car cette transformation n'est que le résultat des changements successifs qu'a subis la composition de ce tissu. Percy donne comme suit la composition du bois de chêne mort, c'est-à-dire dans sa première phase de décomposition (l'eau et les cendres ne sont pas comptées).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CARBONE.	HYDROGÈNE.	OXYGÈNE.
51,17	5,66	43,17

La composition du même bois à l'état vivant n'est pas donnée, mais on va voir dans le tableau suivant la composition de trois types de bois, parmi lesquels le chêne, avec celle de trois espèces de houille :

Composition centésimale (à l'exclusion des cendres et de l'eau).

	CARBONE.	HYDROGÈNE.	OXYGÈNE et azote.
BOIS			
Chêne	50,69	6,03	43,28
Hêtre	49,94	6,08	43,95
Bouleau	51,93	6,31	41,76
HOUILLE.			
Lignite de Boyey (Devonshire)	69,53	5,91	24,56
Houille de Hartley (Northumberland)	80,67	4,76	14,57
Houille de Swansea (Galles du Sud)	94,05	3,38	2,57

Ces exemples, qui sont choisis parmi un grand nombre d'analyses, montrent que les proportions d'oxygène et de carbone constituent la principale différence qui existe entre le bois et la houille, les premières diminuant à mesure que les secondes augmentent. Ces modifications que subit le combustible végétal en se transformant peuvent facilement s'expliquer.

Lorsqu'on brûle du bois à l'air libre, le carbone entièrement brûlé passe à l'état d'acide carbonique pour la formation duquel il emprunte à l'air de l'oxygène, tandis qne l'hydrogène se transforme en eau en se combinant avec l'oxygène contenu dans le bois. Mais si, au contraire, le bois est brûlé à l'abri de l'air extérieur, les phénomènes sont tout autres. Une partie de l'oxygène et de l'hydrogène forment de l'eau, mais une autre partie s'unit avec le carbone et une autre portion d'hydrogène pour donner naissance à différents produits tels que goudron, naphte, acide carbonique, oxyde de carbone, etc. ; en même temps, le reste de l'hydrogène s'unit à du carbone seul pour produire certains hydrocarbures. Tous ces produits étant essentiellement volatils à une haute température, finissent par s'échapper, en sorte que le résidu de la combustion ne se compose que du seul charbon de bois, formé du carbone en excès et de quelques matières fixes existant primitivement dans le bois. Enfin lorsque le bois est abandonné à une destruction naturelle, les phénomènes qui se produisent ressemblent jusqu'à un certain point aux précédents : il se forme lentement de l'eau, de l'acide carbonique,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une certaine quantité d'hydrocarbures légers tels que le gaz des marais, et le résidu est une sorte de tourbe ou d'humus ayant une plus grande proportion de carbone que le bois n'en contenait à l'origine. On remarquera cependant que la série des phénomènes est moins complète que dans le cas précédent, et qu'il y a surtout absence des hydrocarbures les plus lourds.

La formation de la houille peut être considérée comme due à un procédé intermédiaire entre les deux derniers que nous venons d'esquisser, c'est-à-dire entre celui de la combustion du bois à l'abri de l'air extérieur et celui de sa destruction naturelle en plein air. Avant que les forêts primitives dont la houille est formée n'aient été englouties, par suite des convulsions successives du globe, sous des couches de sable et de boue, il est probable qu'elles ont dû subir, en partie, un commencement de décomposition naturelle : mais une fois que l'engloutissement a eu lieu, et que, par suite, l'air a été intercepté, la température a dû s'élever peu à peu, tant par suite de la lente oxydation de la masse ligneuse que par l'augmentation successive de la profondeur de l'enfouissement et de la pression qui en est résultée, si bien que les phénomènes de transformation qui en sont résultés pourraient être assimilés jusqu'à un certain point à ceux d'une lente et destructive distillation de la matière.

Le tableau suivant que nous empruntons à Percy montre bien, comparativement à l'unité centésimale de carbone, les pertes en hydrogène et oxygène que le bois a subies dans les transformations successives qui l'ont amené à l'état de houille.

	CARBONE.	HYDROGÈNE.	OXYGÈNE.
Bois	100	12,18	83,07
Tourbe	100	9,83	55,67
Lignite	100	8,37	42,42
Houille du Staffordshire (couche de 9m)	100	6,12	21,23
Houille de la Tyne pour machines à vapeur	100	5,91	18,32
Anthracite du Sud du pays de Galles	100	4,75	5,28
Anthracite de Pensylvanie	100	2,84	1,74
Graphite	100	»	»

Au moment de l'enfouissement des forêts, les premiers gaz formés ont dû trouver un facile dégagement à l'extérieur ; mais, à mesure que cet enfouissement est devenu plus profond, les gaz sont restés emprisonnés dans les fissures et les cavités, et la houille, en se formant, en a absorbé elle-même une certaine quantité, en vertu de la pression considérable agissant sur elle. Il suit de là que lorsqu'on creuse un puits ou une galerie dans la masse houillère, non-seulement ces gaz sortent des cavités ouvertes par les travaux, mais il s'en dégage en même temps des surfaces mises à nu de la houille, d'où ils s'échappent en vertu de l'équilibre de pression qui tend à s'établir. Comme la proportion de gaz que renferment certaines houilles dépend de la pression à laquelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elles ont été soumises au sein de la terre, il en résulte que quelques variétés, lorsqu'elles sont nouvellement extraites, continuent, même à l'air libre, à en dégager une certaine quantité ; aussi ne convient-il pas de les emmagasiner au sortir du puits dans des espaces clos comme les cales de navires, par exemple, où des explosions se sont déjà produites par suite d'une pareille imprudence.

Ventilation des houillères.

Dans tous les lieux où la vie animale doit être entretenue, il est indispensable que l'air atmosphérique arrive en quantité suffisante soit naturellement, soit artificiellement. L'économie animale a besoin d'être alimentée constamment d'oxygène, afin de transformer le carbone produit en acide carbonique expiré et rétablir l'équilibre du système. On sait que l'air atmosphérique est composé

	En volumes.	En poids.
D'azote.	79,19	76,99
D'oxygène.	20,81	23,01
	100,00	100,00

On sait en outre que trois autres corps, qui ne sont pas considérés comme entrant dans la composition de l'air pur, sont toujours trouvés dans notre atmosphère ; ce sont :

L'acide carbonique.	0,04	0,06
La vapeur d'eau.	1,4	0,87
L'ammoniaque.	traces	

Pour diluer les produits viciés de la respiration, un homme a besoin de recevoir 3000 pieds cubes d'air (84 mèt. cub.) par heure ; c'est la quantité normale considérée comme nécessaire à sa santé et moyennant laquelle il peut demeurer indéfiniment dans un même lieu, à la condition toutefois qu'il ne s'y développe pas des éléments particuliers de viciation. Une atmosphère, contenant six volumes d'acide carbonique pour 10 000 volumes d'air et qui n'est pas renouvelée, est un mauvais milieu dont l'influence sera d'autant plus funeste qu'on y restera plus longtemps exposé. Le séjour dans un air vicié a pour effet de précipiter la respiration, de diminuer le pouls et d'affecter les poumons.

Lorsqu'il y a combustion de gaz, de bougies ou d'huile dans l'enceinte même où l'homme est placé, l'afflux d'une plus grande quantité d'air est nécessaire ; deux bougies ou une bonne lampe ordinaire équivalent comme cause de viciation à celle que produit la respiration d'un adulte. Dans les travaux souterrains il y a, en outre des produits de la respiration et de la combustion des lampes, d'autres causes de viciation de l'air telles que les gaz nuisibles provenant soit de l'inflammation de la poudre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit de la décomposition des matières végétales et animales, etc.; il est donc essentiel, dans ces conditions, que la quantité d'air nécessaire soit proportionnellement plus considérable. On estime en nombre rond à 100 pieds cubes (2^{m3}, 800) par minute la quantité d'air nécessaire à un homme pour travailler sous terre dans des conditions convenables de salubrité et de bien-être. Sur cette quantité, il n'a besoin pour sa seule respiration que de 19 mètres cubes d'air par vingt-quatre heures. Cet air qui, au moment de l'aspiration, renferme 21 p. 100 d'oxygène, n'en contient plus que 18 p. 100 lorsqu'il est expiré ; les poumons absorbent donc 1/7 d'oxygène qu'ils rendent transformé en acide carbonique; de telle sorte que la quantité d'acide carbonique produite par un homme en vingt-quatre heures est de $1/7 \times 21/100 \times 19 = 0^{m3},570$ litres. La plus forte lampe de mine dégage moins d'acide carbonique dans le même temps.

Dans les maisons et en général dans tous les espaces clos situés à la surface du sol, la ventilation est trop souvent abandonnée à elle-même, en sorte que, la plupart du temps, elle est mal réglée. Il existe, en effet, deux principes en vertu desquels une certaine quantité d'air pur pénètre toujours naturellement; cette quantité peut ne pas être appropriée à la conservation de l'homme dans un état de santé parfait, mais, en tout cas, elle est suffisante pour entretenir sa vie. Le premier de ces principes consiste dans la différence de densité de l'air à différentes températures, différence en vertu de laquelle un courant tend toujours à s'établir ; le second c'est la tendance qu'ont tous les gaz à entrer en diffusion, phénomène qui exerce une influence considérable ayant pour effet constant de diluer et chasser l'air vicié. Cette diffusion s'exerce même à travers les murs de nos habitations, dont les pores laissent entrer quand même une certaine quantité d'air pur, et cela est si vrai que, s'il n'en était pas ainsi, il faudrait ménager des ouvertures spéciales pour la ventilation (1).

Les choses changent lorsqu'il s'agit de la ventilation des mines, c'est-à-dire des espaces ouverts au sein de la terre à une profondeur plus ou moins grande; il y a là des conditions spéciales qui réclament des travaux et des procédés, sans lesquels l'aération ne pourrait avoir lieu. Dans une mine exempte de gaz, où il ne s'agit que d'entretenir la respiration des ouvriers et la combustion des lampes ou des chandelles, il faut théoriquement à un homme, ainsi qu'on l'a dit plus haut, 100 pieds cubes d'air (2^{m3}, 800) par minute, c'est-à-dire que pour chaque mineur il faut que 6 000 pieds cubes d'air (168 mèt. cub.) traversent, par heure, le puits et les galeries. Ce chiffre serait suffisant, si le volume d'air envoyé parvenait jusqu'à l'extrémité des travaux; or, c'est ce qui n'a généralement pas lieu à cause des résistances à la circulation que ren-

(1) Si une certaine ventilation se fait par les murs, nous croyons qu'elle se fait plus efficacement encore par les portes et les fenêtres de nos appartements dont la fermeture n'est jamais hermétique. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contre l'air, en sorte que le volume doit en être augmenté. Mais lorsque la mine produit des gaz, comme il est essentiel de les diluer et de les expulser, il faut alors envoyer dans les travaux des quantités d'air beaucoup plus considérables. Les moyens de ventilation qu'on emploie sont de deux espèces : les ventilateurs et les foyers placés dans les puits pour déterminer un courant ascendant.

Les gaz qui se dégagent de la houille dans certaines mines et dont la production est due aux phénomènes chimiques par lesquels le combustible a dû passer pour se former, sont le gaz des marais ou hydrogène protocarboné, plus connu sous le nom de *grisou*, et l'acide carbonique, souvent mélangés à de petites proportions d'hydrogène sulfuré, d'azote et d'oxygène. C'est le grisou qui domine, car la proportion en varie de **75 à 95 p. 100**. Voici l'analyse de quatre échantillons de gaz provenant de différents puits.

	PUITS BARLEITH (Ayrshire).	PUITS HEPBURN (Newcastle).	PUITS LLWYNYPIA (Galles du Sud)	PUITS DUNRAVEN (Galles du Sud)
Hydrogène protocarboné.	75,86	85,22	94,78	97,65
Gaz oléfiant.....	»	traces	»	»
Hydrure d'éthyle.....	»	»	0,90	»
Acide carbonique.....	1,31	3,27	0,72	0,50
Oxyde de carbone.....	»	1,36	»	»
Azote.....	22,83	7,98	3,60	1,85
Oxygène.....	»	2,17	»	»
	100,00	100,00	100,00	100,00

Ces gaz sortent soit directement des fronts de taille de la houille, soit par des fissures en communication avec des poches qui en sont remplies et qui en laissent échapper dans les galeries jusqu'à ce que l'équilibre de pression soit rétabli ; quelquefois aussi le mur et le toit des couches en dégagent. En outre de ces gaz emmagasinés sous pression, la houille elle-même en renferme dans ses pores une quantité plus ou moins grande, dont une partie tend à se dégager peu à peu à mesure de son exposition à l'air.

La proportion de gaz que renferment les différentes espèces de houille est très-variable. Quelques espèces donnent très-peu d'hydrogène protocarboné et davantage d'acide carbonique, tandis que dans d'autres c'est le contraire, d'où la différence entre les charbons flambants et les non flambants (*fiery and non fiery coals*). Ce sont les houilles anthraciteuses qui renferment le plus de gaz, ainsi que le démontrent les analyses suivantes faites par **M. J. W. Thomas** sur **100** grammes de différentes variétés de charbons chauffés dans le vide à la température de **100** degrés centigrades.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ESPÈCES DE HOUILLES.	VOLUME TOTAL des gaz dégagés en centimètres cubes.	PROPORTION CENTÉSIMALE DES GAZ.			
		ACIDE carbonique.	OXYGÈNE.	HYDROGÈNE protocarboné.	AZOTE.
Houille bitumineuse de Merthyr	55,90	36,42	0,80	—	62,78
Houille demi-bitumineuse de Rhondda	73,60	12,34	0,64	72,51	14,51
Houille pour chaudières d'Aberdare	250,10	13,21	0,49	81,64	4,66
Houille anthraciteuse de Pembroke	555,50	2,62	—	93,13	4,25

L'auteur de ces analyses fait remarquer à ce sujet qu'il y a, dans le sud du Pays de Galles, des couches de houille bitumineuse où l'on peut travailler en toute sécurité avec des lampes découvertes, tandis qu'il n'en est pas de même dans certaines couches de houille pour chaudières à vapeur et de houille authraciteuse.

En outre des gaz qui se dégagent lentement de la houille, il y a les jets spontanés et souvent très-abondants (*blowers*) (1) qui s'échappent des fissures et dont le volume variable ne saurait être calculé.

Des analyses faites sur les gaz de ces jets ont démontré qu'ils avaient sensiblement la même composition que les gaz recueillis au moyen de coups de sonde donnés dans la houille des mêmes couches ; c'est ce que montrent les chiffres suivants :

		COMPOSITION DES GAZ.			
		HYDROGÈNE protocarboné.	ACIDE carbonique.	OXYGÈNE.	AZOTE.
Houillère de Dunraven ; couche de 1m,80 à 202m,50 de profondeur	soufflard	97,65	0,50	—	1,85
Même place	coup de sonde	97,31	0,38	—	2,31
Houillère de Rhondda ; prise faite à 7m,20 de profondeur	soufflard	95,47	0,62	—	3,91
Houillère de Merthyr ; couche de 2m,70 à 408m,50 de profondeur	coup de sonde	97,37	0,42	—	2,21

Dans les mines à grisou, à moins de circonstances exceptionnelles, la proportion de gaz que dégage le charbon est à peu près constante, en sorte qu'on peut estimer faci-

(1) On les nomme en France des *soufflards*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lement la quantité d'air à envoyer dans les travaux. On a calculé que, pour être sans danger, le grisou doit être dilué dans 30 à 40 fois son volume d'air. Quant aux soufflards qui sont plus ou moins dangereux, ils ne sauraient être prévus et leur débit est par conséquent incertain. Il suffit parfois d'un coup de pic de mineur ou simplement d'un mouvement de la masse de charbon pour mettre à nu une fissure et donner lieu à un dégagement de gaz plus ou moins abondant, d'une durée plus ou moins longue et dont la rapidité dépend de la différence des pressions. Le même phénomène peut se reproduire lorsque la couche qu'on exploite renferme des dislocations ; alors quand les travaux arrivent sur un point quelconque de ces dérangements, ils mettent parfois à nu de vastes poches remplies de gaz qui se vident rapidement. Les hommes du métier savent parfaitement que, en pareil cas, il suffit d'un instant pour rendre dangereuse l'atmosphère d'un chantier où l'on travaillait auparavant en sécurité. En 1733, en creusant un puits à Whitehawen, le grisou fit irruption à la profondeur de 42 fathoms (76^{m},75) avec une abondance telle que, amené au dehors par un tuyau et enflammé, il brûla pendant plus de deux ans, en formant un jet de plusieurs mètres de hauteur. Un phénomène de ce genre s'est produit à Wallsend et s'est prolongé pendant plusieurs années, donnant lieu à un débit de gaz de 120 pieds cubes par minute (3^{m3},30).

Dans quelques cas, heureusement assez rares, la formation d'un soufflard (*blower*) a lieu avec une extrême violence comme le prouve, entre autres, l'exemple suivant arrivé dans la mine de Lundhill, près de Barnsley, dans le Yorkshire. Depuis quelque temps, on remarquait que le mur de la couche en exploitation se soulevait en différents points en produisant des fractures, lorsque tout à coup, par une de ces fractures, un soufflard fit irruption avec une violence inouïe en produisant un bruit analogue à celui de la vapeur sortant d'une chaudière à haute pression. Evidemment le gaz qui s'échappe ainsi doit avoir une tension considérable, et la preuve en a été faite à la mine de Lundhill dont nous venons de parler, où l'on a pu constater, après une explosion locale, que le gaz avait encore, à l'une de ses issues, une pression de 11 livres par pouce carré (0^{k},75 par cent. carr.).

Lorsqu'un dégagement considérable de grisou se produit tout à coup dans une mine, même en supposant qu'on puisse empêcher toute explosion, la ventilation des travaux est sérieusement compromise et, par conséquent, l'exploitation est interrompue. A la houillère Tyne, un dégagement de gaz s'est produit un jour et a continué pendant une année, en émettant 6 à 7 000 pieds cubes par minute (168 à 196 mèt. cub.). Nous ne multiplierons pas les citations de ce genre qui pourraient être très-nombreuses ; nous dirons seulement qu'il résulte d'une estimation faite dans les mines du sud du Pays de Galles par M. William Galloway, l'un des inspecteurs généraux du gouvernement, que le pouvoir calorifique du gaz s'échappant dans un temps donné est d'environ 1/10 de celui de la houille extraite du même chantier. Dans cette région, le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gaz en se dégageant des tailles, surtout lorsqu'elles sont humides, produit un léger sifflement, d'où la désignation de *singing coal* (houille chantante) donnée par les mineurs. (M).

ACOUSTIQUE.

SIMPLIFICATION DES APPAREILS AUDIPHONES AMÉRICAINS DESTINÉS AUX SOURDS-MUETS, PAR M. D. COLLADON.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le résumé d'expériences récentes, entreprises dans le but de procurer aux sourds-muets des appareils très-simples et cependant assez efficaces pour qu'ils puissent distinguer les sons musicaux et même la parole (1).

« Vers la fin de 1879, un inventeur américain, M. R. G. Rhodes, de Chicago, a pris une patente pour un appareil qu'il a appelé *audiphone,* et dont l'efficacité remarquable a été constatée par un grand nombre d'expériences, faites aux États-Unis d'Amérique pendant les mois de septembre, octobre, novembre et décembre 1879. Quelques essais, entrepris dans des instituts de sourds-muets, ont démontré que, par l'usage de cet instrument, beaucoup de sourds-muets arrivent assez promptement à distinguer les sons musicaux de quelques instruments, et même les articulations de la voix, et qu'avec le secours de cet audiphone, leur éducation orale se trouve considérablement abrégée. Des résultats favorables ont été aussi constatés pour des personnes atteintes de surdité simple.

« L'instrument de M. Rhodes (2) est fabriqué en caoutchouc durci et ressemble à un de ces écrans de cheminée que l'on tient à la main. L'écran proprement dit, ou *disque,* est une large lame de caoutchouc durci, munie d'un manche de même matière; sa largeur est d'environ $0^m,24$ et sa longueur de $0^m,30$. Les trois côtés voisins du manche sont rectangulaires; le quatrième côté, opposé à la poignée, est découpé en arc de cercle. Près du sommet de cet arc de cercle, sont attachés des cordons qui aboutissent à une ouverture pratiquée au haut de la poignée. En tendant fortement les cordons, on force la partie la plus éloignée du manche à se courber comme un arc tendu, et un petit encliquetage, fixé vers cette ouverture, permet de rendre la tension permanente. En appliquant ensuite l'extrémité de la partie recourbée contre les dents

(1) Le prix de ces nouveaux appareils ne dépasse guère 0 fr. 50. Ils peuvent aussi, dans certains cas, être utilisés par des personnes chez lesquelles le sens de l'ouïe est fort altéré.

(2) Le *Journal illustré* de Leslie, du 13 décembre dernier, qui se publie à New-York, donne le dessin de cet instrument et quelques explications sur son emploi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la mâchoire supérieure, les personnes sourdes entendent les bruits avec une sonorité très-remarquable et distinguent assez bien les paroles articulées et toutes les notes des instruments de musique.

« Les sourds-muets chez lesquels les nerfs de l'audition ne sont pas totalement atrophiés peuvent, avec le même instrument, distinguer presque immédiatement les sons musicaux, hauts ou bas, de plusieurs instruments, et ceux de la voix humaine lorsqu'ils sont émis avec force près de l'appareil. S'ils ont déjà appris à prononcer des sons bien distincts et à articuler des mots, ils pourront, après un très-court apprentissage, dirigé par un instituteur expérimenté, comprendre des mots ou des phrases, et les répéter distinctement; ils pourront aussi entendre leur propre voix, ce qui facilitera puissamment leur éducation orale. L'emploi de ces audiphones peut donc être un véritable bienfait pour les institutions de sourds-muets et pour la plupart de ceux qui sont affligés de cette infirmité.

« Malheureusement, le prix des écrans audiphones de caoutchouc durci est assez élevé; ils se vendent à Chicago, selon leur grandeur, depuis 10 jusqu'à 15 piastres; leurs dimensions possibles sont assez limitées et le caoutchouc durci est fragile par les temps froids.

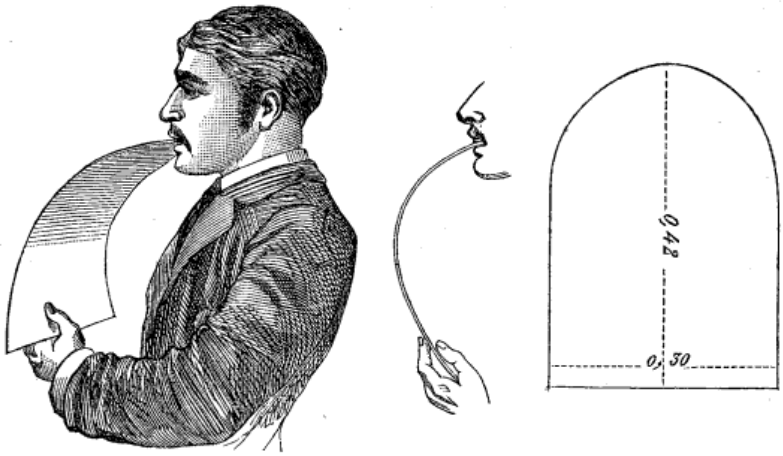
« J'ai été consulté récemment sur l'efficacité d'un de ces appareils, importé d'Amérique, et sur son effet utile pour les personnes atteintes de surdité simple, comparativement à celui qu'on obtient avec des cornets acoustiques perfectionnés. Après l'avoir essayé et m'être convaincu de sa puissance pour recueillir les sons et les transmettre aux organes intérieurs, il m'a semblé probable que des appareils plus simples, composés d'autres substances, pourraient rendre les mêmes services acoustiques avec une dépense beaucoup moindre.

« J'ai fait de très-nombreux essais sur des lames minces de natures diverses, métaux, bois, etc.; enfin, j'ai découvert une variété de carton mince laminé qui donne les mêmes résultats que le caoutchouc durci et qui permettrait d'obtenir à 0 fr. 50 environ, au lieu de 50 francs, des appareils de même puissance acoustique.

« Les cartons qui m'ont donné ces résultats favorables portent, dans le commerce, le nom de *cartons à satiner*, ou *cartons d'orties;* ils sont remarquablement compactes, homogènes, élastiques et tenaces; ils sont aussi très-souples, et, pourvu que leur épaisseur ne dépasse pas $0^{m},001$, une légère pression de la main, qui soutient un disque découpé dans une de ces feuilles de carton, tandis que son extrémité convexe s'arc-boute contre les dents de la mâchoire supérieure, suffit pour lui donner une courbure convenable, variable à volonté, sans fatigue pour la main ou les dents. Ainsi, un simple disque de ce carton, sans manche, sans cordons ni fixateur de tension, devient un audiphone tout aussi puissant que les appareils de caoutchouc de l'inventeur américain. On peut rendre la feuille de carton imperméable en imbibant la partie convexe, celle qui s'appuie contre les dents, d'un enduit hydrofuge qui résiste à la vapeur de l'haleine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Je me suis assuré que les sons peuvent être transmis aux dents supérieures avec la même netteté en se servant d'une petite touche ou pince en bois dur, de la dimen-



sion d'une sourdine de violon ou de violoncelle, munie d'une fente dans laquelle entre à frottement dur l'extrémité supérieure du disque, et en appuyant cette pince contre les dents supérieures (1).

« Entre diverses séances d'essais, auxquelles ont assisté des sourds-muets, j'en citerai une qui vient d'avoir lieu tout récemment, en présence de quelques personnes, et notamment de l'habile instituteur de sourds-muets, M. Louis Sager. M. Sager avait amené huit élèves sourds-muets, formés par lui, comprenant les phrases par le mouvement des lèvres de leur instituteur et prononçant plusieurs mots très-distinctement.

« On a d'abord vérifié quels étaient ceux qui pouvaient percevoir de très-près les sons d'un grand piano, et l'on a déterminé la distance à laquelle ils cessaient d'en être affectés sans appareil acoustique; quelques-uns ne ressentaient les vibrations que par les mouvements du parquet, recouvert d'un tapis. Lorsqu'ils ont été munis de l'audiphone, ils ont tous indiqué que la sensation des sons était transmise distinctement à la tête, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, selon les individus. On a pu constater que, leurs yeux étant bien fermés, ils discernaient nettement les notes hautes

(1) Mes essais me font entrevoir que l'épaisseur la plus convenable des cartons est comprise $0^m,0008$ et $0^m,001$, et que les dimensions des disques de grandeur moyenne peuvent être convenablement fixées à $0^m,28$ ou $0^m,30$ de largeur, sur $0^m,35$ à $0^m,38$ de hauteur maxima. En augmentant ces dimensions, la puissance est augmentée, mais cette augmentation n'est pas proportionnelle à l'étendue de la surface.

Je m'occupe à faire varier les formes des lames vibrantes et à combiner les effets de lames multiples conjuguées; mais ces essais sont trop récents pour que je puisse en présenter actuellement les résultats.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des notes basses du piano, et aussi les sons du piano de ceux du violoncelle. La plupart étaient peu impressionnés par les sons du violon, surtout dans les notes hautes, qu'ils n'entendaient pas, ou fort peu.

« Enfin, d'autres expériences ont permis de constater que des paroles, prononcées très-près de l'audiphone, peuvent être perçues par les sourds et muets, et même répétées distinctement par eux, pourvu qu'on les ait soumis à une préparation préalable.

« Quant aux personnes dont l'ouïe est altérée et surtout à celles qui ont de la peine à supporter le contact d'un corps solide avec l'ouverture de l'oreille, des disques de carton audiphones peuvent remplacer l'emploi des cornets acoustiques, et ils ont l'avantage d'être incomparablement moins coûteux. »

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

PRIX.

PROGRAMME D'UN PRIX DE CENT MILLE FRANCS PROPOSÉ PAR M. ISAAC PÉREIRE.

M. Isaac Péreire met la somme de **100 000** francs à la disposition des concurrents qui auront produit les meilleurs Mémoires sur les questions suivantes :

1° Rechercher les meilleurs moyens d'arriver à l'extinction du paupérisme ;

2° Rechercher le meilleur système d'instruction publique à tous les degrés ;

3° Etudier l'organisation du crédit le plus propre à développer le travail ;

4° Etudier la réforme des impôts en vue de la réduction graduelle et successive des contributions indirectes.

Première question.

Un premier prix de **10 000** *francs.* — *Deux seconds prix de* **5 000** *francs.* — *Deux mentions honorables de* **2 500** *francs.*

Rechercher les meilleurs moyens d'arriver à l'extinction du paupérisme, la charité, malgré les efforts les plus généreux, étant impuissante à le faire disparaître.

Etudier notamment dans ce but :

1° Le développement et la généralisation de l'instruction publique à tous les degrés ;

2° Le développement du travail au moyen de l'organisation du crédit étendu à toutes les classes de la société ;

3° L'organisation de la prévoyance pour la vieillesse et l'institution générale des caisses de retraite au profit de tous les travailleurs, au moyen d'une contribution imposée aux chefs des diverses entreprises et à tous les patrons; cette contribution, qui constitue une réserve pour l'avenir, étant le complément nécessaire du salaire des travailleurs et devant former la base de combinaisons analogues à celles qui sont appliquées aux assurances et à la création des rentes viagères.

On devra apprécier à ce sujet les institutions de cette nature créées par les Compagnies de chemins de fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On indiquera les transformations qu'auraient à subir les institutions actuelles d'assistance publique ou privée et les créations que nécessiterait le nouvel ordre de choses.

Deuxième question.

Un premier prix de **10 000** *francs. — Deux seconds prix de* **5 000** *francs. — Deux mentions honorables de* **2 500** *francs.*

Rechercher le meilleur système d'instruction publique à tous les degrés, comprenant l'instruction primaire, l'instruction secondaire et professionnelle, et l'instruction supérieure. Ce système devra préparer tous les citoyens aux fonctions qu'ils ont à remplir dans la société, développer tous les talents et toutes les aptitudes, dans la triple direction des beaux-arts, des sciences et de l'industrie, assurer le meilleur classement des individus suivant leurs capacités, la division rationnelle des fonctions et leur direction dans un but commun.

L'instruction à tous ses degrés constituant une dette de la société envers tous ses membres, le principe de la gratuité, dégagée de toute contrainte, devra être appliqué sans restriction à l'instruction primaire, à l'instruction secondaire et professionnelle, et à l'instruction supérieure.

Mise à la portée de tous les citoyens, l'instruction s'imposera d'elle-même et deviendra obligatoire pour tous, par le seul fait de sa nécessité dans toutes les conditions de la vie sociale.

On pourra utilement consulter le Rapport de M. de Talleyrand sur l'instruction publique, présenté à l'Assemblée nationale les **10**, **11** et **19** septembre **1791**; on devra également étudier les systèmes en vigueur aux Etats-Unis, constater le développement qu'y a reçu l'instruction publique, les sommes considérables consacrées à ce service et le rôle important qu'y jouent les femmes en raison de leur aptitude spéciale pour l'éducation.

Troisième question.

Un premier prix de **10 000** *francs. — Deux seconds prix de* **5 000** *francs. — Deux mentions honorables de* **2 500** *francs.*

Etudier l'organisation du crédit la plus propre à développer le travail sous toutes ses formes, et à commanditer les travailleurs de toutes classes.

On étudiera, à ce point de vue, la constitution des banques établies sur le principe de la mutualité qui a produit en Allemagne de si grands résultats, et qui doit procurer aux travailleurs le crédit au meilleur marché possible, en le faisant profiter directement de tous les avantages de la circulation fiduciaire.

On étudiera aussi les moyens d'assurer la réduction successive du taux de l'intérêt et la transformation des rentes perpétuelles en rentes viagères.

Quatrième question.

Un premier prix de **10 000** *francs. — Deux seconds prix de* **5 000** *francs. — Deux mentions honorables de* **2 500** *francs.*

Etudier la réforme des impôts en vue de la simplification, de l'économie des moyens, et de la réduction graduelle et successive des contributions indirectes, notamment des droits de douane et d'octroi destinés à disparaître les premiers.

Le revenu net d'une nation, après un prélèvement de tous les frais de production, étant la seule base, l'unique source de l'impôt, examiner si l'on ne pourrait pas se dégager de toute complica-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion et ramener aux termes les plus simples la perception de l'impôt, en demandant au revenu net les ressources nécessaires aux dépenses publiques, soit au moment de sa formation, soit lorsque, par son accumulation successive, il est passé à l'état de capital et est devenu le fond de la richesse nationale.

On pourrait alors recourir :

Au revenu :

Soit directement par un impôt unique sur l'ensemble des revenus, comme dans certains Etats de l'Europe, soit indirectement, comme en France, sous la forme des quatre contributions directes et de l'impôt sur les valeurs mobilières, en exemptant de cette charge tout prélèvement sur le nécessaire du peuple ;

Au capital :

1° Au moyen de prélèvements gradués sur les successions collatérales ou directes, en dégageant, par compensation, la propriété, dans la mesure des besoins du contrôle de l'Etat et de la garantie des tiers, des droits de mutation, de timbre ou d'enregistrement.

Ces prélèvements devraient être répartis sur plusieurs années, de manière à en atténuer la charge et à apporter le moins de trouble possible dans la jouissance des biens transmis par héritage.

2° Par l'emploi des emprunts pour aider à la réforme des impôts et pour accomplir toute œuvre productive comme celle de l'éducation et celle des travaux publics, en concentrant sur ce mode de placement tous les fonds des caisses d'épargne et de retraite.

Il sera bon de s'inspirer dans cette étude des travaux de Vauban, de Quesnay et de Turgot.

Les Mémoires doivent être adressées, au plus tard, le **31** décembre **1880**, aux bureaux du journal la *Liberté*, à Paris, **146**, rue Montmartre. Ils doivent être accompagnés d'un pli cacheté, contenant à l'intérieur le nom de l'auteur du Mémoire et portant à l'extérieur une épigraphe également reproduite en tête du Mémoire lui-même.

Le caractère éminemment international du concours a fait admettre libéralement à y prendre part tous les étrangers qui peuvent apporter une idée utile et féconde à la solution du grand problème de la misère ; mais tous les concurrents doivent comprendre que, pour que leur œuvre puisse être jugée sainement et impartialement par le jury, il est indispensable qu'elle soit écrite dans la langue familière à la majorité des membres.

Les Mémoires devront donc être essentiellement écrits en français ou du moins traduits en français par les soins de leur auteur.

Néanmoins, si l'auteur n'avait pas les moyens de faire faire cette traduction, il pourra envoyer son travail dans sa langue nationale, mais à la condition d'y joindre, *en français*, une Notice qui en résumera les idées principales.

Sur le vu de cette Notice, le jury décidera, sans toutefois qu'il soit pris aucun engagement à cet égard, si le Mémoire lui paraît assez important pour qu'il en fasse faire lui-même la traduction.

Le jugement du concours aura lieu dans le premier trimestre de l'année **1881**.

Le jury d'examen est composé de :

MM. About, président de la Société des gens de lettres, directeur du journal le *XIXe Siècle*.
Bertrand (Joseph), secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences.
Brisson, vice-président de la Chambre des députés.
Carnot, sénateur.
Charton, sénateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Courcelles-Seneul, conseiller d'Etat.
Dumas (Jean-Baptiste), secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, membre de l'Académie française.
Garnier (Joseph), sénateur, membre de l'Académie des sciences morales et politiques.
De Girardin (Émile), député, directeur du journal la *France*.
Jourde, président du Syndicat de la presse, directeur du journal le *Siècle*.
De Parville, rédacteur scientifique au *Journal des Débats*.
Passy (Frédéric), membre de l'Académie des sciences morales et politiques.
Pereire (Isaac).
Schulze-Delitch, économiste, membre du Reichstag.
Sée (Camille), député.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Notice nécrologique sur M. Alphonse Clément-Desormes, ingénieur. —Vers la fin de l'année 1879, est mort un ingénieur distingué, Alphonse Clément-Desormes, dont le père, bien connu des lecteurs du *Bulletin*, a illustré en son temps la science et l'industrie par de nombreux et remarquables travaux (1).

Alphonse Clément-Desormes était né en 1817. Son grand-père était le physicien Desormes et son père, le chimiste Clément, qui fonda, au Conservatoire des arts et métiers l'enseignement de la chimie appliquée aux arts. Après avoir fait ses premières études scientifiques sous la direction de son père, Alphonse Clément-Desormes les continua, en suivant comme élève libre les cours de l'École polytechnique. Son éducation technique se compléta dans le grand établissement métallurgique de Seraing (Belgique), fondé par John Kockerell, en 1816, et alors l'un des plus importants de l'Europe ; puis il rentra en France et travailla à la construction du chemin de fer de Saint-Germain.

Les chemins de fer étaient alors à leur début, et on n'en prévoyait guère le magnifique développement. Celui de Saint-Etienne à Lyon ayant mis, en 1842, son service de traction en adjudication, Alphonse Clément-Desormes, n'ayant alors que 25 ans, le prit à forfait. Le rabais qu'il avait consenti étant considérable, on se hâta de prédire sa ruine, tandis que, par l'adoption d'un matériel nouveau de locomotives à six roues couplées, appropriées au profil varié de la voie, il donnait, en peu de temps, une si grande extension au trafic, que les actions ne tardaient pas à s'élever à plus du double de leur valeur.

Alphonse Clément-Desormes reconnut bien vite que, pour faire économiquement de

(1) Voy. Notice sur Clément-Desormes, par Payen, *Bulletin* de 1842, 1re série, t. XLI, p. 377.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la traction, il ne suffisait pas d'avoir de bonnes locomotives, mais qu'en raison des réparations fréquentes, il était préférable de pouvoir les construire. De là, la création, en 1847, des ateliers de construction d'Oullins qui, en quelques mois, prirent une importance considérable. Malheureusement les événements de 1848 arrivèrent, et ce n'est que grâce à son énergie et à son désintéressement, que Alphonse Clément-Desormes parvint à traverser la crise sans diminuer son personnel d'ouvriers. Les fatigues physiques et morales qui en résultèrent pour lui, le rendirent malade au point de l'obliger à sortir de cette situation, et c'est alors qu'il vendit ses ateliers à la Compagnie du chemin de fer du Grand-Central.

Une fois sa liberté d'action recouvrée, il tourna ses regards vers les Dombes, où il avait des propriétés et où la question du desséchement le préoccupait vivement. Non content de mettre en culture tous ses étangs, il prêcha l'exemple à ses voisins, en les encourageant même par des primes en argent, et préconisa la création d'un chemin de fer traversant toute la zone insalubre et destiné à y amener des bras et des engrais; c'est cette idée qui, reprise plus tard, a amené la construction du chemin de fer des Dombes et le desséchement du grand marais des Echets.

Maire du Châtelard (Ain), il fit construire des routes à ses frais, y créa une école, un moulin à eau et à vapeur et une importante briqueterie mécanique, où il établit un four à feu continu, modification du four Hoffmann. Par le chaulage des terres, l'introduction de beaux animaux reproducteurs, de machines agricoles, il montra aux agriculteurs encore arriérés de la région tous les progrès de l'agriculture moderne, leur indiquant ainsi les conditions du succès.

Alphonse Clément-Desormes avait vu se réaliser une de ses idées favorites, la construction du chemin de fer de Lyon à Bourg ; mais il voulait encore mieux. Pour rendre la vie à la petite ville de Châtillon-sur-Chalaronne, autrefois centre commercial important, il entreprit de la relier par voie ferrée au chemin des Dombes. Avec sa grande expérience des chemins de fer, il comprit qu'il fallait proportionner le prix d'établissement et d'exploitation de la nouvelle ligne au trafic probable, et c'est ainsi qu'il sollicita et obtint du département de l'Ain la concession d'un chemin de fer à voie étroite (1 mètre de large), allant de Marlieux à Châtillon. Les travaux, commencés à la fin de 1877, furent terminés en 1879. C'est le premier chemin de fer à voie étroite avec matériel spécial, le véritable premier chemin de fer économique ouvert en France.

Cette dernière création, œuvre de prédilection d'Alphonse Clément-Desormes, qui lui avait coûté beaucoup de fatigues, devait être sa dernière œuvre, car il est mort quelquos jours après l'inauguration, foudroyé par une attaque d'apoplexie.

(*Journal de Trévoux*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 23 janvier 1880.

Présidence de M. Dumas, président.

Correspondance. — La famille de M. *Clément-Desormes* (Alphonse) envoie une notice biographique sur cet ingénieur, membre correspondant de la Société pour le comité des arts mécaniques, qui est mort le 17 octobre 1879. (Voy. plus haut un extrait de cette notice p. 169.)

M. *Bourbier*, lithographe, à Saint-Quentin, rue Saint-Jacques, présente une invention qui consiste en un papier grainé, propre au crayon lithographique. (Constructions et Beaux-Arts.)

M. *Cancel* (Henry), ébéniste, rue Geoffroy-Lasnier, 19, présente : 1° un fauteuil mécanique à trois pieds tournant sur son pivot ; 2° une matrice à charger les cartouches. (Arts mécaniques.)

M. *Petit* (Ch.-G.), photographe, rue Bochard-de-Saron, 6, envoie la description d'un procédé de phototypographie pour le concours ouvert par la Société. (Constructions et Beaux-Arts.)

M. *Robert* (Henry) fils, horloger, rue du Faubourg-Saint-Honoré, 86, envoie des renseignements sur l'outillage de l'horlogerie en Europe et en Amérique ; il y joint le *Catalogue raisonné,* qu'il a publié, *des récompenses décernées dans la classe* 26 *de l'Exposition universelle de* 1878, et des *Études sur l'horlogerie à l'Exposition de Paris* 1878, par Adrien Philippe.

M. *Fougerousse* (A.), rue Solférino, 9, envoie un exemplaire de son ouvrage *Patrons et ouvriers de Paris.* (Commerce.)

M. *Jouham* (E.), à Marseille. L'*Intérêt social à propos des tarifs de douanes.* Brochure in-18, 1879.

M. *Cavasier* (P.), ouvrier mécanicien, rue Mazarine, 64, à Paris. Nouvelle lampe à vent, brûlant de l'essence minérale, destinée aux laboratoires de chimistes, aux ateliers de souffleurs de verre et aux soudeurs. (Arts économiques.)

M. *Ch. de Laboulaye*, secrétaire du Conseil, fait hommage à la Société d'une *Notice technologique sur l'invention du gauffrage du papier peint*, écrite au sujet d'un procès en contrefaçon dont il a eu à s'occuper.

M. le *Président* présente une Note de M. *Colladon* (D.), l'un des correspondants de la Société, sur la simplification des appareils audiphones à l'usage des personnes sourdes. (Voir plus haut p. 163.)

Élection d'un membre de la commission des fonds. — L'ordre du jour appelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'élection d'un membre de la Commission des fonds, conformément à la vacance déclarée par le Conseil dans la séance du 9 janvier 1880.

Le candidat présenté par la Commission, et dont les titres ont été examinés par le Conseil en comité secret, est M. THIRION, ingénieur en chef des ponts et chaussées, en retraite.

Un scrutin est ouvert par M. le *Président* et le dépouillement donne au candidat l'unanimité des suffrages.

En conséquence, M. le *Président* proclame l'élection de M. THIRION comme membre du Conseil pour la Commission des Fonds. Conformément à l'art. 25 des statuts, cette élection, faite par le Conseil, sera soumise, dans la prochaine assemblée générale, à la ratification de la Société.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Faïencerie de Gien.* — M. *Dufresne* lit, au nom du comité des constructions et beaux-arts, un rapport sur la faïencerie de Gien.

Les conclusions de ce Rapport, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Une grande pensée sociale.* — M. le *Président* signale au Conseil la proposition suivante qui lui paraît digne de toute l'attention de la Société.

Un citoyen généreux, M. *Isaac Péreire*, met la somme de 100 000 francs à la disposition des concurrents qui auront produit les meilleurs mémoires sur les questions suivantes :

1° Rechercher les meilleurs moyens d'arriver à l'extinction du paupérisme;

2° Rechercher le meilleur système d'instruction publique à tous les degrés;

3° Étudier l'organisation du crédit le plus propre à développer le travail;

4° Étudier la réforme des impôts en vue de la réduction graduelle et successive des contributions indirectes. (Voy. plus haut le programme détaillé p. 166.)

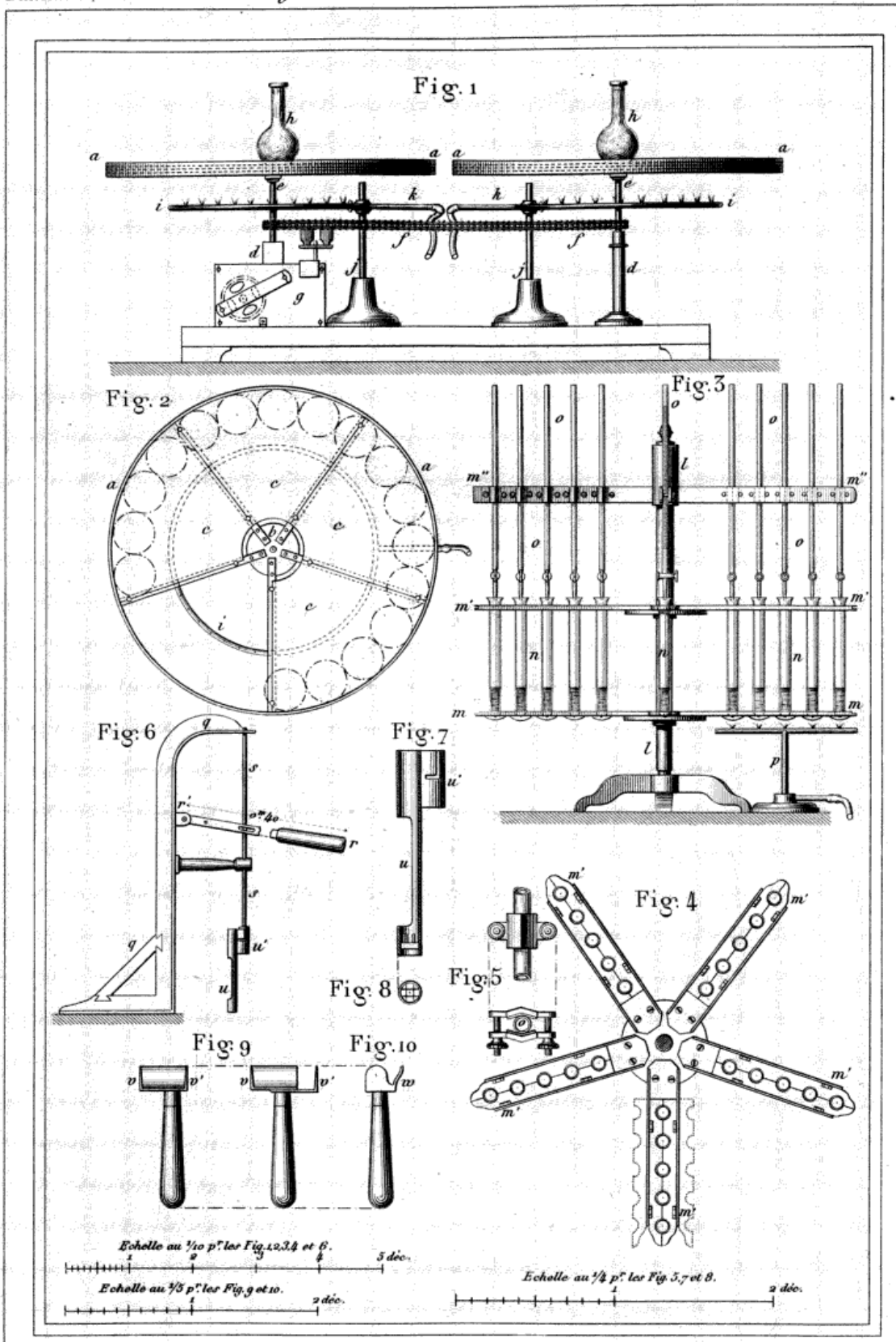
Commerce. — Impôt sur le sucre. — M. le *Président*, fait connaître les vœux exprimés par les fabricants de sucre des départements du nord de la France et propose au Conseil d'examiner si le moment ne serait pas venu de procéder, selon leur désir, à une notable diminution de l'impôt qui pèse sur la fabrication du sucre. (Voy. plus haut p. 127.)

Frein dynamométrique. — M. *Carpentier*, ancien élève de l'École polytechnique, successeur de *Rulmkorff*, fait à la Société une communication sur un perfectionnement important du frein dynamométrique. (Comité des arts mécaniques.)

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société : M. *Lamotte*, à Paris; MM. *Duchesne* frères, maroquiniers, à Paris.

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. R. Taneur, Paris. *Leblanc del. L. Chaumont & Bertrand sc.*

APPAREILS POUR L'ANALYSE DES BETTERAVES, PAR M. OLIVIER LECQ

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

79e année. Troisième série, tome VII. Avril 1880.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. DE LABOULAYE, *sur la* MACHINE A ENCOLLER LES FILS *de* MM. TULPIN *frères, à Rouen.*

Messieurs, la machine à encoller de MM. Tulpin qui a figuré à l'Exposition de 1878, au milieu des nombreuses machines que ces habiles constructeurs fabriquent pour l'industrie des tissus et les impressions, est particulièrement remarquable par ses bonnes dispositions.

On sait avec quelle économie doivent être pratiquées les nombreuses opérations successives qui permettent avec le coton récolté en Asie et en Amérique de fabriquer, par les actions complexes de la filature et du tissage, des calicots qui se vendent au détail 0 fr. 30 c. ou 0 fr. 35 c. le mètre.

C'est une de ces nombreuses opérations que la machine de MM. Turpin a pour but d'effectuer rapidement et à bon marché.

La chaîne ou les fils longitudinaux de la toile de coton doivent recevoir un encollage pour résister à la fatigue qu'ils ont à subir sur le métier à tisser, par les actions incessantes de relèvement et d'abaissement nécessaires pour le passage de la trame.

Cet encollage peut s'obtenir sur la machine à parer où les fils sont séparés par des peignes qu'ils traversent après avoir passé sous des cylindres portant la colle, et où enfin ils sont séchés dans la suite de leur parcours par l'air chaud chassé par un ventilateur placé au milieu des chaînes.

L'emploi de cette machine est trop dispendieux pour la fabrication des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étoffes à bon marché, et diverses machines plus simples ont été combinées pour obtenir plus économiquement l'encollage des chaînes.

C'est en général en les faisant passer en nappes chargées de colle sur des cylindres chauffés à la vapeur que l'on opérait; mais l'action trop rapide d'une température élevée ne permettait pas d'obtenir de bons résultats. MM. Tulpin sont revenus, avec grande raison, à l'emploi de l'air chaud, mais confiné et réchauffé pendant le travail, en évitant le contact des fils et des parois métalliques. Décrivons leur appareil :

Dans une chambre rectangulaire, aussi bien close que possible, affectant la forme d'un parallépipède d'environ 3 mètres de longueur sur 1 m. 20 de hauteur, et d'une largeur plus ou moins grande suivant les laizes de tissu que l'on veut obtenir, sont superposées horizontalement et à $0^m,20$ environ, l'une au-dessus de l'autre, à partir du bas, d'abord trois grandes plaques creuses dans lesquelles la vapeur est admise à des pressions pouvant varier depuis deux jusqu'à cinq atmosphères, suivant les nécessités du séchage, puis deux cloisons pleines en tôle, et au-dessus deux nouvelles plaques creuses semblables aux trois premières.

De même largeur que la chambre et d'une longueur un peu moindre (excepté celle du haut), ces plaques et cloisons ainsi étagées forment, en s'appuyant alternativement à l'une et à l'autre extrémité de la chambre, un circuit continu mesurant vingt et quelques mètres de parcours, clos de toutes parts excepté à son entrée et à sa sortie, et dans lequel l'air et le fil sont introduits par les extrémités opposées.

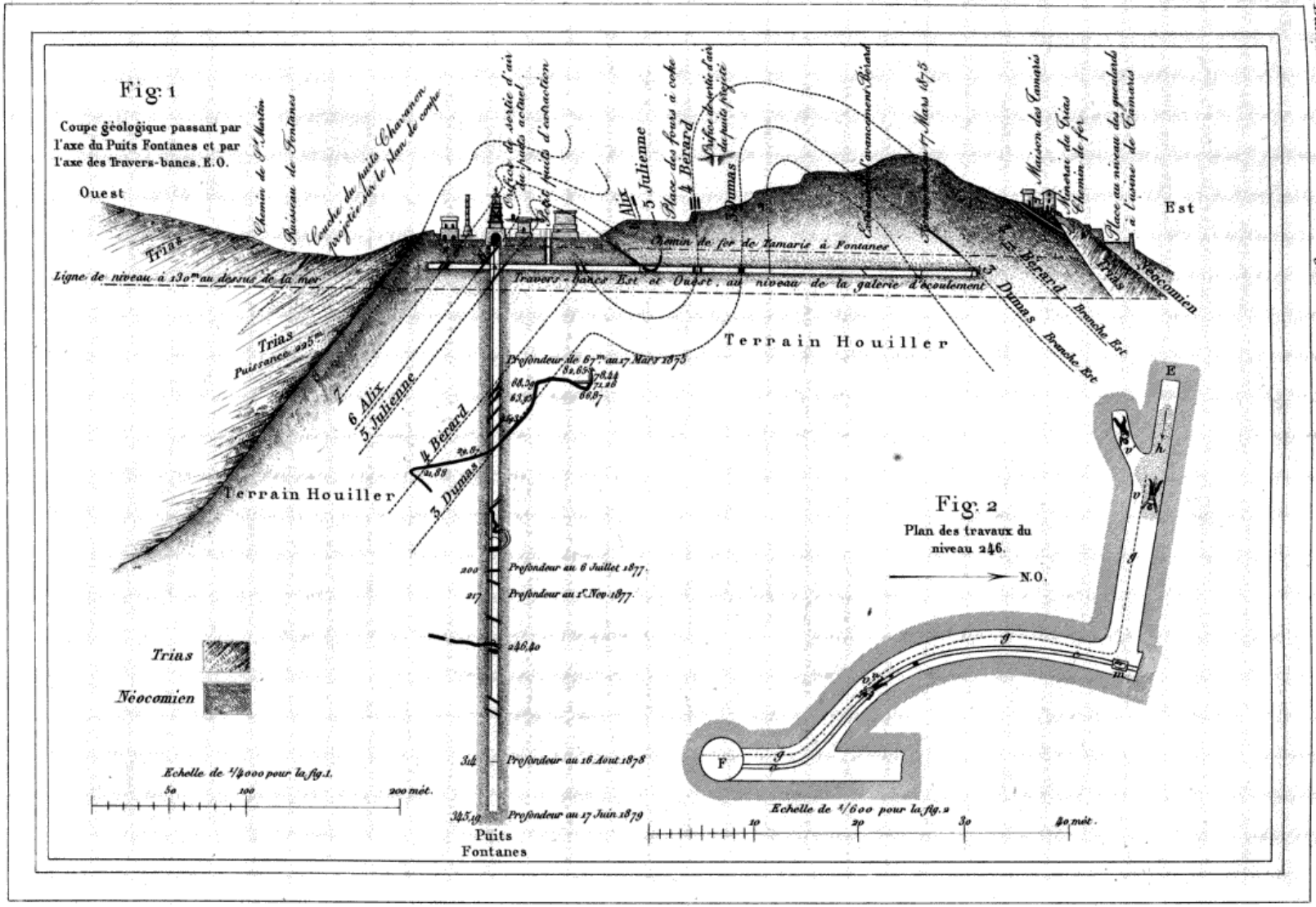
L'air, appelé par un ventilateur d'aspiration placé près du bac à colle, pénètre par le bas de la chambre en avant de la machine, c'est-à-dire du côté de l'enroulage.

Le fil, au contraire, sortant des rouleaux-foulards du bac à colle, entre par le haut et progresse à la rencontre et en sens inverse de l'air. En regard de celle des extrémités de chaque plaque qui n'est pas appuyée contre l'une des cloisons de la chambre, se trouve convenablement disposé, un rouleau de renvoi qui permet le retour du fil en sens inverse de la direction qu'il vient de suivre.

Il y a six de ces rouleaux entre lesquels le fil circule sans pression, et des goussets les entourant semi-circulairement à une certaine distance, facilitent le changement de direction de l'air.

En résumé, la disposition adoptée est telle que le fil et l'air peuvent cir-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. R. Taneur, Paris.

Leblanc del. L. Chaumont et Bertrand sc.

EXPLOSION D'ACIDE CARBONIQUE DANS LA CONCESSION HOUILLÈRE DE ROCHEBELLE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

culer librement et sans interruption dans la chambre — l'air sortant par où le fil entre et entrant par où le fil sort — par conséquent, l'air sec traversant le fil déjà séché, et rencontrant le fil de plus en plus humide à mesure qu'il se charge lui-même de plus d'humidité.

La Société industrielle de Rouen, au *Bulletin* de laquelle nous empruntons cette description, a constaté une production de 1 000 à 1 400 mètres à l'heure suivant le numéro du fil, encollés avec toute la perfection désirable : c'est quatre fois la production de la machine à parer.

Les bons résultats de l'encolleuse de MM. Tulpin sont évidemment dus à l'excellence du système de chauffage par la vapeur agissant sur de grandes surfaces et à l'application de la méthode de déplacement, permettant d'utiliser les propriétés hydrométriques de l'air de la manière la plus favorable.

C'est par l'application bien entendue des principes scientifiques, que l'amélioration des machines opératrices peut ainsi s'obtenir ; c'est la voie qu'avait suivie M. Tulpin père, dans sa machine à griller au gaz, que la Société a couronnée en 1870 (1), et qui est toujours fort appréciée par l'industrie ; c'est en persévérant dans cette voie que les fils Tulpin développent un des établissements les plus estimés de l'industrie rouennaise.

Nous vous proposons :

1° De remercier MM. Tulpin de leur communication ;

2° D'insérer au *Bulletin* le présent rapport avec le dessin de l'encolleuse de leur invention.

Signé : De Laboulaye, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 14 novembre 1879.

---

(1) Voy. 2e série du *Bulletin*, 1868, t. XV, p. 650 et 1870, t. XVII, p. 92.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vue en élévation perspective de l'encolleuse de MM. Tulpin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DE LA PLANCHE 114 REPRÉSENTANT LA MACHINE A ENCOLLER LES FILS DE MM. TULPIN FRÈRES.

Fig. 1. Élévation longitudinale de la machine dont on voit d'autre part la vue perspective d'ensemble.

Fig. 2. Section transversale du bac à colle avec ses agitateurs à palettes.

Fig. 3. Plan à une échelle moindre du même.

Fig. 4. Détail de la distribution de vapeur dans les plaques.

Fig. 5. Coupe suivant X Y de la fig. 4.

a, a, rouleaux-foulards du bac à colle (fig. 1 et 2).

b, bac à colle.

c, c, agitateurs à palettes à plans inclinés (fig. 1, 2 et 3).

d, d, tuyaux réchauffeurs.

e, e..., cloisons formées par cinq plaques creuses, chauffées à la vapeur (fig. 1 et 5).

f, f, cloisons formées par deux tôles pleines.

Les cloisons *e* et *f* constituent, par leur disposition, sept compartiments désignés sur la fig. 1 par les chiffres 1 à 7, et appartenant à une même chambre close A, dans laquelle les fils et l'air chaud se meuvent en sens inverse. Les flèches à un dard placées dans cette chambre indiquent le sens de la marche des fils; les flèches à deux dards indiquent le sens du courant d'air.

g, entretoises des bâtis de la chambre de séchage A; elles servent de supports aux cloisons, et sont munies de goussets destinés à faciliter le changement de direction du courant d'air.

h, rouleaux de conduite des fils dans la chambre A.

i, ventilateur aspirant.

j, verges.

k, peigne extensible.

l, tringles d'embarrage.

m, rouleaux d'appel en rapport direct avec les rouleaux-foulards du bac à colle.

n, friction à double frein montée sur le manchon de l'ensouple.

o, cônes de variation de vitesse générale de la machine.

p, bâti de la chambre de séchage (fig. 4).

q, conduit de vapeur.

r, plaque creuse, désignée par *e* sur la fig. 1 et munie d'un coude *r'*.

s, tubulure en bronze se raccordant, par un assemblage à vis, au coude de la plaque *r*.

t, rondelle formant joint intérieur au caoutchouc contre le fond du conduit *q*.

u, rondelle vissée sur l'extrémité de la tubulure *s* et formant joint extérieur.

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CÉRAMIQUE.

RAPPORT *fait par* M. DUFRESNE, *au nom du comité des Constructions et des Beaux-Arts appliqués à l'industrie, sur les* PRODUITS DE LA MANUFACTURE DE GIEN (*Loiret*).

Messieurs, parmi toutes les industries qui occupent en France de nombreux ouvriers, il est juste d'apporter l'encouragement, l'éloge et la récompense, à celles qui semblent appartenir plus spécialement, par leur nature même, à notre génie français, et constituent, pour ainsi dire, une richesse nationale.

Le goût, l'invention, la grâce, sont depuis plusieurs siècles, il faut heureusement le constater, des qualités qui trouvent naissance et se fécondent facilement sur notre sol.

Un pays peut avoir à sa disposition les matières premières, les forces motrices, les ressources pécuniaires, enfin il peut posséder encore, comme élément de succès, les sécurités que donnent un bon gouvernement et la sagesse de tout un peuple. Il peut avoir une situation géographique favorable. Mais les matières premières s'épuisent, les forces naturelles ont déjà trouvé une puissante concurrence dans les forces scientifiques. Les ressources pécuniaires, comme la sagesse des gouvernements et des peuples, peuvent subir les malheurs des révolutions et de la politique. La France tant qu'elle conservera le goût élégant et pur, l'ornementation variée de ses décorateurs et de ses artistes, trouvera toujours une ressource immense qui peut devenir le principe de sa fortune et de sa réputation ; car il y a dans les dérivations du grand art, une force spiritualiste qui domine tout, et peut échapper même aux revers matériels.

Il faut donc garder nos plus précieux éloges, nos plus grandes récompenses aux principes purs de la science et de l'art, et protéger efficacement toutes les industries qui savent tirer parti d'une matière première peu coûteuse pour en faire un objet de valeur pour ainsi dire immatérialisé.

Le poëte a pu dire, en parlant d'un précieux fragment de Paros « Sera-t-il Dieu, table ou cuvette ? » Comme le marbre, la plus grossière argile, sait prendre toutes les formes du génie et du goût. Elle peut devenir plus précieuse que le Paros lui-même, moins froide que lui, elle sait prendre les harmonies des plus éclatantes couleurs, et braver l'injure du temps sous un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

émail qui défie tous les climats et tous les siècles. Ainsi, pouvoir manufacturer le goût, battre monnaie avec la grâce, varier la forme, trouver une palette nuancée jusqu'au brillant des métaux ; rendre la chose utile, agréable ; la chose de luxe commode, et relativement bon marché, c'est une science que la céramique française sait encore réaliser, et je signale aujourd'hui, Messieurs, à toute votre attention, les magnifiques établissements de Gien, comme une de nos gloires, un de nos mérites patriotiques, et je vous prie de garder dans votre souvenir le nom de M. Geoffroi comme le nom d'un des hommes qui a le plus contribué au succès de la manufacture de Gien.

En 1820, M. Hall qui, précédemment, avait été l'un des fondateurs de la manufacture de Montereau, créait les fabriques de Gien, sur les bords de la Loire, dans les bâtiments d'un ancien couvent. Là, dès l'origine, on fabriqua la faïence fine de composition analogue aux faïences anglaises, qui portaient alors le nom de porcelaines opaques. Mais si, dès cette origine, les produits de Gien se distinguaient par leur blancheur, ils étaient loin de posséder la solidité de la pâte, la dureté de l'émail, inconnues à cette première époque, qu'on a pu obtenir depuis, et qui permettent à la faïence actuelle d'occuper une place égale à celle de la porcelaine pour les usages domestiques.

La fabication de Gien comprend deux branches bien distinctes pour des produits d'une valeur également différente, quoique la pâte et la qualité de l'émail en soient absolument les mêmes.

L'une de ces branches, la plus ancienne, la plus importante peut-être, comprend la fabrication des articles d'utilité domestique, blancs, imprimés, à filets, décorés de grosses fleurs largement faites au pinceau.

Ce n'est qu'en 1856, que prend naissance la seconde branche de fabrication, aujourd'hui en pleine prospérité à Gien (celle des produits artistiques), c'est à cette date qu'il faut signaler l'apparition des premiers services de table imitant le vieux Rouen, et c'est là que nous retrouvons le nom de M. Geoffroi.

Le succès qui a couronné ces premiers essais, a engagé le directeur à les pousser plus loin, et à imiter les faïences de Delft, de Moustiers, de Marseille, de *Medeerviller* et d'Italie.

L'Exposition de 1867 récompensa des tentatives si heureuses ; depuis cette époque, les débouchés se multiplient, la vogue augmente sans cesse, et aux imitations précédentes il faut ajouter le succès d'imitations nouvelles. C'est tout l'Orient qu'on copie, les anciennes faïences de Perse, de Chine et du Japon ; les émaux cloisonnés, les craquelés, les émaux au fond de turquoise

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rehaussés d'or, les bleus de Sèvres, les peintures sur cru avec la barbotine, n'ont plus de mystère pour Gien ; en un mot, il n'est pas un genre de faïence ancienne ou moderne qui ne se fasse couramment dans ces belles fabriques; aussi, en 1878, la médaille d'or est-elle venue sanctionner la faveur du public.

Cependant les productions nouvelles n'ont jamais fait négliger les faïences ordinaires dont la fabrication a pris, chaque année, une importance plus considérable.

Depuis sa fondation, la manufacture de Gien avait dû continuellement ajouter de nouvelles constructions à celles qu'avait créées M. Hall, et cependant les demandes, toujours croissantes de clientèle, les rendaient insuffisantes, de telle sorte que en 1866, les actionnaires et les directeurs firent raser l'ancienne usine pour en construire une nouvelle mieux installée et beaucoup plus vaste.

L'usine actuelle, commencée en 1866, possède l'outillage le plus parfait, et la force dont elle dispose est de deux cent vingt chevaux. Tout se fait à la fabrique, qui renferme d'immenses ateliers pour le broyage des matières premières servant à la composition des pâtes ; c'est-à-dire du silex, du sable, du feldspath et du Cornwal-stone, pour le broyage et la fabrication des émaux et des couleurs, pour la préparation des pâtes; l'usine possède des installations pour les ouvriers faïenciers, ébaucheurs, tournasseurs, garnisseurs, mouleurs d'assiettes, mouleurs en creux, sur bosse, etc., des ateliers d'imprimerie et de peinture, de modeleurs, d'autres pour les couleurs, les moules, les graveurs, les gazettiers, des fours de biscuit, d'émail moufles, d'évaporation et de cuisson et tous les services accessoires.

Enfin, outre ces ateliers spéciaux à la fabrication de la faïence, la manufacture compte un grand nombre de mécaniciens, forgerons, charpentiers, menuisiers, maçons, qui résident dans les bâtiments de la manufacture avec tout ce qui est nécessaire pour l'entretien du matériel et des bâtiments.

Puis les directeurs se sont justement préoccupés de veiller aux intérêts moraux et matériels d'un nombreux personnel des deux sexes, et de nombreux enfants. La fabrique compte, environ, un millier d'ouvriers.

Ces vigilants directeurs ne se sont pas bornés à établir une société de secours mutuels pour les ouvriers malades, à fonder une réserve de 10 pour 100 des bénéfices nets qui sont distribués, chaque année, aux employés et aux ouvriers les plus méritants.

En bons administrateurs, ils ont pensé que, pour avoir un jour de bons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ouvriers, des femmes habiles et honnêtes, il fallait songer d'abord à l'enfance, et préparer l'avenir en créant de bonnes écoles pour les garçons et pour les jeunes filles; celles-ci sont instruites par des religieuses qui les élèvent en même temps qu'elles leur donnent les leçons de toutes sortes, nécessaires à leur condition.

La faïencerie couvre aujourd'hui une superficie de 50 000 mètres carrés, et possède encore des dépendances considérables. Plus de 25 000 kilogrammes de faïence partent chaque jour de la manufacture qui compte au moins, parmi ses mille ouvriers, deux cents peintres. La fabrication des assiettes atteint, à elle seule, le chiffre de cinquante mille pièces par jour. L'exportation entre pour une part de plus en plus grande dans les débouchés de Gien qui, depuis quelques années surtout, fait une concurrence très-sérieuse et très-patriotique sur tous les marchés étrangers.

Les argiles plastiques qui sont employées dans la manufacture, viennent de la Nièvre et de la Champagne ; les kaolins, de l'Allier ; le feldspath, de l'Auvergne, les terres à gazette viennent de Montereau.

L'activité de cette grande usine met donc, chaque jour, en mouvement un grand nombre de bras, devient le centre d'un grand commerce, et concourt, pour une large part, aux progrès de notre industrie nationale.

La faïencerie de Gien a obtenu, à toutes les Expositions universelles, des médailles de bronze, d'argent et d'or, de nombreux diplômes.

Je crois donc qu'il est de mon devoir, comme membre du comité des beaux-arts appliqués à l'industrie, de signaler à l'attention du Conseil la fabrique de Gien.

Mais je dois ajouter, pour être juste, que c'est sous la direction de M. Geoffroi, que Gien a fait la première reproduction des faïences de Rouen, environ en 1852.

Depuis cette époque, et presque jusqu'à l'Exposition dernière, le concours dévoué de M. Geoffroi, sa vigilance, son goût parfait, sont les éléments les plus véritables du succès dans cette fabrication ; il est donc indispensable que son nom figure dans ce Rapport, quand il est question d'éloge et de reconnaissance publiques pour la manufacture de Gien.

Signé : Henry Dufresne, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 23 *janvier* 1880.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHEMINS DE FER.

SUR LA SITUATION ACTUELLE DES TRAMWAYS DANS LE DÉPARTEMENT DE LA SEINE ET SUR LES RÉSULTATS DE L'EXPLOITATION DES DIFFÉRENTES LIGNES, PAR M. ROUSSELLE, MEMBRE DU CONSEIL.

La Société d'encouragement n'a sans doute pas oublié la communication que j'ai eu l'honneur de faire devant elle, le 27 juillet 1877 (1), au sujet des tramways de la ville de Paris et du département de la Seine. A cette époque, l'on se hâtait de construire les lignes qui devaient permettre au public d'accéder facilement à l'Exposition universelle et l'on pouvait calculer que, pendant cette grande solennité industrielle, Paris et sa banlieue disposeraient de 180 kilomètres de tramways susceptibles de voiturer chaque jour 250 000 et peut-être 300 000 voyageurs.

Cette prévision a été dépassée. A la fin de 1878, le réseau des tramways du département de la Seine comprenait 182 kilomètres, composant 37 lignes distinctes. Plusieurs de ces lignes ayant des parties communes, les voitures parcourent en réalité 229 kilomètres. Le nombre de voyageurs s'est élevé pour l'année à 125 660 000. Il correspond à une moyenne de 344 270 voyageurs par jour et, comme pendant certains jours fériés l'affluence dépasse beaucoup la quantité normale, l'on n'exagère pas en disant que pendant ces journées exceptionnelles, 500 000 personnes se servent des tramways.

Toutes les lignes n'ont pas une prospérité égale. Les meilleures sont celles qu'exploite la Compagnie des Omnibus et qui traversent le centre de Paris. Ainsi la recette journalière moyenne des voitures est : sur la ligne de Montrouge à la gare de l'Est, 177 fr. 07 ; sur la ligne de St-Ouen à la Bastille, 162 fr. 25 ; sur la ligne de La Chapelle au square Monge, 161 fr. 32; sur la ligne des Halles à Vincennes, 158 fr. ; sur la ligne de la Villette au Trocadéro, 142 fr. 71; sur la ligne de la Bastille au quai d'Orsay, 134 fr. 96 ; enfin sur la ligne de la place Walhubert à la place de l'Alma, 115 fr. 93.

Les résultats obtenus par l'exploitation des deux lignes qui se développent sur les boulevards Saint-Michel, de Sébastopol et de Strasbourg est digne de

(1) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 235.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fixer l'attention. Ces lignes fournissent ensemble un revenu journalier moyen de 7 180 fr. L'intérêt du capital engagé dans la construction des voies ferrées est presque négligeable en présence d'une pareille recette. Les lignes de la banlieue donnent des résultats moins brillants, non-seulement parce que l'affluence des voyageurs est moindre, mais surtout parce que les voyageurs se renouvellent beaucoup moins. Les meilleures lignes sont celles qui desservent Courbevoie et Suresnes, Vitry, Pantin, Aubervilliers, Charenton. Les recettes journalières par voiture varient, pour ces lignes, de 100 francs à 110 francs.

En présence des services importants que les tramways rendent au public, l'administration ne pouvait manquer de développer ce moyen de locomotion. Une délibération du Conseil général de la Seine a réclamé l'étude de dix-huit lignes nouvelles, destinées principalement à faciliter l'arrivée des populations suburbaines jusqu'au centre de Paris.

Le matériel roulant s'est peu modifié depuis 1877. Cependant la Compagnie des Omnibus, qui avait dû réduire de 48 à 47 le nombre des voyageurs admis dans chaque voiture, à cause de l'obligation qui lui avait été imposée de n'accepter que 5 personnes sur les plates-formes, a modifié l'agencement des escaliers de manière à trouver 2 places de plus sur l'impériale et une place sur la plate-forme. Chaque voiture peut ainsi contenir 50 voyageurs. Le poids mort du véhicule n'est pas modifié, mais la charge à remorquer par les chevaux est augmentée de 180 kilogrammes environ. L'on verra que cet accroissement a pu se faire sans imposer aux attelages une fatigue excessive.

La traction à l'aide de machines à vapeur a continué sur quelques lignes, mais sans progrès bien sensibles. Les voies de fer n'ayant pas été construites avec assez de stabilité pour supporter des locomotives et ces locomotives étant soumises à un travail excessif, il s'est produit des irrégularités de service et des accidents qui ont décidé l'administration à n'autoriser la traction mécanique des voitures de tramways qu'à la suite d'enquêtes de *commodo et incommodo*. L'essai le plus intéressant de traction mécanique est celui qui se poursuit encore entre le rond-point de l'Étoile et le pont de Courbevoie. Une locomotive, construite dans les ateliers de Winterthur (Suisse), remorque deux voitures contenant chacune 47 voyageurs. Ces petits convois rendent de grands services pendant les heures où le public afflue.

Dès l'origine de l'installation des tramways, il a été constaté qu'un attelage de deux chevaux peut traîner sur les rails 48 voyageurs avec une fatigue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sensiblement égale à celle qu'exige la traction, sur le pavé, d'un omnibus ordinaire contenant 28 voyageurs. Voulant comparer avec précision le travail réel produit par les chevaux dans les deux cas, la Compagnie des Omnibus a fait, à l'aide du dynamomètre, des expériences qui offrent un véritable intérêt et qui ont été poursuivies avec un grand soin.

Les essais ont été faits sur la ligne de Montrouge à la gare de l'Est, qui présente des parties presque horizontales et des inclinaisons s'élevant jusqu'à $0^{m},028$ par mètre. Le dynamomètre a été successivement placé sur un omnibus ordinaire avec charge complète, c'est-à-dire pesant 3 600 kilogrammes, et sur une voiture-tramway portant également charge entière, c'est-à-dire pesant 6 000 kilogrammes. Les parcours ont été effectués successivement dans les deux sens entre les deux terminus séparés de 6 368 mètres, et ils ont été faits avec des vitesses semblables, pour les deux véhicules : en 44 minutes, de Montrouge à la gare de l'Est, et en 51 minutes en sens inverse. Un cheval de renfort a été attelé, dans les deux cas, sur la pente qui existe entre le boulevard Saint-Germain et la rue Soufflot.

Les indications du dynamomètre ont permis de noter l'effort moyen par seconde sur chaque fraction du parcours, le travail en kilogrammètres par cheval, enfin le rapport de l'effort moyen de traction au poids de la voiture chargée ou, ce qui revient au même, l'effort correspondant à la traction d'une tonne de 1 000 kilogrammes.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Omnibus ordinaire. Le travail de chaque cheval, par seconde, dans le sens de Montrouge à la gare de l'Est, a varié de 124 kilogrammètres 88 à 66 kil.,85. La moyenne a été de 85 kil.,09. Dans le sens inverse, il a varié de 138 kil. 48 à 50 kil. 54. Moyenne, 80 kil. 42. La moyenne des deux moyennes est 82 kil. 76.

Voitures-tramways. Dans le sens de Montrouge à la gare de l'Est, le travail d'un cheval a varié de 83 kil. 88 à 10 kil. 12. La moyenne étant 54 kil. 92. En sens inverse, il a varié de 121 kil. 66 à 41 kil., 76; la moyenne étant 74 kil., 54. La moyenne des deux moyennes est 64 kil. 73.

La comparaison de ces chiffres montre que le travail moyen d'un cheval est sensiblement moindre quand il remorque une voiture de tramway que lorsqu'il traîne un omnibus ordinaire. Cependant les indications du dynamomètre démontrent que, si l'on considère l'effort au démarrage, l'avantage est, sur ce point spécial, acquis aux omnibus.—Cet effort varie, en effet, de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

200 kil. à 350 kil. pour les omnibus, tandis qu'il est de 280 kil. à 500 kil. pour les voitures-tramways. La Compagnie explique cette différence en supposant que l'avant-train des omnibus constitue une sorte de bras de levier qui aide au démarrage. Quoi qu'il en soit, l'effort considérable qu'exige la mise en mouvement des voitures-tramways contribue dans une proportion importante à la fatigue des attelages et justifie l'espèce de pression, assez légère du reste, qui est exercée sur le public pour faire monter et descendre les voyageurs sans qu'il y ait arrêt complet des véhicules.

En traçant sur le profil en long de la ligne de tramway dont il s'agit des suites de lignes horizontales représentant, par chaque tronçon du parcours, l'effort moyen par tonne remorquée, on obtient deux traits continus correspondant, l'un à l'omnibus ordinaire, l'autre à la voiture-tramway, et la surface limitée par ces deux traits est proportionnelle au travail que l'établissement des rails épargne à l'attelage. Ces diagrammes sont intéressants à consulter. Leurs résultats généraux sont les suivants :

Dans le sens de Montrouge à la gare de l'Est, l'effort moyen est : pour l'omnibus, 18,76; pour la voiture-tramway, 7,02. Dans l'autre sens, l'effort moyen est : pour l'omnibus, 19,35 ; pour la voiture-tramway, 11,17.

En combinant les moyennes, on a, pour l'omnibus un effort de 19,06 par tonne, et pour la voiture tramway un effort de 9,10. Autrement dit, l'effort moyen de traction de l'omnibus en route est $3{,}600 \times 19{,}06 = 68$ kil. 62, et le même effort pour la voiture-tramway est $6{,}000 \times 9{,}10 = 54$ kil. 60. Ces chiffres s'appliquent bien entendu à la ligne de tramway considérée et seraient modifiées s'il s'agissait d'une ligne ayant un profil différent ; quoi qu'il en soit, ils ont paru démontrer que l'on peut, sans excéder le travail ordinaire des attelages, augmenter le poids utile des voitures tramways en y ajoutant, comme il est dit plus haut, trois places de voyageurs. De cette manière, les attelages des omnibus remorqueront avec un travail, sinon moindre, au moins égal au plus, des poids utiles augmentés dans la proportion de 50 à 28.

Il était intéressant de comparer les résultats fournis par le dynamomètre avec les indications de la théorie. Ordinairement, quand on calcule l'effort à faire pour remorquer des véhicules sur des rails creux, on compte 7 kil. par tonne pour le frottement sur la voie supposée horizontale, on ajoute 0 kil. 50 ou 1 kil. pour le frottement de l'essieu sur les boîtes; enfin on ajoute ou on retranche 1 kil. par millimètre d'inclinaison de la rampe ou de la pente. La

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

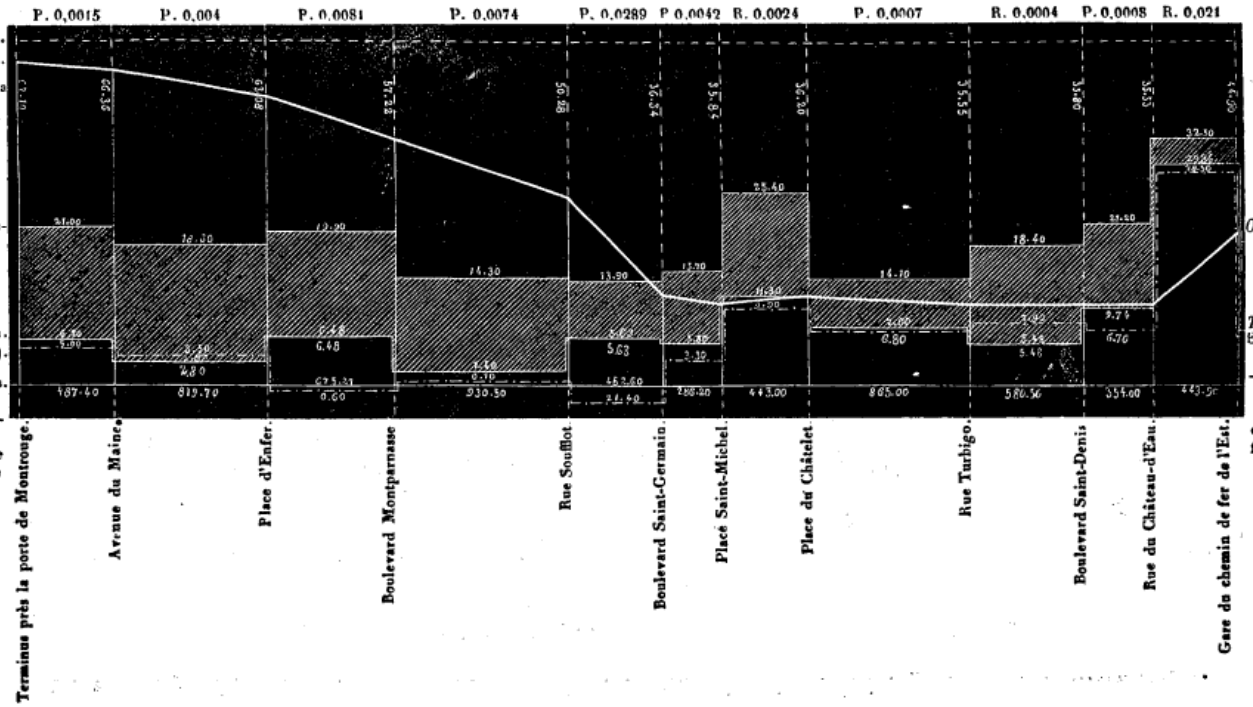
comparaison des chiffres donnés par cette formule avec ceux qui ont été fournis par le dynamomètre fait reconnaître qu'il y a presque concordance dans les parties du tracé qui s'éloignent peu de l'horizontale. Dans les rampes, l'effort constaté est moindre que celui qui est donné par la théorie. Dans les pentes, le contraire se produit et l'on constate même que l'effort augmente avec l'inclinaison. Cette anomalie s'explique facilement. Dans les pentes un peu rapides, en effet, le cocher doit serrer le frein pour empêcher l'accélération de la vitesse. L'attelage est, en conséquence, forcé de produire à de courts intervalles des efforts de démarrage qui équivalent à un travail important. Le même effet ne se produit pas quand l'inclinaison est assez faible (0m,004 à 0m,008, par exemple) pour que l'accroissement de la vitesse ne soit pas à redouter. C'est dans ce cas que le dynamomètre indique l'effort le plus faible.

Les diagrammes obtenus par la Compagnie des Omnibus permettent aussi de reconnaître les points du tracé d'un tramway sur lesquels l'attelage est astreint à faire un travail excessif. Avec cette indication l'on corrige les imperfections qui ont pu être commises dans la pose de la voie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tramways de Paris. — Parcours de la porte de Montrouge à la gare de l'Est.

Diagramme des efforts de traction. — Comparaison avec les omnibus ordinaires.



Omnibus ordinaire. Effort moyen pour l'ensemble du parcours 18,76.

Tram. Eff. moy. p. l'ensem. du parc. 7,02. Effort moyen théorique 6,95 (2).

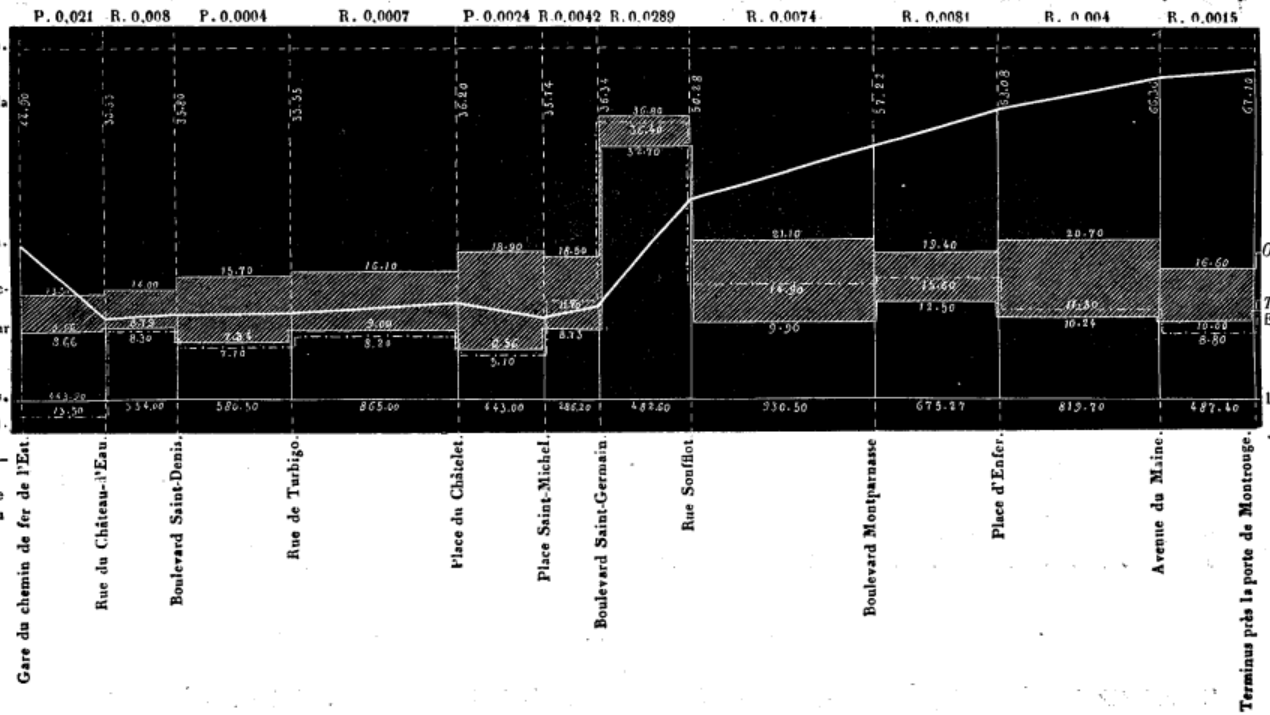
(1) Cet effort est calculé par la formule $E = 7\,k,5 \pm 1\,k \times i$; i étant la rampe ou la pente en millimètres.

(2) Cette moyenne calculée sans tenir compte des fractions du parcours où la formule donne des efforts négatifs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tramways de Paris. — Parcours de la gare de l'Est à la porte de Montrouge.

Diagramme des efforts de traction. — Comparaison avec les omnibus ordinaires.



Omnibus ordinaire. Effort moyen pour l'ensemble du parcours 19,35.

Tram. Ef. moy. p. l'ensemb. du parc. 11,17. Effort moyen théorique 12,73 (2).

Longueur cumulée 6 368^{m},07.

(1) Cet effort est calculé par la formule $E = 7^{k},5 \pm 1^{k} \times i$; i étant la rampe ou la pente en millimètres.

(2) Cette moyenne est calculée sans tenir compte des fractions du parcours où l'application de la formule donne des efforts négatifs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Discussion.

M. Hervé Mangon a posé à M. Rousselle les deux questions suivantes :

1° Les expériences relatées dans la communication paraissent établir que les attelages des voitures-tramways ont une fatigue moindre que ceux des omnibus ordinaires ; mais ces expériences ont été faites en imprimant aux deux espèces de véhicules des vitesses égales. Or, dans la pratique journalière, les voitures-tramways n'ont-elles pas une vitesse supérieure ? Il pourrait en résulter un travail plus grand pour les attelages de ces voitures ;

2° S'il y a une économie importante à l'égard des frais de traction, sur les rails des tramways, l'entretien de ces rails ne constitue-t-il pas une charge permanente qui compense cette dépense ?

M. Rousselle a répondu :

Sur le premier point, que la marche des tramways, dans Paris au moins, n'est pas réglée avec une vitesse supérieure à celle des omnibus et que, de ce chef, la fatigue des attelages ne lui paraît pas augmentée.

Sur le deuxième point, que l'entretien des rails est, en effet, une charge de l'exploitation et qu'il s'y ajoute une charge plus lourde encore imposée à presque toutes les compagnies de tramways en France : celle de l'entretien du pavage. A Paris, ce dernier entretien s'applique, pour moitié, à la partie de chaussée comprise entre les rails, et à 0,32 à droite et à gauche. Les frais qui, pour ce motif, incombent aux Compagnies, sont fort lourds et dépassent beaucoup ceux de l'entretien des rails. Ces derniers ne sauraient être, pour le moment, justement appréciés, toutes les voies de tramways étant presque neuves.

Les charges dont il s'agit sont, en tous cas, notables et peuvent peser lourdement sur les entreprises, quand les tramways sont peu fréquentés ; mais, quand les revenus sont considérables, comme sur les lignes du centre de Paris, elles n'ont, relativement qu'une assez faible importance.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878.

LA MÉTALLURGIE A L'EXPOSITION DE 1878, PAR M. LAN, INGÉNIEUR EN CHEF DES MINES (1).

§ V. — *Divers modes d'essais des fers et aciers ; leur classification.*

Si jamais la métallurgie, la sidérurgie surtout, a pu se définir l'*art de fabriquer*

(1) Voy. cahier de *Février* 1880, p. 99.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des alliages métalliques, c'est aujourd'hui. Il est certain que, même aux temps déjà reculés de la fabrication exclusive au combustible végétal, il sortait des forges des produits de qualités les plus diverses sous le nom de *fers doux;* mais alors les usines étaient groupées par régions naturelles autour de gisements de minerais d'une nature déterminée et à peu près constante pour un même groupe. Il pouvait bien y avoir, dans les usines d'une région, des nuances de qualités tenant à quelques nuances de composition et de richesse des minerais, ou bien à quelques variantes dans les procédés de fabrication ; mais le consommateur savait à quoi s'en tenir sur la valeur des marques *Bourgogne*, *Berry*, *Franche-Comté*, etc. ; il n'avait pas besoin de longues épreuves pour définir la nature du produit qu'il achetait et les emplois auxquels il convenait.

Les forges au combustible minéral vinrent ensuite s'établir le plus souvent sur les gisements de combustible, à une époque de communications déjà plus faciles et permettant des approvisionnements plus variés de matières premières ; les procédés eux-mêmes comportaient des variantes plus nombreuses. La classification de qualités par les noms de *groupes* ou de *régions* devenait déjà moins sûre ; à part quelques rares usines, jalouses de conserver leur marque, et qui pour cela maintenaient soigneusement la constance de leurs matières premières et de leurs formules de travail, la plupart des forges livraient au consommateur des produits qu'il ne pouvait plus accepter ou employer qu'après des essais chaque jour plus multipliés.

Ce que nous disons là des fers proprement dits (barres simples ou profilées, tôles, fils) s'applique également aux fontes et aux aciers de forge, puddlés, cémentés ou fondus, dans une moindre mesure pourtant, du moins en ce qui concerne les aciers, qui supportaient moins que les autres produits la médiocrité dans le choix des matières premières.

L'introduction des nouveaux procédés de fabrication des alliages fondus a bien autrement accru les difficultés de la classification des fers et aciers. Et d'abord, de ce qu'à l'origine ces procédés ont visé spécialement la production de l'acier fondu, on a pris l'habitude de qualifier d'*aciers* tous les produits fondus qu'ils ont donnés depuis dix ans. Or, chacun sait que, parmi ces produits, il en est dont la composition et la plupart des propriétés rappellent les fers et nullement les aciers. En second lieu, la facilité que donne, notamment la fabrication sur sole, de varier les dosages et, par suite, la composition et les propriétés des alliages, crée au consommateur l'obligation de faire des vérifications sans fin sur la qualité et, bien souvent aussi, d'apprendre à modifier ses procédés dans l'emploi de métaux si divers, si difficiles à manier.

C'est pour remédier à la confusion qui régnait sur le premier point que, à l'Exposition de Philadelphie, un comité international essaya de définir les fers et les aciers, soudés ou fondus ; malgré des résistances qui s'expliquent mal, les décisions de ce comité seront, nous n'en doutons pas, peu à peu acceptées par tous, car elles sont rationnelles et simples, et tout le monde, producteurs et consommateurs, a intérêt à voir clair dans cette première question.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A propos du second point, et pour ne parler d'abord que de la qualité à froid des fers et des aciers, beaucoup d'industriels eussent désiré voir de même sortir de l'Exposition internationale de 1878 une classification uniforme qui pût remplacer les nombreuses classifications particulières qu'on observait d'un exposant à l'autre.

On a récemment proposé de prendre comme éléments de classification :

1° La résistance à la rupture, mesurée en kilogrammes par millimètre carré ;

2° La réduction de section au point de rupture.

Ces bases, en apparence plus simples, ne sont pas plus faciles à déterminer que celles sur lesquelles sont fondées les classifications qui figuraient, soit à Paris en 1878, soit à Vienne, soit à Philadelphie, quelques années auparavant, et même déjà à Paris en 1867, c'est-à-dire : limite d'élasticité, résistance à la rupture, allongement pour 100 de la longueur primitive du barreau d'essai.

Quelle que soit la base qu'on prenne, la classification par les essais à la traction présente des inconvénients qui ont été signalés par beaucoup d'expérimentateurs, et que, dans un livre excellent, M. Lebasteur a analysés récemment avec beaucoup de sagacité (1), en montrant quels soins il convient d'apporter dans des expériences, si simples en apparence, pour obtenir des chiffres exacts et surtout comparables entre eux,

Mais, à supposer qu'on parvienne à ces chiffres exacts et comparables entre eux, le classement des qualités à l'épreuve à froid par traction, sur un barreau d'essai, présente d'autres défauts encore plus graves. D'abord, on n'est jamais sûr que ce barreau, de dimensions réduites, tiré d'une pièce plus ou moins volumineuse, qui a souvent subi inégalement l'action de la chaleur, dont les diverses parties ont été plus ou moins travaillées mécaniquement, on n'est pas sûr que ce barreau représente bien la qualité moyenne de cette pièce. En second lieu, l'essai statique par traction ne rend pas assez compte de la façon dont le métal se comportera à l'état dynamique, c'est-à-dire quand ses molécules seront soumises à des chocs ou à des vibrations suffisamment intenses. Peut-être, en multipliant les prises d'essai, c'est-à-dire le nombre de barreaux pour une même pièce, on peut amoindrir le premier de ces deux défauts; mais le second est plus sérieux. Citons quelques exemples qui en montreront bien la portée.

Prenons d'abord le cas du fer doux :

Chacun sait que certaines barres, résistant parfaitement et avec allongement même considérable à l'essai par traction, donnent, au contraire, au choc, des résultats plus que médiocres; souvent il suffit d'une entaille légère sur une barre de cette sorte pour ensuite, sous un choc très-modéré, déterminer la rupture au point entaillé. Ces faits

(1) *Les métaux à l'Exposition universelle de* 1878 (Paris, Dunod, éditeur), par M. Lebasteur, ancien ingénieur de la marine, ingénieur de la Compagnie des chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne s'observent pas seulement sur des fers phosphoreux, comme on l'a dit quelquefois ; nous les avons constatés souvent sur certains fers retenant 2 ou 3 millièmes de silicium et 1 ou 2 millièmes de carbone, et peut-être des traces indosables de métaux terreux, de soufre et de phosphore, comme on en obtient par le puddlage de fontes blanches ou truitées, faites au coke et à l'air chaud, avec des minerais alumino-siliceux. Il semble que ces fers ou ces alliages ferreux possèdent, si l'on peut ainsi parler, une *mobilité moléculaire* qui les rend particulièrement faciles à écrouir ; le point de la barre sur laquelle se donne le coup de ciseau ou de burin, pour faire la légère entaille dont il vient d'être parlé, détermine là un écrouissement local, c'est-à-dire la fragilité qu'on observe souvent au plus petit coup de marteau.

Un fait analogue, quoique d'un ordre différent, s'observe dans la fabrication des plaques de blindage pour navires de guerre. Ce que l'on a surtout demandé jusqu'ici à ces produits, c'est de résister au choc des projectiles sans se fendre ni se fissurer. Un fer doux, donnant le maximum d'allongement à l'essai par traction est la matière première qui, si la plaque est convenablement soudée d'ailleurs, semble la mieux appropriée au but qu'on se propose. Or, qu'on prenne ce fer le plus doux, le plus ductile, mais qu'au lieu de le préparer avec des fontes au bois faites avec des minerais purs, manganésés, on l'ait tiré de fontes au coke et à l'air chaud, même faites avec les mêmes minerais, on s'exposera à des échecs à peu près certains au tir d'essai. Et cependant, non-seulement l'épreuve à la traction donnait, pour les deux fers, des résultats à peu près identiques, mais encore l'analyse chimique ne constatait dans le second que des traces un peu plus sensibles de matières étrangères. Mais un fait semble constant : le fer de fonte au coke à l'air chaud paraît moins *réfractaire* que le fer de fonte au bois, à égalité de soins dans l'affinage. Étant données la haute température et la longueur du réchauffage que doivent supporter ces énormes paquets (de 2 à 5 mètres cubes et plus) avant d'aller au martelage ou au laminage, on conçoit que la différence de réfractibilité se traduise, pour la plaque en fer au coke, après refroidissement, par une texture d'un grain cristallin grossier (grain de fer écroui). La trempe et le recuit qui suivent le laminage ou le martelage de la plaque pourront bien ramener ce grain au nerf, tout comme dans la plaque en fer au bois ; des barreaux d'essai à la traction, pris dans le sens du laminage, pourront bien donner encore les mêmes résultats dans les deux cas ; mais au tir, on peut être à peu près sûr que la plaque au coke se comportera moins bien que la plaque au bois.

Le fer au bois lui-même n'échappe pas à cette sorte d'écrouissement par la chaleur. Si l'on a, surtout dans les plaques de forte épaisseur, chauffé trop fort, la masse de la plaque prend par refroidissement lent, surtout si elle a été finie chaude au laminoir, une texture à grain plus ou moins gros que la trempe et le recuit ne ramènent pas toujours complétement au nerf. Dans ce cas, le fer au bois, tout en conservant une résistance et un allongement élevés à l'essai par traction, se fissurera ou se fendra au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tir presque comme le fer au coke : conséquence encore ici d'une *mobilité moléculaire* acquise par l'échauffement à une température voisine du point de fusion (1).

Qu'on applique les observations qui précèdent aux nombreux produits en fer soudé qui sortent encore des forges, et l'on admettra avec nous qu'il y a, pour cette première sorte d'alliages ferreux, des propriétés mécaniques à froid, dont l'essai à la traction, même débarrassé de ses nombreuses chances d'inexactitude, ne saurait donner la mesure.

Si ces aperçus sont vrais pour les produits soudés, ils ne le sont pas moins pour les alliages fondus. La fusion, quelle que soit la nature de l'alliage, produit, et plus marqués, les mêmes effets que le surchauffement dont il vient d'être parlé, c'est-à-dire une *mobilité moléculaire* qui explique les altérations de ces métaux, bien connues des consommateurs qui ont eu à les travailler à froid comme à chaud. Sans doute, par des martelages et laminages à températures appropriées à la nature de chaque sorte d'alliage fondu ; en s'aidant surtout de trempes et recuits convenablement gradués ; souvent même, avec des métaux simplement moulés après fusion, puis trempés et recuits, on obtiendra à l'essai par traction sur les pièces finies, des résistances et allongements qui les feraient classer parmi les meilleurs matériaux, si l'on n'avait à craindre les effets ultérieurs des chocs, vibrations, etc. Les différences que, à cet égard, nous avons constatées ci-dessus entre les fers purs et les fers phosphoreux, siliceux, terreux, etc., entre les fers de fonte au bois et les fers de fonte au coke, s'accuseront, à n'en pas douter, si l'on compare les aciers purs et homogènes fondus au creuset, où l'on trouve, en dehors du fer et du carbone, à peine quelques traces de matières étrangères, et les alliages multiples si variés qu'on tire aujourd'hui du Bessemer et de la fusion sur sole.

Bornons-nous à citer, à l'appui de ces observations, quelques faits que nous avons pu constater plus d'une fois.

Dans le tréfilage, on parvient, avec les aciers purs fondus au creuset, même d'un degré élevé de carburation, à préparer des fils de 2 millimètres et moins de diamètre qui conservent, avec une très-haute résistance à la rupture, une flexibilité remarquable ; au contraire, avec des aciers sur sole ou Bessemer, moins carburés, mais chargés de doses de manganèse variant de 4 à 8 ou 10 millièmes, et tenant toujours des traces plus ou moins fortes de silicium (1 à 1 millième 1/2), on arrive bien à conserver de hautes résistances, mais toujours moins de souplesse et de flexibilité, toutes autres conditions restant égales d'ailleurs.

Les bandages en acier usités dans les chemins de fer se sont faits tantôt en aciers

(1) Notons bien que dans tout ceci, nous visons du fer simplement *surchauffé*, mais non pas *brûlé* : dans ce dernier cas, l'essai par la traction lui-même accuse l'altération du métal, altération à la fois chimique et physique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fondus au creuset et tantôt en aciers Bessemer ou fondus sur sole. Or, tandis que, même un peu durs, les premiers ont souvent fait un excellent usage, les seconds, même à degré de dureté moindre, ont souvent manqué en cassant après un certain roulement. De même, les ruptures subites d'essieux en acier ont fait hésiter plus d'une compagnie de chemins de fer à les adopter. N'est-il pas probable que ces ruptures subites, pour des produits qui avaient d'ailleurs satisfait aux épreuves à la traction, sont le résultat de l'altération moléculaire que nous étudions, d'autant plus marquée que les aciers sont moins purs?

Enfin, dans les essais récents de substitution des plaques de blindages en métal fondu aux plaques en fer doux soudé, nous pourrions citer des alliages fondus de 1 1/2 à 2 millièmes de carbone, 1 à 1 1/2 de silicium, 2 à 3 millièmes à peine de manganèse et pas trace d'autres éléments, laminés en plaques épaisses, qu'on trempait et recuisait de façon à obtenir à la traction, sur des barreaux de prise d'essai, des résistances et allongements en tout comparables à ceux des fers les plus doux; ces alliages, tout en résistant mieux que le fer à la pénétration des projectiles, se fissuraient et se fendaient considérablement plus.

Les applications des alliages fondus à de grosses pièces destinées à supporter des chocs pareils ne sont pas fréquentes : bien certainement, l'instabilité moléculaire que nous avons voulu mettre en évidence par les observations qui précèdent n'est pas à redouter au même degré dans la plupart des objets de moindres dimensions, qu'on fabriquera même avec des alliages ferreux fondus de composition un peu complexe. Nous n'avons voulu qu'appeler l'attention sur la nécessité de compléter les essais à la traction par des épreuves spéciales, qu'on pourrait appeler *épreuves d'écrouissement*, si l'on veut mettre à leur véritable rang, dans la série des produits sidérurgiques, bon nombre des alliages complexes qu'on fabrique aujourd'hui.

D'un autre côté, les faits que nous avons rapportés montrent encore que, surtout quand il s'agit de grosses pièces martelées ou laminées, la chaleur à laquelle les pièces auront été finies doit avoir une grande influence sur la constitution moléculaire de leurs diverses parties. Selon la position où l'on prendra les barreaux d'essai, les résultats doivent sensiblement varier pour un même métal, et d'autant plus dans les alliages fondus que leur composition est plus complexe.

Observons enfin, pour terminer sur les essais des divers alliages ferreux, que, indépendamment des épreuves à froid, on continue à faire les épreuves à chaud qu'on a toujours pratiquées dans les forges. Cependant, jusque dans ces derniers temps, on s'attachait moins à ces dernières, pour les métaux fondus, qu'on ne le faisait pour les métaux soudés, précisément parce que les métaux fondus ne semblaient pas d'abord destinés à être jamais soumis aux opérations de soudage. Mais, à mesure que se développe leur emploi et qu'ils se substituent davantage aux anciens fers forgés, on s'est plus préoccupé de leur propriété soudante, et on les a essayés à ce point de vue aussi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On produit très-couramment aujourd'hui des alliages à peine carburés (1 à 2 millièmes 1/2 de carbone), tenant de 1 à 2 millièmes de silicium et jusqu'à 2, 3 et même 4 millièmes de manganèse, et qui sont parfaitement soudables.

En dehors de la soudabilité, la tenue des alliages fondus aux diverses chaleurs auxquelles on peut les travailler est un point des plus importants à examiner sous le rapport de leur ouvraison même dans les forges. A cet égard, il est, entre les métaux fondus les plus purs et certains alliages complexes (carburés, siliceux, manganésés, sulfureux et phosphoreux), des différences plus grandes peut-être que celles qu'on observait entre les fers forgés les plus purs et les fers chargés de matières étrangères (fers les plus communs à la houille). Pour les métaux fondus, plus encore que pour les métaux soudés, l'étendue du palier thermométrique le long duquel la malléabilité et la ductilité se maintiennent, décroît à mesure que s'élève la somme d'éléments étrangers alliés au fer. Plus les alliages se compliquent, plus on doit craindre, d'ailleurs, en même temps que les modifications physiques, les altérations chimiques sous l'action de l'air et de la chaleur, par suite des différences d'oxydabilité de leurs composants. (*La suite au prochain cahier.*)

NÉCROLOGIE.

NOTICE NÉCROLOGIQUE SUR P. A. FAVRE, CORRESPONDANT DU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR LE COMITÉ DES ARTS PHYSIQUES ET ÉCONOMIQUES, PAR M. FÉLIX LE BLANC, MEMBRE DU CONSEIL.

FAVRE (Pierre-Antoine), né à Lyon, le 20 février 1813, docteur en médecine de la Faculté de Paris (1835), a fait preuve d'une véritable passion pour les sciences physico-chimiques. Après avoir suivi, en 1840, les mémorables leçons de M. Dumas, à l'École de médecine, il quitta la carrière du praticien ; il fut admis au laboratoire particulier de M. Peligot, et, tout en assistant son savant maître dans ses importantes recherches sur l'*Uranium*, il put donner beaucoup d'extension à ses études chimiques. Lorsque M. Peligot fut nommé professeur de chimie générale au Conservatoire des arts et métiers, il devint le préparateur officiel de son cours.

De cette époque datent ses premières recherches personnelles et ses publications de chimie. Nous citerons les Notes ou Mémoires suivants :

Recherches sur l'équivalent du zinc. — Recherches sur la mannite et l'acide lactique. — Recherches sur la dessiccation des gaz. — Sur quelques carbonates

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doubles ammoniacaux. — Sur un nouveau chlorure de cuivre. — Sur un nouvel oxyde de cuivre, dit *intermédiaire* (en commun avec M. Maumené [1]).

Bientôt, il entreprit et publia, en collaboration avec J. T. Silbermann, alors préparateur du cours de M. Pouillet, au Conservatoire des arts et métiers, cette longue série d'importantes recherches thermo-chimiques, qui sont devenues classiques. Elles ont paru dans les *Annales de Chimie et de Physique* (3e série, tom. XXXIV-XXXVI et XXXVII, années 1852 et 1853) et constituent une publication de 250 pages avec planches. Ainsi, deux fonctionnaires modestes et d'ordre subalterne, mais dépendant de chefs bienveillants, purent, avec un zèle infatigable, mener à bonne fin un travail de longue haleine, de nature à intéresser vivement, à la fois, les physiciens et les chimistes. Ils ont donc bien répondu aux *desiderata* de l'Académie, qui avait fondé un prix sur ces sujets de recherches.

Ces travaux ont porté : 1° sur les chaleurs de combustion d'un grand nombre de corps simples ou composés, minéraux et organiques, par la méthode des combustions vives, à l'aide de leur calorimètre à eau. Dans un important Mémoire sur le poids atomique du carbone, MM. Dumas et Stas, en rectifiant les nombres trouvés par Berzélius et Dulong, avaient prouvé que le carbone, quel que fût son état, et le diamant lui-même, brûlant, au rouge, dans un courant d'oxygène sec, en excès, donnaient naissance à une certaine quantité d'oxyde de carbone, dont il fallait tenir compte pour la rigueur des expériences.

MM. Favre et Silbermann pensèrent que cette circonstance avait pu altérer la réalité du nombre trouvé par Dulong, pour la chaleur de combustion totale du carbone. Ayant déterminé, préalablement, la chaleur de combustion de l'oxyde de carbone, ils purent calculer, d'après la proportion de ce gaz trouvée dans les combustions des diverses variétés de carbone, effectuées dans leur calorimètre, la chaleur de combustion du carbone se convertissant, tout entier, en acide carbonique.

Les auteurs ont constaté ce résultat important : que le carbone, dans ses divers états allotropiques, fournit, par sa combustion, des quantités de cha-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tom. X, XI, XII et XVIII. Quant au nouveau chlorure de cuivre, sa formation a été constatée dans les travaux en commun avec J. T. Silbermann ; il se produit dans la combustion directe du cuivre dans le chlore. Sa formule est $Cu^3 Cl^2 = Cu^2 Cl, Cu Cl$. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXVIII.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leur notablement différentes. Plus tard, M. Favre seul, et par l'emploi d'autres méthodes, démontra qu'il en était de même pour les divers états allotropiques du phosphore, du soufre, etc.

La chaleur de combustion de l'hydrogène a fourni à MM. Favre et Silbermann des résultats qui s'accordent sensiblement avec ceux de Dulong, bien que fournis par une méthode différente, très-ingénieuse, puisqu'elle consistait à évaluer uniquement le poids de l'eau formée et non le volume des gaz. Passant aux carbures d'hydrogène et à diverses substances organiques, appartenant à des séries homologues, ils démontrèrent qu'il fallait renoncer à une loi entrevue par Dulong, d'après laquelle on admettait que la chaleur de combustion d'un carbure d'hydrogène représentait la somme des chaleurs du carbone et de l'hydrogène, eu égard à leur proportion. Or, cette circonstance ne se présente, qu'exceptionnellement, pour le gaz oléfiant (éthylène). La loi de Welter, admettant la proportionnalité entre l'oxygène absorbé et la chaleur produite, ne pouvait plus être considérée comme exacte. Les carbures d'hydrogène isomères et, de même, les composés organiques ternaires, isomères, ne possèdent pas la même chaleur de combustion. Il a fallu renoncer, aussi, à la loi, d'après laquelle on croyait pouvoir calculer la chaleur de combustion d'une matière organique oxygénée, ou d'un combustible, connaissant sa composition élémentaire et la chaleur de combustion de l'hydrogène et du carbone, considérés isolément, après avoir défalqué l'hydrogène et l'oxygène correspondant à leurs proportions dans l'eau.

Les auteurs ont donné des lois pour l'accroissement de la chaleur de combustion, correspondant aux divers termes d'une même série homologue (série des acides gras, série des éthers composés, série des carbures d'hydrogène). Ces lois sont très-simples, surtout en rapportant les chaleurs aux équivalents chimiques.

On voit, de nouveau, par ces résultats, que les corps isomères ne sont pas *isothermes*, c'est-à-dire ne possèdent pas la même chaleur de combustion.

Dans la deuxième partie de ces recherches, on trouve des déterminations de la chaleur qui accompagne la décomposition de certains corps, appelés, depuis, *explosifs*, ou *endothermes*, à *travail négatif*, d'après la nouvelle nomenclature de M. Berthelot. Citons, notamment, la chaleur de décomposition du protoxyde d'azote et quelques déterminations calorifiques, correspondant à des modifications survenues dans l'état moléculaire des corps.

Une troisième partie comprend une foule de déterminations thermiques, réalisées à l'aide d'un nouveau calorimètre à mercure, très-ingénieux et que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'on a pu appeler un *thermomètre à calories*. Les auteurs sont arrivés à déterminer, par voie humide, un grand nombre de chaleurs de combinaisons chimiques, à l'aide d'équations dans lesquelles interviennent, avec leurs signes, diverses actions calorifiques connues d'avance et d'où l'inconnue peut être dégagée.

L'ensemble de ces nombreux résultats montre l'importance de l'intervention de l'élément *thermique*, qui tend, de plus en plus, à remplacer la notion un peu vague de l'affinité. Les tableaux de ce que les auteurs ont appelé les *équivalents calorifiques* (c'est-à-dire la chaleur de formation de l'équivalent chimique de la combinaison) et l'emploi de leurs *modules* présentent un grand intérêt.

Ainsi le *module* des métalloïdes exprime le nombre de calories à ajouter ou à soustraire de l'*équivalent calorifique* d'un oxyde métallique, par exemple, pour passer à l'équivalent calorifique du chlorure, bromure, etc., du même métal (1).

On sait quelle extension M. Berthelot a donnée, depuis, à ces résultats, en prouvant, de plus en plus, l'importance des déterminations thermiques en chimie. Les recherches thermo-chimiques ont, d'ailleurs, occupé plusieurs savants distingués. Lavoisier et Laplace en avaient, les premiers, compris l'importance et avaient tenté quelques déterminations, en employant le calorimètre à glace. Dulong entra, depuis, dans cette voie, en recourant à des méthodes plus perfectionnées. Parmi les travaux plus modernes, nous citerons ceux de MM. Andrews, Abria, Hess, etc., et surtout, de M. Thomsen.

Le calorimètre à mercure de Favre et Silbermann leur a permis de déterminer les chaleurs spécifiques et latentes de divers corps. Il leur a servi, également, à déterminer les effets thermiques dus à la condensation des gaz par les corps poreux, tels que le charbon de bois. On sait que Mitscherlich était arrivé à conclure, d'après la condensation de l'acide carbonique, que ce gaz devait exister à l'état liquide dans les pores du charbon. Plus tard, Favre, seul, grâce aux facilités qui lui furent accordées par M. Dumas, dans son laboratoire de la Sorbonne, put étudier, à l'aide du calorimètre à mercure, la chaleur latente de volatilisation de l'acide sulfureux, du protoxyde d'azote, liquides et de l'acide carbonique solide. Or, la chaleur

(1) Il convient de ne pas confondre les *équivalents calorifiques* des auteurs avec ce que M. V. Regnault avait appelé les *équivalents thermiques*. Ceux-ci sont les équivalents déduits de la seule considération des chaleurs spécifiques, conformément à la loi de Dulong.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dégagée par l'absorption de l'acide sulfureux et de l'acide carbonique par le charbon, dépasse leur chaleur latente de liquéfaction. Il resterait donc encore une part à faire à l'action des cellules sur le gaz amené à l'état liquide.

Dans ses derniers travaux, Favre a étudié l'action thermique développée par l'absorption de l'hydrogène par le noir de platine. Ayant étudié, également, l'action de l'hydrogène électrolytique sur le palladium, constituant l'électrode négative d'un voltamètre, il constata que les deux phénomènes n'étaient pas comparables et que l'effet thermique obtenu confirmait les vues de l'illustre Graham sur une combinaison véritable du *métal hydrogénium* avec le palladium.

Nommé, au concours, agrégé de la Faculté de médecine de Paris, en 1843, Favre reçut, dans le laboratoire particulier de M. Andral (de l'Institut), une généreuse hospitalité et, tout en assistant ce savant médecin dans quelques-unes de ses recherches médiço-physiologiques, il put continuer d'importants travaux de thermo-chimie.

En 1851, il fut nommé chef des laboratoires de chimie analytique à l'Ecole centrale des arts et manufactures, place laissée vacante par M. Würtz, appelé à la chaire de chimie de l'Institut agronomique de Versailles. Il put y continuer ses travaux dans un petit laboratoire qu'avait autrefois occupé M. Dumas, et où cet illustre professeur-fondateur de l'Ecole Centrale avait été visité par Mitscherlich, venu à Paris, alors que notre honoré Président s'occupait de ses belles recherches sur les densités de vapeur. En même temps, Favre continuait ses fonctions d'agrégé à l'École de médecine, qu'il a remplies pendant neuf ans. Vers la fin de son exercice, il suppléa M. Orfila dans son cours de chimie médicale à la Faculté de médecine de Paris.

Les thèses de Favre pour le doctorat ès-sciences physiques (1853), contenant, toutes deux, des recherches originales et personnelles, firent sensation.

La thèse de physique introduisait un élément nouveau pour la théorie chimique de la pile, à la faveur d'expériences aussi ingénieuses que rigoureuses, en faisant intervenir la pile comme partie intégrante du nouveau calorimètre à mercure. Les idées de Joule, restées, pour ainsi dire, inconnues, ou non accueillies par les physiciens, recevaient une consécration inattendue par des expériences rigoureuses. Favre arrivait à expliquer avec une grande simplicité, et comme conséquence de ses déterminations thermiques, l'impossibilité connue de décomposer l'eau, à l'aide d'un seul élément de Smée et rendait compte des effets énergiques de la pile à deux liquides.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La thèse de chimie (1) avait trait à la chaleur dégagée dans les combinaisons chimiques, formées en proportions multiples. Pour ces recherches, effectuées par voie humide, à l'aide du calorimètre à mercure, l'auteur faisait fréquemment usage de l'acide hypochloreux dissous, comme agent d'oxydation.

Dans ce même Mémoire, l'auteur étudiait, aussi, la chaleur de combustion des états allotropiques du phosphore, du soufre et quelques actions thermiques dues aux composés dits *explosifs*, soit à *travail négatif* ou *endothermes*, suivant les expressions employées, depuis, par M. Berthelot.

Nommé, en 1854, professeur de chimie à la Faculté des sciences de Besançon, comme successeur de M. H. Sainte-Claire-Deville, appelé à l'Ecole normale supérieure, comme maître de conférences de chimie, Favre passa, à la fin de la même année, à la Faculté des sciences, de nouvelle création, à Marseille et prit possession, en 1855, du beau laboratoire de chimie, dont la Ville fit, en partie, les frais. Il a continué à professer et à travailler, jusqu'au moment où ses forces l'ont abandonné. D'importants travaux prirent naissance dans le laboratoire précité.

Deux fois lauréat de l'Académie des sciences, Favre fut nommé, en 1863, correspondant de cette Académie, pour la section de chimie. La croix d'honneur lui avait été décernée, dès ses débuts à la faculté de Marseille.

En 1868, la Section de physique le plaça sur sa liste de présentation, à la suite de la vacance survenue dans son sein, par le décès de M. Pouillet. Quoique non résidant, et absent de Paris, à ce moment, il obtint un certain nombre de voix.

Les recherches les plus importantes de P. A. Favre, de 1856 à 1865, distribuées dans un grand nombre de fascicules des Comptes rendus de l'Académie, ont été réunies par l'auteur, en un seul faisceau et développées dans un Mémoire intitulé :

« *Sur la transformation et l'équivalence des forces chimiques*, » inséré, par décision de l'Académie, dans le *Recueil des savants étrangers*. L'impression, à l'Imprimerie nationale, fut terminée en 1875. Ces travaux d'ensemble ont valu à l'auteur le grand prix Lacaze (chimie), qui lui fut décerné, par l'Académie des sciences, en 1875. L'Académie lui avait déjà décerné le prix Jecker, en 1869.

---

(1) Publiée dans le *Journal de chimie et de pharmacie* (1853), 3e série, t. XXIV.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'Académie de médecine l'avait nommé l'un de ses associés. Depuis longtemps, il était correspondant de la Société philomathique, membre non résidant du Conseil de la Société chimique de Paris. Il avait été élu correspondant du Conseil de la Société d'encouragement, pour le comité des arts physiques et économiques.

Dans les travaux précédemment exposés, l'auteur avait établi l'équivalence du travail chimique et de la chaleur *qui reste en place*, d'après son expression. Dans les travaux dont il va être, maintenant, question, il fait intervenir les phénomènes *électro-dynamiques*. La chaleur mise en jeu, dans cet ordre de phénomènes, est transmise *au dehors* et est employée à effectuer un *travail* déterminé.

Comme le dit l'auteur, lui-même, il a démontré, expérimentalement, la conversion du *travail chimique en travail électro-dynamique* et le *retour de ce dernier au travail chimique*.

Une très-belle expérience, réalisée à l'aide de dispositions ingénieuses, lui a permis d'établir « l'équivalence des diverses transformations de la cha-« leur, de telle sorte que, partant d'un phénomène qui développe une quan-« tité déterminée de travail moteur, exprimée en calories, la quantité de « chaleur, mise en liberté, sera toujours la même, lorsque le travail moteur « sera détruit, quelles que soient les différentes transformations qu'il aura « pu subir. »

L'auteur arrive à déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur, qu'il trouve égal à 413 kilogrammètres, par une méthode qui diffère de celle employée par d'autres physiciens. Il montre que le travail des affinités chimiques peut être exprimé en kilogrammètres.

Les expériences ont été faites avec deux calorimètres, dont l'un recevait la batterie voltaïque; le second, construit *ad hoc*, par Froment, recevait un moteur électro-magnétique, lequel était actionné par la pile et soulevait un poids extérieur.

Les limites de cette Notice ne nous permettent pas d'entrer dans plus de détails; on pourra recourir, soit au Mémoire original de l'auteur, soit à l'exposé, admirable de lucidité, de ces travaux de Favre dans la belle leçon professée par feu Verdet, à la Societé chimique de Paris, sur la *Théorie mécanique de la chaleur* et publiée en 1862. Ce savant éminent rend pleinement justice à la sagacité et à l'habileté expérimentale du professeur de Marseille.

Les recherches de Favre sur les courants hydroélectriques ont été publiées,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 1854 à 1860, dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* L'auteur s'y montre partisan de la théorie des hydracides de H. Davy.

Dans un de ces Mémoires (*Comptes rendus*, t. XLVI, p. 658), l'auteur, tout en faisant l'étude de diverses résistances, établit que l'aimantation du fer doux par le courant voltaïque absorbe une certaine quantité de chaleur empruntée aux actions chimiques de la pile (1).

Sous le titre de : *Recherches sur la dissociation cristalline,* Favre a publié, dans ces dernières années, une série de Mémoires de thermo-chimie, en collaboration avec son digne ami et confrère, M. Valson, alors professeur à la Faculté des sciences de Grenoble. Ces recherches ont paru dans les comptes rendus de l'Académie des sciences (1873 et 1874). Elles se rapportent aux effets thermiques dus à la dissolution des sels dans l'eau et aux changements de volumes qui en résultent.

Quelques recherches dans la voie de la chimie physiologique témoignent encore de la sagacité de Favre sur ce nouveau terrain.

En 1853, il commença, sous les auspices du Dr Louis Jecker, qui fut son collaborateur et son ami, des recherches qui ont été publiées après la mort de ce protecteur des sciences, dont l'Académie a pu apprécier les bienfaits. Ce Mémoire, inséré intégralement dans les *Archives de médecine* (1853) et, par extrait, dans les comptes rendus de l'Académie, avait pour titre : *Recherches sur la composition de la sueur de l'homme* (2).

L'auteur démontre, dans cette sécrétion, la présence de l'*acide lactique*, analysé dans son sel de zinc cristallisé, d'un nouvel acide azoté, l'acide *sudorique*, de l'*urée*, extraite à l'état cristallisé, etc.

Des recherches sur la variation des principes constituants de l'urine des goutteux sont restées inachevées, par suite de la mort de M. Jecker, mais un résultat était déjà acquis, pour le malade examiné, savoir : la diminution de

---

(1) « Aujourd'hui, dit l'auteur, je prouve expérimentalement que l'aimantation nécessite une « certaine quantité de travail, *qui dépense de la chaleur empruntée à la pile* et je fais connaître, « assez approximativement, la part relative qu'il faut lui faire au milieu des résistances de l'élec- « tromoteur. » Ce résultat important aurait mérité un mémoiree ntièrement distinct. Du reste, dans son Mémoire sur la transformation et l'équivalence des forces chimiques (*Recueil des savants étrangers*, 1865, page 30), Favre a donné, à son chapitre IV, le titre suivant : *Chaleur empruntée à l'action chimique de la pile pour produire l'aimantation.*

Le phénomène inverse a été, plus tard, constaté par une expérience très-brillante de M. Jamin, qui a démontré le dégagement de chaleur très-marqué qui accompagne la *désaimantation brusque* du fer.

(2) Voyez aussi *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 3e série, t. XXIV.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'acide urique avant l'accès et son augmentation à la fin de l'accès et après.

En 1872, Favre avait été nommé doyen de la Faculté des sciences de Marseille. En 1875, M. le Ministre des finances le nomma chef du laboratoire de chimie de l'Administration des douanes, créé à Marseille.

Depuis plusieurs années et, avant les désastres de la patrie, Favre avait organisé le laboratoire des hautes études à la Faculté des sciences de Marseille, avec l'appui d'un Ministre bienveillant, dont nos Facultés conservent le souvenir. Il y avait formé, encore, de nouveaux élèves, devenus, depuis, ses collaborateurs et dont il était aimé et respecté.

Je crois ne pas devoir oublier de mentionner, dans cette Notice, quelques travaux de Favre sur le terrain de la chimie industrielle.

Pendant quelques années, de 1845 à 1849, il avait été le chimiste de l'Administration des salines de l'Est et, en cette qualité, souvent chargé d'analyses diverses. Il résida, même, pendant quelques mois, à l'usine de Dieuze. Envoyé en mission, en Angleterre, par l'administration de ces salines, il rapporta un journal technologique de son voyage d'exploration, qui ne fit qu'augmenter la bienveillance que lui témoignaient M. de Grimaldi, administrateur des salines, et feu M. Becquerel, l'illustre physicien, alors conseil de cette Administration.

Consulté, en 1844, par un grand fabricant de conserves alimentaires (préparées par le procédé d'Appert) sur les altérations survenues dans les produits, fabriqués, cependant, avec grands soins, il découvrit, après beaucoup d'expériences, que l'altération n'était pas due à l'imperfection de l'occlusion des boîtes, ou à un défaut d'étanchéité des parois, mais bien à l'insuffisance d'une température de 100° pour assurer la conservation et détruire les ferments. Il prescrivit l'emploi de bains d'eau saturée de sel marin, ou d'autoclaves. Depuis lors, le fabricant n'eut plus à constater l'altération des légumes préparés, altération qui s'était produite sur une grande échelle et dont il ne pouvait se rendre compte.

Enfin, à Marseille, il indiqua les moyens de bien débarrasser les pétroles bruts de leur partie volatile et fit des expériences photométriques sur les meilleures lampes à mèche cylindriques, alimentées par l'huile lourde de pétrole. Ces expériences ont été confirmées par celles qui furent effectuées par le service de la vérification du gaz à Paris. Elles indiquèrent la valeur vénale de l'unité de cette lumière, comparée à celle fournie par les huiles grasses végétales épurées et à celle du gaz de houille, ordinaire, à pouvoir éclairant moyen, brûlant dans les meilleures conditions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vers la fin de 1878, la santé de Favre, gravement altérée, l'avait obligé à suspendre son cours et ses travaux. Bientôt, en 1879, il se crut obligé de faire valoir ses droits à la retraite. Elle lui fut accordée et il fut nommé professeur honoraire, par arrêté ministériel, puis doyen honoraire, par décret.

La carrière scientifique de P. A. Favre, démontre tout ce que peut la passion de la science, associée à la sagacité du chercheur. Sans avoir appartenu à l'Ecole polytechnique, ou à l'Ecole normale, dont l'enseignement élevé prépare la jeunesse aux travaux scientifiques, Favre, *simple volontaire de la science*, est arrivé, par sa persévérance et son mérite, après de dures épreuves, à une position scientifique élevée et a joui d'une considération légitime.

Il a succombé, le 17 février 1880, à Saint-Barthélemy, près Marseille, après une longue et douloureuse maladie, entouré par sa femme, sa fille, veuve, et son petit-fils, qui le chérissaient.

Ses funérailles ont réuni un grand nombre de personnes. Le recteur et les membres de l'Académie d'Aix, le doyen et les professeurs de la Faculté des sciences et de l'Ecole de médecine de Marseille, l'ont accompagné à sa dernière demeure, dans un douloureux recueillement.

Pour obéir à ses dernières volontés, empreintes, comme toute sa vie, de simplicité et de modestie, aucun discours n'a été prononcé sur sa tombe.

Dans la séance de l'Académie des sciences du 23 février dernier, notre illustre Président, en annonçant la mort de ce digne collègue, a prononcé quelques paroles émues, pour rappeler les circonstances de sa carrière scientifique et la valeur de ses travaux. Il a terminé par ces mots : « L'Académie « perd, en M. Favre, un de ses correspondants les plus dévoués, les plus « laborieux et les plus dignes de regrets, par le caractère, autant que par les « talents et les services. »

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Sur le sciage de la glace pour dégager les navires, par M. l'amiral Pâris. — A propos d'une lettre adressée à M. le Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, et dont l'auteur avait proposé, pour éviter les désastres que faisait craindre l'hiver dernier la débâcle de la Loire, de scier par morceaux la banquise qui couvre le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fleuve aux environs de Saumur, M. Dumas a fait remarquer que, si ses souvenirs sont exacts, un moyen semblable avait été employé en 1854, par l'expédition dont faisait partie M. l'amiral Pâris, pour dégager des glaces les navires qui y étaient emprisonnés (1).

M. l'amiral Pâris, a donné, à ce sujet, les détails suivants :

« La petite division navale, laissée à la garde de Kil-Bouroun par l'amiral Bruat, après la prise du fort, avait l'ordre de se tenir dans l'intérieur du grand lac nommé le Liman du Bourg et du Dnieper, et de rester aussi près que possible du fort pour battre la longue plage de sable que forme la flèche de Kil-Bouroun. Les batteries flottantes furent amarrées avec une ancre et une chaîne de vaisseau à trois ponts et leurs propres ancres. Les canonnières et la bombarde furent approchées. Une première ge-



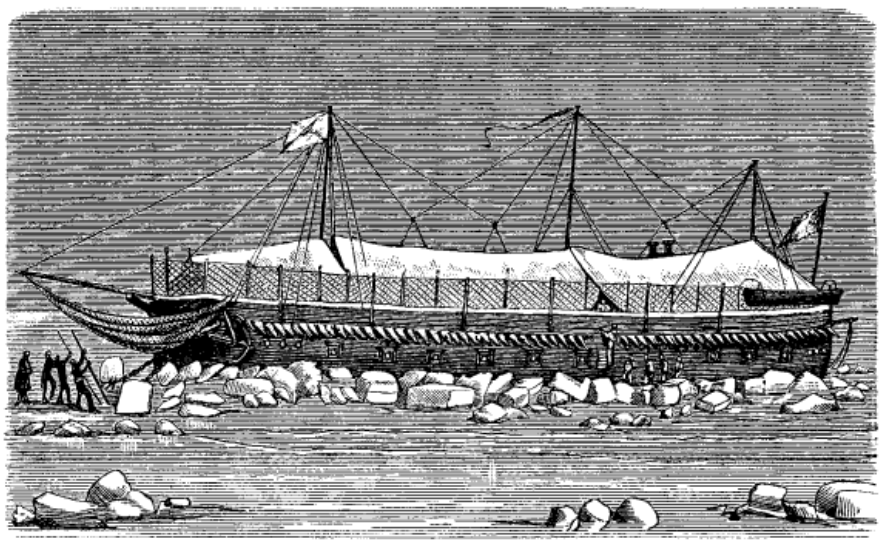
lée survenue à la fin de novembre produisit une épaisseur de glace de 0m,10 à 0m,12, qui, lorsqu'elle se rompit, cassa une chaîne de trois ponts de l'une des batteries, qui fut jetée hors du Liman et resta tout l'hiver en pleine côte, tandis qu'une autre batterie traîna son ancre à plus de 2 kilom. et resta éloignée du fort, lorsque la division fut définitivement prise dans les glaces pour le reste de l'hiver. L'épaisseur s'accrut rapidement jusqu'à 1m et permit de transporter sur des traîneaux, non-seulement les vivres, mais une ancre de 2 000 à 2 500 kilogrammes déposée à terre. Il en résultait qu'une attaque sur la glace était très-possible et que la petite élévation des navires en aurait permis l'escalade, d'autant plus que les canons de 50 ne pouvaient guère être employés contre des hommes, bien qu'ils en eussent dix pour leur service ou

(1) Au commencement de ce siècle, l'ingénieur Venatz a sauvé la ville de Wiége, dans le Valais, en sciant une immense banquise de glace qui la menaçait et derrière laquelle se trouvait un lac qui aurait produit sans doute une inondation formidable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plutôt à cause de ce nombre. Il était donc naturel de chercher une défense dans des fossés maintenus pleins d'eau, et, après divers essais, on reconnut que la taille à la hache était très-lente, difficile avec une grande épaisseur, et qu'elle couvrait les hommes de gouttes d'eau projetées et bientôt gelées quand on arrivait à la partie inférieure. On eut alors l'idée de faire des scies avec de la tôle de $0^m,003$ à $0^m,005$, coupée simplement à la tranche, ayant sur leur plat un trou à la partie inférieure pour y attacher un boulet estropié, tandis qu'en haut la tôle, chauffée, avait été gauchie et retournée pour former une douille dans laquelle passait une traverse en bois pour mettre quatre hommes, comme sur les bringueballes des pompes à incendie. La denture était grosse comme celle d'un harpon, mais triangulaire au lieu de pointes séparées et pas ou peu inclinée vers le bas. La longueur était de 2 mètres environ. Tant que la glace fut dure avec des froids au-dessous de — 20°, ces scies ne mordaient guère et le travail était lent, mais elles s'émoussaient peu et il fallait rarement les limer.

« On les employa d'abord à découper des parallélipipèdes de la dimension des



grosses pierres de taille sortant des carrières de Paris, et, quand ils étaient détachés, on passait dessous des cordes en trévire, comme pour monter ou descendre des barriques, et avec des barres de cabestan ou des avirons on soulevait le bloc sur la glace. C'est ainsi que chaque navire était entouré d'un fossé de 3 mètres environ ou plus, en conservant quatre nervures pour le rendre immobile et permettre ainsi le pointage anticipé en cas d'attaque. Il fallait casser la glace jusqu'à deux fois par nuit pour maintenir la nappe liquide.

« Lorsque le dégel commença à diminuer l'épaisseur de la glace et que la crainte de la débâcle rendit important de dégager les navires les plus voisins du bout de la flèche de Kil-Bouroun, les mêmes scies furent employées à dégager un navire nolisé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par la guerre (1) au moyen de deux traits de scie dirigés en V ouvert, puis une batterie flottante, pour laquelle on fit deux traits de scie, l'un de **1 100** mètres, l'autre de **700** à **800** mètres, en suivant une ligne bien dressée de piquets et de lignes de sonde; car la largeur d'un trait de scie est si petite, que s'il y avait eu des ondulations, elles se seraient engrenées et le glaçon aurait été retenu. Lorsqu'il y avait de la gelée pendant la nuit, il fallait recommencer le lendemain; mais le dégel élargissait très-promptement la coupure. On a ainsi creusé encore un canal de **11** mètres de large sur **700** mètres de long pour dégager une canonnière, en faisant passer les glaçons derrière elle par un surcroît de largeur du canal et à mesure qu'on la faisait avancer.

« Tout ce qui précède n'est que pour montrer que, pour couper la glace, il ne convient pas d'employer la hache, à cause de ce qu'elle laisse dans la fente, du peu dont elle enfonce à chaque coup et enfin de l'eau qu'elle projette sur les hommes, mais que la scie est préférable et qu'elle ne doit pas être trop mince, surtout quand la glace devient molle.

« Je crois donc que dans une rivière, où l'on a un courant pour enlever à mesure les glaçons, ce qui manquait à Kil-Bouroun, il y a grand profit de temps et de travail à employer la scie. Il me semble que des traits perpendiculaires au courant et pas trop éloignés, doivent laisser partir de longs glaçons, qui se cassent en route, et évitent de scier en damier. C'est ce qu'une courte expérience montrera facilement. Mais l'homme reste toujours bien petit lorsqu'il est forcé de lutter contre la nature. »

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

Du rendement en viande des animaux de boucherie. — Dans le commerce des animaux de boucherie, on qualifie de poids vivant le poids des animaux en vie; de poids brut, le poids total de l'animal abattu; enfin de poids net, poids de boucherie, le poids de la bonne viande, c'est-à-dire le poids du sujet débarrassé de toutes les issues. On désigne comme poids de rendement, le poids net d'un animal comparé à son poids vivant. Il est vrai que, dans l'étude du rendement, on s'occupe aussi du poids du cuir et du suif; mais ce n'est là qu'une partie secondaire pour l'agriculture, et nous la laisserons de côté pour ne nous occuper que du rendement en viande de boucherie au poids net.

La connaissance du rendement est d'une importance incontestable pour le cultivateur; elle lui permet d'établir une comparaison entre ce qu'il dépense et ce qu'il produit, comparaison dont les résultats le mettent à même d'améliorer ses méthodes d'engraissement.

Le rapport entre le poids vif et le poids net des animaux, varie selon les races, la conformation des individus et, surtout, suivant l'état d'engraissement. L'expérience a

(1) La glace avait alors de $0^m,20$ à $0^m,30$ d'épaisseur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

démontré que, sur des animaux privés de nourriture, la graisse commence par disparaître d'abord; puis la perte s'étend aux muscles et au sang, et la diminution est d'autant plus sensible que l'animal est plus gras. Ainsi, quand on mène un animal l'abattoir, on ne continue pas l'engraissement; on donne seulement la nourriture suffisante pour l'entretien ; aussi le sujet diminue-t-il rapidement. On a vu la perte s'élever jusqu'à 20 kilog. par jour, et elle est fréquemment de 15 kilog. C'est d'abord, comme on l'a dit, la graisse qui disparaît, tandis que les quatre quartiers restent intacts, ce qui peut induire en erreur.

Supposons un bœuf pesant 700 kilog. poids vif, l'engraissement étant fini ; la viande nette pèse 455 kilog., ce qui donne un rendement de 65 pour 100. Amené à l'abattoir, l'animal est gardé quatre jours avant d'être abattu. Pendant ce délai, supposons qu'il ne perde que 50 kilog., son poids vif est réduit à 650 kilog., mais les quatre quartiers n'ont pas encore diminué et pèsent toujours 455 kilog. Le rendement, au lieu d'être de 65 pour 100, sera donc de 70, 75 pour 100 ; mais il faut remarquer que c'est le rendement de l'animal au bout de son séjour à l'abattoir, et non de l'animal à son entrée ; par conséquent, ce dernier rendement est erroné, parce qu'il ne comprend pas l'état de graisse du sujet, état dont il est essentiel de tenir compte.

En Angleterre, les races améliorées atteignent un rendement de 74 à 75 pour 100. La quantité de viande et de graisse n'est pas toujours égale dans les deux moitiés de l'animal ; généralement du côté sur lequel le sujet se couche, la viande est plus épaisse et plus grasse.

Quant aux bêtes ovines, pour juger de la quantité de viande nette qu'on peut en retirer, il faut avoir égard au poids de la toison, qui est très-variable suivant les races et les sujets. Chez les animaux tondus, le poids net varie encore suivant l'état d'engraissement, la conformation et enfin la présence ou l'absence de cornes ; le poids de ces dernières n'est pas indifférent, puisqu'il peut s'élever jusqu'à 1^{k},600.

Des moutons fins gras de concours peuvent donner jusqu'à 65 pour 100, mais ce chiffre n'est pas atteint par les animaux ordinaires. En général, les bons moutons ont un rendement de 55 à 60 pour 100 ; le rendement de 45 à 55 pour 100 est encore apprécié ; au-dessous de ce chiffre, le rendement est médiocre.

Le poids net des porcs gras est beaucoup plus élevé que chez les ruminants. Il se calcule dans la plupart des pays en pesant le porc avec la tête, les pieds, la graisse des rognons et après avoir seulement enlevé l'appareil intestinal, les poumons, le cœur e le sang. Ce poids varie un peu d'après les races. Chez les porcs convenablement engraissés, on admet qu'il y a 10 à 15 pour 100 de déchet; mais comme le sang, les intestins, le foie, le cœur sont livrés à la consommation, le déchet se trouve réduit et ne dépasse guère 6 à 7 pour 100.

(*Gazette du village*).

Ce que rapporte le tabac dans les pays de grande consommation.—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les pays où la vente du tabac est monopolisée par le gouvernement, la France vient en tête pour les résultats qu'elle a obtenus en 1879. Voici les revenus bruts et nets annuels, par tête, de quelques pays :

	REVENU ANNUEL PAR TÊTE.					
	BRUT.			NET.		
	sh.	d.		sh.	d.	
France.	7	1,5	(8 fr. 90)	5	8,5	(7 fr. 20)
Autriche.	5	5,75	(6 fr. 825)	3	5,0	(4 fr. 25)
Hongrie.	3	3,5	(4 fr. 10)	1	7,0	(1 fr. 95)
Italie.	3	11,0	(4 fr. 85)	2	8,25	(3 fr. 325)

Dans la Grande-Bretagne, l'impôt et les licences pour le même article, ont rapporté, pendant la même année, 4 sh. 10,75 d. (6 fr.,075) par tête.

En Allemagne, où l'impôt est très-faible, le revenu moyen a été de 7,75 d. (0 f. 775) par tête. Cet impôt vient d'être augmenté et produira par conséquent davantage. La valeur de la consommation dans ce pays, en 1878, a été de 353 millions de marks (441 250 000) francs), ayant rapporté 26 383 966 marks (32 979 950 francs) et représentant un peu plus de 100 000 tonnes de tabacs ; sur cette quantité, un peu plus de 29 000 tonnes ont été consommées en cigares. En admettant que cent cigares pèsent environ une livre (0^k,453), le nombre de cigares fumés en 1878 a été de 6 504 millions, ce qui représente une consommation constante et journalière de deux cigares par tête pour 10 millions de fumeurs. Mais, outre les cigares, les Allemands ont fumé, pendant la même période, plus de 60 000 tonnes de tabac ayant subi plus ou moins de préparations, comme, par exemple, 8 000 tonnes de tabac à priser et 700 de tabac à chiquer. Plus d'un tiers du poids total de la consommation a été cultivé en Allemagne sur une superficie de 18 016 hectares ; les deux tiers de cette superficie appartiennent à la région Rhénane, à la Bavière, au pays de Bade, au sud de la Hesse et à l'Alsace-Lorraine.

(*Imperials statistics of Germany*).

Construction d'un gazomètre colossal en Angleterre. — MM. Ashmore et White, de Stockton-on-Tees, ont entrepris, pour la compagnie à gaz de Londres, dite *South Metropolitan Gaz Company,* un gazomètre de dimensions extraordinaires dont l'étude a été faite par M. Georges Livesey. La cloche de ce gazomètre comprend trois parties, rentrant l'une dans l'autre : celle du bas a 208 pieds de diamètre (62^m,40) sur 53 pieds 6 pouces de hauteur (16^m,05) ; celle du milieu, 211 pieds (63^m,30) sur 53 pieds 3 pouces (15^m,975) ; enfin celle du haut, 214 pieds (64^m,20) sur 53 pieds (15^m,90). On voit que lorsque le gazomètre sera plein, le développement total de la cloche portera son sommet à près de 160 pieds (48 mètres) au-dessus du niveau de l'eau de la cuve, et permettra de contenir, à capacité pleine, 5 000 000 pieds cubes de gaz (140 000 mèt. cub.).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le bâti qui doit maintenir le gazomètre en position lorsqu'il fonctionnera, se compose de 24 piliers de 165 pieds de haut (49m,50), formés de plaques et de fers d'angle et mesurant 28 pieds de large (8m,40) à la base et 24 pieds (7m,20) au sommet. Ces piliers sont reliés entre eux par des sortes de poutres en fer ayant en section la forme d'une croix, et par des barres plates posées diagonalement, dont l'épaisseur augmente à mesure qu'on descend vers le bas de la cloche.

Quel contraste avec le passé, dit le journal l'*Engineer,* auquel nous empruntons ces détails. Il y a à peine 50 ans, la compagnie dite *Chartered Gaz Company*, dont les affaires étaient loin d'être brillantes, achetait de seconde main pour en faire un gazomètre, une cuve de brasseur hors de service !

(*Engineer.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 13 *février* 1880.

Présidence de M. Dumas, président.

Correspondance. — M. *Guilbot*, avenue de Saint-Ouen, 121, à Paris ; procédés pour la gravure chimique en relief d'une photographie d'après nature ou d'un cliché quelconque, permettant ensuite d'être imprimé typographiquement. (Beau-arts et constructions.)

M. *Vaudois* (Pierre), mécanicien, rue Fiary, à Agen (Lot-et-Garonne) ; disposition nouvelle de force motrice marchant par eau et par vapeur, c'est-à-dire que la machine à vapeur n'a que cinq chevaux de force pour alimenter par la même eau, constamment, une turbine de trente chevaux. (Arts mécaniques.)

M. *Delanois* (Léopold), fondeur aux établissements de la Société anonyme de hauts fourneaux de Maubeuge (Nord), envoie le dessin et la description d'un cubilot nouveau qu'il a fait breveter en septembre 1879. (Arts chimiques.)

M. *Picq*, mécanicien, à l'arsenal de Tarbes, rue de Vicmasey, 28, propose d'employer les forces naturelles inoccupées à comprimer de l'air, et à faire ainsi un magasin de forces motrices qui pourraient être ensuite employées pour la locomotion sur les chemins de fer, pour mouvoir les machines routières, des pompes, etc. (Arts mécaniques.)

M. *Gratz* (W.), mécanicien, hôtel Saint-Joseph, rue Saint-Maur, 163, à Paris, annonce les deux inventions suivantes :

1° Un appareil chargeur pour les foyers des générateurs, qui est décrasseur, fumivore et automatique, au moyen duquel on peut faire marcher une machine à va-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peur, jour et nuit, sans avoir besoin d'ouvrir la porte du foyer. (Comité des arts mécaniques.)

2° Un appareil à vapeur dans lequel on met un certain produit chimique. La vapeur, ainsi produite, anéantit toute sorte d'insectes nuisibles, soit sous terre, comm le phylloxera, soit en plein air et dans les maisons. (Arts économiques).

M. *Guignet* (Ernest), à Monte-Carlo (Alpes-Maritimes), maison Wannez, passage Grana, annonce qu'il est en mesure de fournir à la Société une machine motrice brûlant moins de 700 grammes de charbon par heure et par force de cheval, quelle que soit sa puissance, objet d'un prix proposé par la Société, et, d'autre part, des sources immenses d'ozone à des prix insignifiants, ainsi qu'une solution mécanique de la désinfection des caisses d'épuration des usines à gaz et de celle des fosses d'aisances. (Renvoyé au comité des arts mécaniques, pour la première partie, et, pour la deuxième, au comité des arts chimiques.)

M. *Cavaillé-Coll*, fabricant d'orgues, avenue du Maine, 13, à Paris, fait connaître à la Société la mort de M. *Charles Spackman Barker,* inventeur du levier pneumatique, appliqué à la fabrication des grandes orgues depuis 1841, et qui a rendu des services importants dans plusieurs autres industries. M. *Barker* était tombé dans une grande détresse depuis quelques années et il est mort, le 26 novembre dernier, à Maidstone (Angleterre), à l'âge de 73 ans (1).

M. *Ladrey* (C.), membre correspondant de la Société, professeur à la Faculté des sciences de Dijon, fait hommage d'un exemplaire de son traité d'*OEnologie*, 2e édition, Paris, 1880. Savy, éditeur.

M. *Luuyt* (F.), ingénieur en chef des mines, membre de la Société, envoie un exemplaire d'un Rapport sur les causes des explosions des générateurs de vapeur employés dans les sucreries.

MM. les *Secrétaires* signalent les publications suivantes :

M. *Cacheux*, membre de la Société. Brochure grand in-18. *Sur les moyens pratiques de remédier à la cherté des loyers des classes laborieuses aux environs de Paris.*

M. *Corenwinder* (B.), correspondant de la Société, et M. *Contamine*, chimiste à Lille. *Nouvelle méthode pour analyser, avec précision, les potasses du commerce.* Brochure gr. in-8.

Rapports des comités. — M. *Voisin-Bey* fait, au nom du comité des constructions et des beaux-arts, un Rapport sur un système de *Hausses mobiles sur barrage*, imaginé par M. *Jarre*, ingénieur des arts et manufactures, à Ornans (Doubs).

---

(1) La Société a su reconnaître, en son temps, les services rendus à l'industrie par M. Barker, (Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 72.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Phylloxera de la Vigne.* — M. le *Président* appelle l'attention du Conseil sur la situation dans laquelle se trouvent les recherches faites, jusqu'à présent, à l'égard des moyens à employer pour défendre la vigne contre les attaques du *phylloxera vastatrix.* Une nouvelle voie semble s'ouvrir, à ce sujet, et M. le *Président* pense que la Société devrait seconder les études faites, dans cette direction particulière, en fondant des prix destinés à attirer l'attention sur un domaine encore inexploré. (Cette communication paraîtra au *Bulletin.*)

Gravure sur l'argenture des glaces. — M. *Leclère,* graveur, rue Bonaparte, 58, à Paris, présente à la Société des effets de gravure produits par des procédés photographiques sur l'argenture des glaces, sur lesquels M. *Davanne*, membre du Conseil, donne les explications suivantes :

M. *Leclère* prend une glace étamée par le dépôt d'une couche mince d'argent. Il recouvre cette argenture d'une couche mince de bitume de Judée; il y superpose un cliché photographique d'un dessin au trait représentant des ornements ou autres effets de décoration artistique, et il expose ensuite le tout à la lumière. L'effet connu se produit alors sur le bitume de Judée; certaines parties deviennent insolubles, tandis que le reste de la couche conserve sa solubilité. Après le lavage du bitume à l'essence ou à la benzine, on obtient sur la plaque un dessin en réserve. On passe la glace à l'acide nitrique, qui dissout immédiatement la mince couche d'argent dans les parties qui ne sont pas protégées par le bitume resté insoluble, et on a une gravure nette et précise, dont les ornements sont formés par les parties de la couche d'argent qui ont été préservées.

M. *Leclère* exécute devant le Conseil les dernières parties de son procédé, et obtient ainsi des plaques d'annonce sur glace avec inscription en noir, formées des parties de la glace devenues transparentes. Il montre ensuite des plaques, des glaces vénitiennes, des coffrets dont les parois sont décorées par ce procédé, qui permet, par l'emploi de fonds de différentes couleurs, de produire des ornements polychromes très-riches et très-variés. (Renvoi au comité des beaux-arts et des constructions.)

Crémeuse centrifuge. — M. *Mangon* entretient la Société d'une méthode nouvelle pour opérer la séparation entre la crème et le petit-lait, qui paraît digne de fixer l'attention des agriculteurs. (Cette communication paraîtra au *Bulletin.*)

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — M. *Ladrey* (C.), professeur à la Faculté des sciences de Dijon, présenté par MM. *Dumas* et *Peligot*, est nommé membre de la Société.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Séance du 27 février 1880.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — MM. *Marini* et *Goezler* fils (Achille), fabricants d'appareils à gaz, rue Lafayette, 182, à Paris. Nouveau brûleur intensif pour l'éclairage par le gaz. (Arts chimiques.)

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* envoie deux exemplaires du tome XCV de la collection des Brevets et deux exemplaires de trois numéros du catalogue des brevets pris en 1879.

M. *Reuille* (Élie), mécanicien, boulevard Rochechouart, 31; machine à diviser, pour la division de la circonférence et de la ligne droite. (Arts mécaniques.)

M. *Pauly*, ingénieur-mécanicien de la Compagnie des mines de Béthune, à Bully-Grenay (Pas-de-Calais). Observations faites sur les concrétions qui se forment dans les bouilleurs lorsqu'il y a des rentrées d'air avec l'eau d'alimentation. (Arts mécaniques.)

M. *Lafite* (E.), constructeur-mécanicien, à Tarbes (Hautes-Pyrénées), envoie un dessin et une description d'une scie locomobile qu'il a construite, et qui présente sur les scies analogues les avantages suivants : grande facilité de transport, aucuns frais d'installation; débitant des bois en grume de $1^{m},10$ de diamètre; tronçonnant d'équerre très-régulièrement et très-vite; mouvements automatiques et ne nécessitant aucun déplacement de la pièce à scier. (Arts mécaniques.)

M. *Barrault* (Emile), membre de la Société, boulevard Saint-Martin, 17, réclame au nom de M. *Rhodes*, contre l'annonce faite dernièrement d'une simplification de l'audiphone par M. *Colladon*, ingénieur à Genève, correspondant de l'Institut et de la Société d'encouragement.

M. *Colladon* a annoncé au public un fait scientifique, savoir : que, avec une feuille d'une espèce de carton, qu'on peut se procurer pour cinquante centimes, on peut obtenir pour les personnes affectées de surdité, les mêmes avantages, qu'avec l'appareil de M. *Rhodes*, qui coûte cinquante francs. Le public fera son profit de ce fait, mais le savant qui l'a observé n'a que des remercîments à recevoir de la Société pour l'avoir fait connaître. (Arts économiques.)

M. *Soustre* (L.), relieur, à Vienne (Isère), hôtel Decourt, dit avoir inventé un instrument de musique en bois, préférable aux instruments connus jusqu'à présent, hautbois, clarinette, flûte, etc., et il demande l'aide de la Société pour le faire exécuter. (Arts économiques.)

M. *Lecaisne-Maréchal*, rue de Cléry, 23, annonce qu'il a inventé un nouveau genre de tissus formé par des fils frisés sinueux et rétractiles, substitués aux fils droits, et envoie des échantillons de ces tissus. (Arts mécaniques.)

M. *Fourcade*, ancien fabricant de produits chimiques, et membre du Conseil d'ad

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ministration, propose un candidat au prix, qui a été fondé en 1879 auprès de la Société, pour les anciens ouvriers des établissements de produits chimiques. (Commission spéciale.)

M. *Mariage* (J. B.), secrétaire général du comité central des fabricants de sucre de France, écrit à M. le *Président* pour le remercier de la proposition qu'il a faite en faveur du dégrèvement de l'impôt du sucre, et envoie deux brochures contenant des documents qui confirment cette proposition. (Commerce.)

M. *Reader-Lack*, directeur du Patent office, à Londres, écrit pour remercier la Société du titre de correspondant du Conseil, pour le comité du commerce, qui lui a été conféré le 9 janvier.

Mme *Favre* fait connaître la mort de M. *Favre* (P. A.), ancien doyen de la Faculté des sciences de Marseille, correspondant de l'Académie des sciences, et membre correspondant de la Société d'encouragement pour le comité de physique et des arts économiques. M. le *Président* croit devoir, à ce sujet, exprimer les sentiments de regrets de la Société, et il annonce que M. *Félix Le Blanc* a bien voulu se charger de préparer une Notice destinée à retracer les points principaux de la vie et les travaux de M. *Favre*. (Voir plus haut p. 195.)

MM. les *Secrétaires* signalent les publications suivantes :

M. *Marteau* (Amédée). Brochure in-8 : *Sur le rachat des grands réseaux de chemins de fer*.

Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur. Compte rendu des séances du troisième congrès des ingénieurs en chef des associations de propriétaires d'appareils à vapeur, grand in-8, Paris, 1880.

Rapports des comités. — M. *Daguin* fait, au nom du comité de commerce, un Rapport sur le projet de loi proposé au Sénat par M. *Bozérian* et relatif à la *Protection des noms commerciaux et des récompenses industrielles*.

Le comité du commerce propose de donner une entière approbation au principe de la proposition de M. le sénateur *Bozérian*, laquelle tend à réprimer des fraudes et des usurpations qui nuisent infiniment au commerce honnête. Il propose, en outre, l'insertion au *Bulletin*.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil.

Communications. — *Le blé aux États-Unis d'Amérique*. — Présentation, par M. *Risler*, membre du comité de l'agriculture, d'un livre sur ce sujet publié par M. *Ronna*. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Nouvel emploi du Nickel. — M. *Troost*, membre du Conseil, présente au nom de MM. *Gaspard* et *Belle*, successeurs de M. *Cottiau* fils, marchand de métaux, rue Saintonge, 62, à Paris, divers objets fabriqués en nickel massif pur, obtenus, non par la pile voltaïque et par des procédés analogues à la nicklure, mais par la fusion et le martelage comme pour les autres métaux usuels, fer, cuivre, etc. Jusqu'à présent, dit-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il, le nickel a servi à faire des alliages, maillechort, alfénide, métal blanc, etc., dans lesquels son emploi donnait au cuivre une blancheur qui offrait un aspect analogue à celui de l'argent. Plus tard et depuis quelques années, les procédés de nicklure, dus à M. *Becquerel*, ont été réimportés d'Amérique et ont eu de nombreuses applications. Il était regrettable, cependant, que ce métal, doué de propriétés si utiles, ne pût recevoir des applications usuelles. Il n'est pas oxydable par les agents atmosphériques, ni dans les circonstances ordinaires de l'industrie ; il est plus infusible que le fer pur, presque autant que le platine. Il est plus malléable, plus ductile que le fer, et plus résistant que lui dans le rapport de 3 à 2 ; mais ces propriétés ne pouvaient pas être utilisées dans les arts, parce qu'on ne les reconnaît que dans le métal pur et employé dans des conditions spéciales. Dès qu'il contient des matières étrangères, il devient aigre et, même à l'état de pureté, lorsqu'il est fondu, il se montre cassant au point de ne pouvoir être forgé.

M. *Fleitmann*, dont les brevets ont été cédés à MM. *Gaspard* et *Belle*, a pensé que le nickel, en fondant, pouvait avoir absorbé une certaine quantité de gaz, comme l'argent dans les mêmes circonstances, et il a été amené à croire que ce gaz pouvait être de l'oxyde de carbone ; il en a déduit que cette absorption pourrait être empêchée par l'addition d'un métal très-oxydable, et l'expérience lui a donné un succès qui a dépassé ses espérances. Il suffit, en effet, de quelques millièmes de magnésium ajoutés au moment de la fusion, ou même de mélanger de la magnésie à l'oxyde de nickel qu'il s'agit de réduire, pour que le nickel sorte du creuset avec toutes ses propriétés et toute la malléabilité désirable. Sans tenir à l'explication théorique qui l'a dirigé, l'inventeur se borne à constater le résultat comme un fait utile. Le métal résultant de cette fonte ne contient point de magnésium, ou à peine quelques traces ; il est parfaitement ductile, malléable, peut être étiré en fils très-fins, ou battu en feuilles extrêmement minces ; il possède surtout une propriété précieuse, celle de pouvoir se souder à chaud, soit avec lui-même, soit avec le fer. Ainsi une plaque de tôle mise entre deux feuilles de nickel, et portée au rouge, se soude avec elles si bien qu'elle peut ensuite être laminée et amenée à une épaisseur de un dixième de millimètre, en conservant sur ses deux faces la doublure mince de nickel blanc.

M. *Troost* montre un grand nombre de pièces fabriquées ainsi en nickel, des fils de diverses épaisseurs et même très-fins, des feuilles d'une grande ténuité, des couverts, des timbales en nickel, un creuset qui peut remplacer avantageusement, pour la fusion de la potasse, les creusets d'argent, parce qu'il est plus infusible qu'eux, un fourreau de sabre, pièce compliquée et difficile à forger, etc., etc. Ces pièces, d'un bel éclat, font voir qu'un grand avenir est promis aux applications diverses de ces propriétés du nickel.

M. *Christofle* demande s'il n'y a pas de zinc dans le nickel ainsi fondu. Il sait qu'on a fait déjà breveter un moyen d'améliorer le nickel à la fonte par l'addition d'une pe-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tite quantité, de zinc (environ 5 pour 100. Une autre annonce signale un procédé américain tenu secret pour obtenir les mêmes résultats.

M. *Troost* déclare que le métal de MM. *Gaspard* et *Belle* n'est pas un alliage, mais du nickel pur. Il est difficile d'y signaler quelques traces de magnésium.

M. *Debray* rappelle encore que le nickel en fusion est à une très-haute température, supérieure à celle de la fusion du fer. Les petites quantités d'un métal volatil comme le zinc et le magnésium, ne restent pas dans la fonte qui ne consiste qu'en nickel pur. On obtient aussi du cuivre pur en le fondant avec du zinc purifié avec soin ; le zinc est éliminé pendant la fonte.

M. le *Président* remercie M. *Troost* de cette communication, et il renvoie l'examen des produits de MM. *Gaspard* et *Belle* au comité des arts chimiques.

Séance du 12 *mars* 1880.

Présidence de M. Dumas, président.

Correspondance. — M. *Mercier* (A), constructeur à Levallois-Perret, rue Foccard, 27, fait connaître un nouvel appareil pour éviter les collisions des trains de chemins de fer. (Arts mécaniques).

M. *Ducournau*, entrepreneur, boulevard Morland, 14, envoie le résultat de ses essais de ciments dans les années 1878 et 1879.

Il attire, d'une manière particulière, l'attention de la Société sur un fait remarquable : c'est que les dallages en béton-plastique qu'il a construits sur la voie publique, ont résisté sans la moindre altération à la gelée exceptionnelle (plus de 20 degrés de froid) qui a eu lieu l'hiver dernier. (Beaux-Arts et constructions.)

M. *Gravier* (A.), ingénieur civil à Varsovie, rue Leszno, 25, envoie un paquet cacheté sur un nouveau mode d'induction dynamo ou magnéto-électrique.

M. *Grégoire* (Jean), à Servian (Saint-Adrien), remercie M. le *Président* de la Société d'avoir pris l'initiative de la fondation d'un prix dans le but de faire découvrir un parasite s'implantant sur le phylloxera et se propageant épidémiquement sur l'espèce. Il offre d'ajouter une somme de mille francs au prix qui sera décerné par la Société. (Agriculture.)

M. *Pierrot* (Eug.), à Lunéville, Grande-Rue, 64, annonce qu'il a inventé une machine qui pourra suppléer à l'eau des usines hydrauliques lorsqu'elle leur fait défaut dans les temps de sécheresse. (Arts mécaniques.)

M. *Goyet* (P.), rue de Buci, 17, à Paris, demande le concours de la Société, pour propager la culture et l'emploi d'une nouvelle plante textile, dont il a étudié la culture, et qui donne des produits d'une beauté remarquable. (Agriculture et arts chimiques.)

M. *de Soulages* (L.), ingénieur civil, rue Croix-des-Petits-Champs, 4, à Paris,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

envoie une brochure sur un nouveau procédé de traitement des vignes phylloxerées. (Agriculture.)

M. *Marie*, passage des Poissonniers, 7, à Paris (Montmartre), envoie la description d'un nouveau genre de tablettes alimentaires dont il propose l'emploi. (Arts économiques.)

M. *Vincey* (Hubert), ancien agriculteur à Chaumont (Haute-Marne) ; Mémoire sur un nouveau procédé pour la désinfection des fosses d'aisances. (Arts économiques.)

M. *Stewart* (Ch.), à Londres, Colebrook Row, 50 ; description d'une lampe électrique analogue à celle de MM. *Granier*, *Wedermann*, etc. (Arts économiques.)

M. *Barrault* (Emile), ingénieur civil, boulevard Saint-Martin, 17, envoie un numéro d'un journal *la Propriété industrielle,* contenant un article qu'il a rédigé sur l'examen préalable des brevets d'invention. (Commerce).

M. les *Secrétaires* signalent les ouvrages suivants.

M. *Pourquier* (P.), médecin-vétérinaire à Montpellier, brochure in-8°, sur les mesures sanitaires prises dans le commerce du bétail entre l'Algérie et la France.

O Constructor, publication mensuelle destinée spécialement aux constructeurs de travaux publics et, en général, à tous les constructeurs et industriels, 1er numéro in-8°, en portugais. Lisbonne, 1880.

Programme des concours ouverts par la Société des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille.

Trois traités spéciaux envoyés par M. *Rothschild*, éditeur, 13, rue des Saints-Pères, Paris :

1° *La pisciculture,* par M. *Jules Pizzetta*, et l'*ostréiculture*, en France, par M. *De Bon*. Un volume in-18, illustré.

2° *La chimie et la géologie agricole,* traité pratique par *Stanislas Meunier*. Ouvrage orné de 202 gravures in-18.

3° *Traité de géologie technologique*, par *Stanislas Meunier*. In-18, illustré.

M. *Barrault* (Emile), ingénieur civil, membre de la Société, donne des explications au sujet de la lettre qu'il a écrite, dans la précédente séance. Son but était de faire connaître que M. *Rhodes* est breveté en France pour l'invention de *l'audiphone*, et que cette invention porte non pas sur la matière dont l'instrument est composé, mais sur son principe lui-même.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Vacance dans le comité de l'agriculture.* — M. *Boitel* fait, au nom du comité de l'agriculture, un rapport pour exposer au Conseil que le comité de l'agriculture a perdu récemment un de ses membres, M. *Bourgeois*, qui doit être remplacé, et pour faire déclarer officiellement l'existence d'une vacance parmi les membres de ce comité.

Cette proposition, mise aux voix, est adptée, et la vacance est déclarée par le Conseil.

Transformation de mouvement. — M. *Edouard Collignon* présente, au nom du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comité des arts mécaniques, un rapport sur un dispositif imaginé par M. *Perrolaz*.

Le rapporteur propose d'adresser des remerciements à M. *Perrolaz*, et de décider l'insertion dans le le *Bulletin* du présent Rapport, avec la figure qui doit y être jointe.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Dynamomètres. — M. *Collignon* (Edouard), fait, au nom du même comité, un Rapport sur les freins dynanométriques, de MM. *Carpentier* et *Deprez* (Marcel).

Le comité propose de remercier les auteurs de leur intéressante communication, et de décider l'insertion dans le *Bulletin* du présent Rapport, avec les figures et les légendes qui fassent comprendre la disposition et le jeu des deux appareils.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Le crédit agricole, par *M. Damourette*. — M. *Bella* fait une analyse de la proposition de M. *Damourette*, en faveur du crédit dans l'agriculture.

Communications. — *Mesures de pressions développées par les gaz de la poudre, au moyen des appareils dits accélérographes*. — M. le colonel *Sebert* présente à la Société des appareils accélérographes qui sont dus à M. *Marcel Deprez*. Ces appareils sont destinés à la mesure des pressions développées par les gaz de la poudre, et, convenablement modifiés, ils peuvent servir aussi à enregistrer la loi du recul des bouches à feu. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Séance du 9 *avril* 1880.

Présidence de M. Dumas, président.

Correspondance. — M. *Puiraveau* (Justin), passage Beaulieu, 4, à Bercy, présente une cuve cylindrique, à fond mobile, pour empêcher l'altération des vins en vidange. (Agriculture.)

M. *Berne*, ancien agent-voyer, rue Rivay, 31, à Levallois-Perret (Seine), soumet son système de ventilation hygiénique des fosses d'aisances au moyen de l'appareil qu'il nomme *trisiphon*, et qu'il propose d'appliquer également à la ventilation des mines. (Arts économiques.)

M. *Boitel*, menuisier, à Noailles (Oise), envoie un spécimen d'une plinthe mobile pour fermer le joint au bas des portes lorsque le plancher n'est pas de niveau. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Francq* (Léon), ingénieur, rue de Châteaudun, 54, à Paris, envoie à la Société divers documents pour constater le succès de la locomotive sans foyer qu'il a construite et qui fonctionne sur diverses lignes de tramways. Ce sont :

La copie d'une lettre du 6 septembre 1878 de M. le Ministre des travaux publics, constatant le succès des expériences faites sur le tramway de Rueil à Marly, par le directeur de l'exploitation des chemins de fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une copie d'une lettre de M. *Heurley*, syndic de la faillite des tramways de Paris, Versailles et extension, sur l'emploi des locomotives sans foyer dont il se sert sur ces tramways.

Un exemplaire des proceedings de l'Institution des ingénieurs-mécaniciens à Londres en octobre 1879.

Le procès-verbal de la lieutenance de la Basse-Autriche, le 24 mai 1879, pour un essai de la locomotive sans foyer. (Comité des arts mécaniques.)

MM. *Dantony* et *Singrün* fils, constructeurs-mécaniciens, à Épinal (Vosges), demandent que la Société fasse examiner leur machine à trois cylindres et à piston-tiroir. (Arts mécaniques.)

M. *Demolon* (L.), rue Saint-Maur, 170, à Paris, envoie de nouveaux documents au sujet de son appareil de leviers d'aiguilles et de disques conjugués, pour éviter les accidents sur les chemins de fer. (Arts mécaniques.)

M. *Bohin* (Benjamin), fabricant d'aiguilles et de boîtes, à Laigle, et membre de la Société d'encouragement, appelle l'attention sur l'importance qu'il y aurait à taxer, au nombre et non au poids, les aiguilles à coudre dans lesquelles le poids du métal ne représente qu'une partie infiniment petite de la valeur, et où la main-d'œuvre, qui est en proportion du nombre des aiguilles, a la plus grande importance. Il envoie, pour appuyer sa demande, une collection des diverses grandeurs d'aiguilles à coudre dans tous les numéros. (Commerce.)

M. *Labrousse* (Ch.), fait présenter par M. *Haton de la Goupillière,* membre du Conseil, deux fascicules des questions maritimes, dont il s'occupe pour rendre les navires insubmersibles ; une note manuscrite de l'auteur précise le problème qu'il a voulu résoudre et les propositions qu'il fait à ce sujet. (Arts mécaniques.)

M. *Delaye* (Alph.), rue des Boulets, 79, demande le secours de la Société pour faire adopter son procédé breveté pour la destruction complète du phylloxera et la renaissance immédiate des vignes. (Agriculture.)

M. *Seigle* (J.), rue du Pont, 1, à Niort, a inventé un système de coulage pour la céramique, très-simple et peu coûteux, et il demande un secours à la Société pour pouvoir exploiter fructueusement son procédé. (Arts chimiques.)

Le *Comice de Narbonne* envoie un exemplaire de la pétition qu'il a présentée aux Chambres pour demander que les vins d'importation étrangère payent, à leur entrée en France, le droit commun sur le titre alcoolique dépassant 12 degrés. (Commerce.)

M. *Joly* (Jules), à Clastre, par Montescourt (Aisne), envoie diverses notes sur des projets qu'il a soumis au gouvernement parmi lesquels :

Une indication de canal maritime de la Somme et combustible économique ;

Une note sur la régénération de la pomme de terre ;

Un moyen pour la destruction du phylloxera ;

Un nouvel impôt. (Commerce.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Armengaud* jeune, ingénieur-conseil, ancien élève de l'École polytechnique, envoie deux exemplaires du Mémoire qu'il a publié, après l'avoir présenté au Congrès international du génie civil, et qui traite de la transformation du travail mécanique en chaleur et de l'application à la production industrielle du froid. (Commission du *Bulletin*.)

M. *Casalonga* (D.-A.), ingénieur, rue des Halles, 15, à Paris, envoie la seconde année de son journal hebdomadaire, la *Chronique industrielle*.

M. *Cacheux* (E.), officier d'académie et membre de la Société, quai Saint-Michel, 25. Rapport sur les habitations ouvrières exposées en 1778.

L'*Association philotechnique*, rue Serpente, 24, à Paris, envoie le premier numéro de son *Bulletin mensuel*, qui a pour but de donner une extension de plus en plus considérable à l'œuvre d'instruction populaire que poursuit cette association. (Commerce.)

M. *Ch. de Franqueville ;* lettre imprimée au président de la commission des annales des ponts et chaussées, sur l'état des chemins de fer en Angleterre.

MM. les *Secrétaires* signalent, en outre, les publications suivantes :

M. *A. de Hemptinne*. Esquisse historique sur le siphon. Brochure grand in-8°.

M. *Tyson*. Vase-engine, Bultonwood street, n° 1301, Philadelphia, United States. Brochure in-18.

M. *Joly* (Ch.). Note sur les serres du jardin botanique de Copenhague. Brochure in-8.

Le même. Étude du matériel horticole à l'Exposition universelle de 1878. Brochure in-8°.

M. *Fauvel* (L.), rue de Buffon, 53, à Paris. Culture de l'asperge à la charrue, bénéfice 6 000 francs à l'hectare.

M. *Fauvel* (L.). Nouveau traitement du pêcher, système *Chevalier* aîné.

M. *Ch. de Laboulaye* présente au Conseil, de la part de M. *de Comberousse*, membre du Comité des arts mécaniques, un exemplaire de la 4e édition du Traité de géométrie de MM. *Eugène Rouché* et *Ch. de Comberousse*, professeurs à l'École centrale ; un vol. in-8°, en deux parties, dans lequel les auteurs, en se conformant aux programmes officiels, se sont appliqués à faire comprendre la portée de la science par une vue générale de ses principales méthodes, dont l'exposition est faite dans des appendices spéciaux.

NÉCROLOGIE. — M. le *Président* annonce à la Société la mort de M. *Violette*, directeur des manufactures de l'État en retraite, ancien adjoint au maire de Lille, officier de la Légion d'honneur, et l'un des plus anciens et des plus zélés membres de la Société.

M. *Violette* (Jules-Henri-Michel) est né à Paris, le 22 mai 1809, et est sorti de l'École polytechnique, en 1830, dans l'Administration des poudres et salpêtres.

En 1839, il fut nommé directeur de la poudrerie de Saint-Médard, près de Bordeaux, puis, en 1840, de celles d'Esquerdes, près de Calais. En 1852, il était directeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la raffinerie de salpêtres de Lille et c'est dans cette ville qu'il termina sa carrière administrative, en 1872, après avoir été nommé successivement chevalier, puis officier de la Légion d'honneur.

Pendant son séjour dans la ville de Lille, il fut nommé membre du Conseil de salubrité et membre de la Société des sciences, puis membre du Conseil municipal et enfin il remplit jusqu'en 1878 les fonctions d'adjoint de la municipalité. On lui doit la fondation du musée industriel de Lille et celle de la Société immobilière pour la construction à bas prix des maisons d'ouvriers.

On doit aussi à M. *Violette :*

Le procédé employé aujourd'hui pour extraire et purifier la résine du pin maritime;

De nombreux Mémoires relatifs aux poudres et salpêtres ;

Divers Mémoires sur l'emploi de la vapeur surchauffée pour la distillation du mercure, la cuisson du pain de munition, la dessication des bois, la carbonisation du bois ;

Une méthode importante sur la fabrication des vernis des résines dures (copal et karabé) ;

Et d'autres études chimiques ou techniques publiées à diverses époques.

Le Conseil de la Société d'encouragement a eu plusieurs fois recours à son expérience éclairée, et il a toujours trouvé en lui le concours le plus empressé et le plus utile. M. le *Président* demande que le procès-verbal de la séance contienne l'expression des regrets que M. *Violette* laisse parmi les membres de la Société.

Élection d'un membre du comité de l'agriculture. — Le Conseil procède à l'élection d'un membre du Comité de l'agriculture, par suite de la vacance déclarée par décision du Conseil du 12 mars 1880.

Le candidat présenté par le comité et dont les titres ont été examinés par le Conseil en comité secret, est M. *Ronna,* ingénieur.

Un scrutin est ouvert, par M. le *Président*, par cette élection, et le dépouillement fait par le Bureau, donne l'unanimité des suffrages moins un à M. *Ronna*.

En conséquence, M. le *Président* proclame M. *Ronna* membre du Conseil pour le comité de l'agriculture.

Conformément à l'article 25 des statuts, cette élection sera soumise à la ratification de la Société dans une prochaine assemblée générale.

Rapports des comités. — *Vacances dans le Comité des constructions et des beaux-arts.* — M. *Rossigneux* fait, au nom du comité des constructions et des beaux-arts, un rapport au Conseil pour faire constater l'existence d'une vacance dans le nombre des membres de ce comité.

M. le *Président* met aux voix les conclusions de ce rapport, et le Conseil déclare l'existence d'une vacance dans les membres de ce comité,

Zincographie. — M. *Popelin* (Claudius) fait, au nom du comité des Constructions et des Beaux-Arts, un rapport sur l'extension donnée à la substitution des plaques de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

zinc aux pierres lithographiques, par M. *Monrocq*, imprimeur-lithographe, rue Suger, 3, Paris.

Le comité des constructions et des beaux-arts propose de remercier M. *Monrocq* et d'ordonner l'insertion au *Bulletin* du présent Rapport.

M. le *Président* met aux voix les conclusions de ce Rapport qui sont approuvées par le Conseil.

Nouvelles formes de radoub à Toulon. — M. *Voisin Bey* fait, au nom du comité des constructions et des beaux-arts, un Rapport sur une combinaison nouvelle imaginée par M. *Hersent*, entrepreneur de travaux publics, pour la construction de deux nouvelles formes de radoub de grandes dimensions dans la darse de Missiessy, au port de Toulon.

Le comité des constructions et des beaux-arts propose de remercier avec éloge M. Hersent de sa très-intéressante communication et de décider l'insertion au *Bulletin* du présent Rapport, avec son appendice concernant les calculs de résistance et avec les dessins explicatifs.

Les conclusions de ce Rapport, mises aux voix, sont adoptées par le Conseil.

Communications. — *Galvanomètre.* — M. *d'Arsonval* expose, devant la Société, le moyen de se servir du téléphone comme un galvanomètre d'une extrême sensibilité.

On avait déjà remarqué que les courants directs ou indirects qui se développent ou sont employés dans le téléphone, étaient d'une faiblesse telle qu'il était difficile de comprendre comment on pouvait obtenir des effets aussi marqués et persistants avec d'aussi faibles courants. M. *d'Arsonval* a utilisé cette propriété du téléphone pour en faire le galvanomètre le plus sensible que l'on connaisse.

La constatation de l'existence d'un courant résulte du passage du son dans un téléphone dont le circuit fait partie. M. *d'Arsonval*, montre par expérience que la sensibilité de ce procédé est un grand nombre de fois, peut-être cent fois, plus grande que celle d'un nerf qu'on a jusqu'ici employé comme galvanoscope. Il fait ensuite une application de cette méthode à la manifestation du courant qui se produit dans les contractions musculaires. (Renvoi au comité des arts économiques.)

Nomination des membres. — Sont nommés membres de la Société :

M. *Armengaud* aîné, fils, ingénieur, à Paris ; M. *Grammont*, affineur et tréfileur de cuivre, à Pont-Cherry (Isère).

Séance du 23 *avril* 1880.

Présidence de M. Dumas, président.

Correspondance. — M. *Rabache* (Ch.), à Morchain, par Nesles (Somme), envoie une note manuscrite contenant l'annonce de cinq inventions, la première relative aux travaux graphiques, et les quatre autres à l'exploitation des chemins de fer. (Arts mécaniques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Ballé* (A.), passage de la Trinité, 3, à Paris, envoie, comme spécimen, un flacon de conserves où la fermeture est formée par une bague en fer, qui a une adhérence complète avec le verre du col du flacon; sur cette bague on soude à l'étain l'opercule qui complète la fermeture hermétique.

Pour suppléer à ce qu'il y a d'incomplet dans les détails fournis par M. *Ballé*, M. *Mangon*, membre du Conseil, donne quelques explications sur la manière dont on fait adhérer la bague en fer avec le verre du flacon. (Arts économiques.)

M. *Leroy de Kéraniou,* rue de Paris, 137, aux Lilas (Seine), demande l'aide de la Société pour payer une annuité de brevet, au sujet d'un système de portes, barrages et écluses à sas mobiles. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Gambier,* boulevard Saint-Michel, 85, à Paris, présente un nouveau système de chauffage par le gaz, et fait fonctionner cette nouvelle cheminée devant l'Assemblée. (Arts économiques.)

La Société industrielle du Nord de la France envoie le programme des prix qu'elle a mis au concours.

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* envoie un exemplaire du volume XCVI de la collection des brevets d'invention.

M. *Magnin* (Célestin), à Barfleur, fait connaître ses recherches pour trouver une couleur rouge destinée à la porcelaine grand feu. (Arts chimiques.)

M. *Marot* (L.), à Templeuve, près Lille (Nord), présente à la Société un mémoire sur le dosage par liqueurs titrées : 1° de l'acide carbonique; 2° de la potasse. (Arts chimiques.)

M. *Chotteau* (Léon), avenue de Villiers, 75, Paris, s'occupe des relations commerciales entre la France et les États-Unis d'Amérique, et il envoie à la Société copie d'un document qu'il a adressé à M. le *Président* du conseil des ministres à ce sujet. (Comité du commerce.)

ÉLECTION D'UN MEMBRE DU CONSEIL POUR LE COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS. — Le Conseil procède à l'élection d'un membre du comité des constructions et des beaux-arts, par suite de la vacance dans ce comité, déclarée le 9 avril courant.

Le candidat présenté par la commission et dont les titres ont été examinés par le Conseil en comité secret, est M. GEOFFROY (Édouard), ancien directeur de la faïencerie de Gien.

Un scrutin est ouvert par M. le *Président* pour cette élection, et le dépouillement fait par le Bureau donne l'unanimité des voix à M. *Geoffroy*.

En conséquence, M. le *Président* proclame l'élection de M. *Geoffroy* (Édouard) comme membre du Conseil d'administration de la Société pour le comité des constructions et des beaux-arts.

Conformément à l'article 25 des statuts, cette élection sera soumise à la ratification de la Société dans une prochaine assemblée générale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Nouveaux tissus.* — M. *de Laboulaye* fait, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur les nouveaux tissus de M. *Lecaisne-Maréchal,* rue de Cléry, 23, à Paris.

Le comité propose de remercier M. *Lecaisne-Maréchal* de sa communication et d'insérer le présent Rapport dans le *Bulletin.*

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Jeux de cartes instructifs. — M. *Davanne* fait, au nom du comité des constructions et des beaux-arts appliqués à l'industrie, un Rapport sur les jeux de géographie et d'histoire présentés sous le nom de jeux du Magister par M. *A. Latry*, 12, boulevard Saint-Martin, à Paris.

Le comité appréciant les services que les jeux inventés par M. *Latry* peuvent rendre à l'instruction, propose de le remercier de sa présentation et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin.*

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Décoration des glaces argentées. — M. *Davanne* fait, au nom du comité des constructions et des beaux-arts appliqués à l'industrie, un Rapport sur un procédé de décoration des glaces argentées, présenté par M. *Leclère,* rue Bonaparte, 58, à Paris.

Le comité propose de remercier M. *Leclère* de son intéressante présentation et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin.*

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Enregistreur sec de la pression du gaz.* — M. *Brouardel* (E.), rue de Lille, 1, et chez MM. *Nicolas, Chalmon* et *comp.,* constructeurs, 53, rue Rodier, présente à la Société un appareil enregistreur sec, pour constater les variations de la pression du gaz.

Cet appareil est destiné à représenter graphiquement les variations de la pression du gaz, soit à l'usine pendant les diverses phases de la fabrication, soit sur un point quelconque du réseau de la canalisation.

Jusqu'à ce jour, les appareils de ce genre ont été basés sur l'emploi d'une cloche cylindrique annulaire, placée dans un cylindre rempli d'eau et recevant la pression à l'intérieur.

L'élévation de la cloche étant proportionnelle à la pression, peut, en conséquence, servir à sa mesure.

Le tracé se fait à l'aide d'un crayon solidaire de la cloche, appuyant sur un papier enroulé autour d'un cylindre mobile actionné par une horloge. Le papier est divisé en lignes verticales représentant les pressions, et en lignes horizontales servant à indiquer les heures. Dans un modèle un peu plus petit, le papier est fixé sur un disque que conduit l'horloge. Il se trouve alors divisé suivant des circonférences concentriques correspondant aux heures et par des rayons servant à la mesure des pressions.

Ces instruments conviennent comme appareils à poste fixe placés, soit dans les salles d'émission du gaz, soit dans les bureaux de ville des Compagnies du gaz; mais,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par leur construction même, leur poids, leur volume, les soins nécessaires à leur installation, ils ne sont pas facilement transportables.

A plus forte raison, ne peut-on pas facilement déplacer plusieurs et même un de ces instruments plusieurs fois dans une même journée, dans une même soirée, et les porter sur les points où il serait intéressant d'observer comparativement les variations de la pression, soit sur un point quelconque de l'usine, soit sur les conduites de la ville, soit même sur les appareils des abonnés; leur déplacement, leur pose sont toujours choses relativement onéreuses. Enfin leur prix élevé est un obstacle à leur généralisation.

Le système d'indicateur que présente M. *Brouardel* est destiné à remplir les desiderata indiqués ci-dessus.

Cet indicateur ne comporte l'emploi d'aucun liquide; il inscrit la pression en même temps que l'heure à laquelle cette pression s'exerce.

Il se compose d'un gros cylindre métallique garni intérieurement, vers son tiers inférieur, d'un épaulement circulaire et qui sert à le soutenir sur une platine; cette platine est mise en mouvement par une horloge disposée dans la partie inférieure du cylindre, et dont le bouton de remontage est placé sous l'appareil et dans l'épaisseur du socle sur lequel l'horloge est fixée.

A droite et à gauche du cylindre principal, sont deux colonnes réunies en haut par une traverse; sous cette traverse est fixé un disque fermant l'ouverture supérieure du cylindre, mais sans le toucher, de façon à ne pas gêner sa rotation. Une poignée articulée sur le disque sert à prendre l'appareil.

La partie supérieure du cylindre est occupée par une sorte de gobelet relié à un plateau métallique horizontal d'un diamètre moins grand que celui du gobelet, et par une membrane qui n'est jamais absolument tendue. Cette membrane, dans l'appareil présenté, n'est autre qu'une peau de chevreau imperméabilisée à l'aide d'un enduit d'huile d'amandes douces et de mine de plomb, puis revêtue d'une couche de glycérine.

Le gobelet est immobile et reçoit un tube qui amène la pression dans son intérieur; l'extrémité extérieure de ce tube est muni d'un robinet.

La cuvette supérieure est mobile et porte une tigelle à laquelle est attaché un cordonnet de soie tressée qui traverse la pièce fixe.

Entre cette pièce et la cuvette centrale reliée au gobelet par la membrane, est un ressort à boudin antagoniste de la pression, solidaire du plateau et fixé à son centre.

Par l'action de la pression du gaz arrivant sous le disque horizontal, le ressort se comprime progressivement. Or, la résistance à la compression du ressort étant proportionnelle au raccourcissement correspondant, le mouvement ascensionnel du plateau permettra de représenter les variations de la pression.

Le fil attaché à la tigelle s'enroule sur une poulie calée sur le même arbre qu'une autre poulie plus grande. Sur cette dernière poulie, un cordonnet de soie est fixé en un point, vers le milieu de sa longueur, et pend de chaque côté après avoir plusieurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fois contourné la poulie. L'extrémité qui pend en avant doit, par la position de la grande poulie, tomber au-devant de la colonne ; l'autre extrémité doit suivre à peu près l'axe de cette colonne.

A la première extrémité est suspendu un chariot guidé par une tige et portant un style écrivant, convenablement garni d'encre ordinairement à base de glycérine ou d'huile pour éviter qu'elle ne sèche trop rapidement ; deux gouttes d'encre glycérinée suffisent pour soixante-douze heures d'inscription.

L'extrémité du fil qui pénètre dans la colonne porte un poids qui doit être supérieur à celui du chariot de la plume écrivante et de la membrane, ainsi que de la cuvette centrale ; la colonne elle-même sert de guide à ce poids.

Pour se servir de l'appareil on fixe sur le cylindre une feuille de papier divisée, dans le sens vertical, en autant de lignes que le cylindre mettra d'heures à accomplir une révolution.

Dans le sens horizontal, les divisions représentent des centimètres d'eau ou de mercure selon la force du boudin qui peut être construit de façon à être en rapport avec la pression à inscrire.

Si, maintenant, une pression arrive dans le gobelet, le boudin s'écrasera, la tige s'élèvera et le poids qui est dans la colonne enroulera sur la poulie la corde fixée à la tige en même temps qu'il élèvera le style écrivant. Si la pression diminue, le boudin écrasera à son tour la membrane et le plateau horizontal en tirant sur le fil remontera le poids, ce qui laissera descendre le chariot. Si la différence entre le diamètre des deux poulies est grande, la différence entre la course verticale du style et celle de la tigelle sera grande aussi et toujours dans le même rapport, ce qui peut permettre une certaine amplification.

Le tracé se fait par un style spécial donnant des courbes indélébiles à l'aide de la glycérine colorée. La disposition de la pointe annule le frottement du crayon, qui dans les indicateurs ordinaires nuit à la sensibilité.

En prenant le soin de serrer à fond la vis qui fixe le poids et de relever le style qui peut être arrêté par une vis également à une petite distance du cylindre, l'appareil peut se transporter à la main à l'aide de sa poignée, soit dans sa boîte, soit à nu. Il n'exige aucune précaution spéciale ; son poids n'est que de 2 kilos environ.

Il fonctionne bien sans qu'il soit indispensable de le placer absolument horizontalement. Pour le mettre en service, il suffit de relier l'instrument, à l'aide d'un tube en caoutchouc, à un bec quelconque, soit un bec public, soit un bec particulier, situé près de l'endroit où l'on veut observer les variations de la pression. Il est établi couramment pour indiquer jusqu'à 120 millimètres de pression.

Son prix est de 125 francs, c'est-à-dire inférieur de deux, trois et quatre fois au prix des indicateurs inscripteurs connus, tous à eau et par conséquent volumineux et pour ainsi dire immobilisables.

Plus de cent appareils de ce genre ont été commandés par des ingénieurs, direc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teurs d'usines à gaz et la plupart, déjà livrés, fonctionnent en Angleterre, en Allemagne, en Belgique, en Suisse, en Italie et en France. (Renvoi au comité des arts économiques.)

Frein continu à embrayage électrique. — M. *Achard* explique à la Société les simplifications qu'il a apportées à son frein à embrayage électrique, pour les trains en mouvement sur les chemins de fer (1).

Le mouvement continu de l'électro-aimant pendant la marche a été supprimé et par suite toutes les pièces de transmission de ce mouvement. On a ajouté l'action automatique que M. le Ministre des travaux publics a recommandée avec instance. Comme précédemment, il n'y a aucune installation de mécanisme sur la locomotive.

Le fourgon de tête et celui d'arrière sont, tous deux, munis d'une pile accumulatrice Planté et de commutateurs destinés à lancer les courants tout le long du train.

Chaque voiture est armée d'un seul électro-aimant tubulaire suspendu au châssis comme un pendule, parallèlement à l'un des essieux et à une faible distance. Pendant la marche, repos absolu de l'électro-aimant tubulaire, qui se maintient constamment à la même distance de l'essieu sans qu'il y ait production de tapotement. Les trois employés du train peuvent manœuvrer tous les freins à la fois : le mécanicien, sur la locomotive, au moyen de deux cordons aboutissant au commutateur du fourgon à bagages ; le chef de train, avec le même commutateur, à côté de la guérite, et le serre-frein du fourgon d'arrière, avec le commutateur de la pile d'arrière.

Aussitôt que la manivelle de l'un des commutateurs est portée au serrage, le courant électrique de la pile accumulatrice, parcourant instantanément toute la longueur du train, traverse les électro-aimants pendulaires de toutes les voitures. Ces électro-aimants sont attirés par les essieux correspondants, qui les entraînent en leur transmettant leur mouvement rapide de rotation.

Les chaînes attachées sur l'arbre tournant de chaque électro-aimant s'enroulent et soulèvent instantanément les leviers, qui font appuyer les sabots sur les roues avec une force telle qu'en une seconde et demie toutes les roues peuvent être immobilisées complétement. Le train est ainsi converti en un vaste traîneau glissant et s'arrêtant à moins de 200 mètres, même à une vitesse de plus de 80 kilomètres à l'heure.

Il ne peut y avoir ni choc, ni secousse, *parce que toutes les voitures, aussi bien les dernières que les premières, quel que soit leur nombre, sont enrayées avec une simultanéité absolue.*

Les voyageurs ne s'aperçoivent que d'un changement de vitesse par le passage du roulement au glissement sur les rails.

Il n'est nullement nécessaire d'immobiliser les roues de tous les véhicules : l'expérience prouve qu'en exerçant au moyen des sabots une pression très-voisine de celle du calage complet, on obtient des arrêts beaucoup plus rapides.

(1) Voy. le Rapport de M. *Collignon*. *Bulletin* de 1879, 3 série, t. VI, p. 169.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un appareil modérateur très-simple, à fil de résistance, permet au mécanicien de régler à volonté l'écoulement de l'électricité (1) et, par suite, de faire varier à volonté la pression des sabots sur les bandages des roues. Avec cette précaution, le train lancé à la même vitesse, s'arrête à moins de 150 mètres au lieu de 200 mètres.

Un autre avantage de l'appareil modérateur, c'est de prolonger pendant des heures entières la durée de l'enrayage des voitures sans épuiser sensiblement le réservoir de l'électricité de la pile accumulatrice. Sur les pentes à fortes inclinaisons et à grandes longueurs, on peut ainsi modérer à volonté la vitesse du train en maintenant les freins serrés au besoin pendant plusieurs heures.

L'automaticité s'obtient avec des piles de relais dans chaque fourgon, reliées par deux câbles électriques accolés aux deux câbles des piles accumulatrices. Ces doubles câbles s'accrochent du même coup d'une voiture à l'autre. De cette simple disposition, il résulte que tous les freins se serrent automatiquement par le seul fait de la rupture des câbles conducteurs et des dérangements de la pile de relais, et que les voyageurs eux-mêmes, en cas d'urgence, peuvent serrer tous les freins et arrêter le train.

Un autre avantage des piles de relais, c'est que le mécanicien peut du même coup faire agir instantanément à la fois la pile accumulatrice de tête et celle d'arrière. D'où cette conséquence que, *tous les freins sont actionnés par deux courants égaux et concordants et reçoivent une quantité absolument égale d'électricité, quelle que soit la longueur du train.*

Cette certitude *d'une action simultanée et d'égale énergie, pour les freins des premières voitures et des dernières,* rend facile l'application des freins à embrayage électrique, non-seulement aux trains rapides composés d'un nombre limité de véhicules, mais aussi aux trains mixtes et aux trains de marchandises. Ces derniers n'ont évidemment besoin que de deux groupes de freins électriques, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière. Les autres wagons de toutes provenances sont reliés par des câbles portatifs s'adaptant comme, à la Compagnie de l'Est, à n'importe quel véhicule. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

---

(1) On peut dire écoulement de l'électricité parce que la pile de M. Planté est un véritable réservoir.

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON. 5. — 1879.
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1

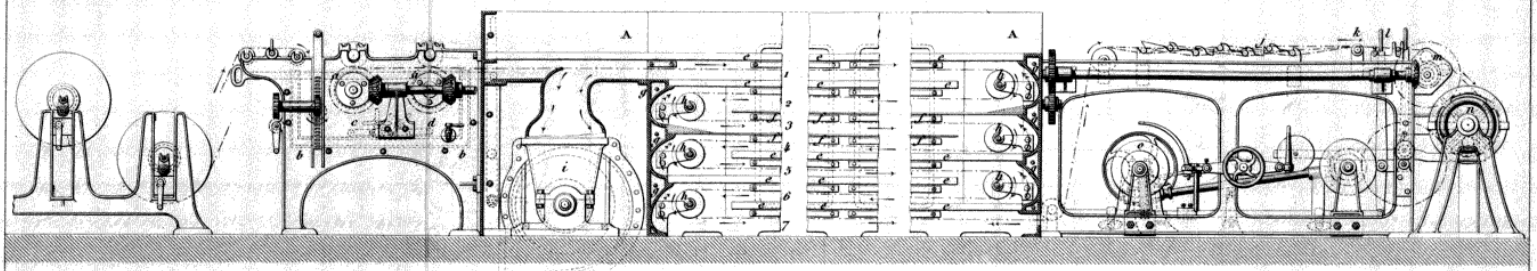


Fig. 4

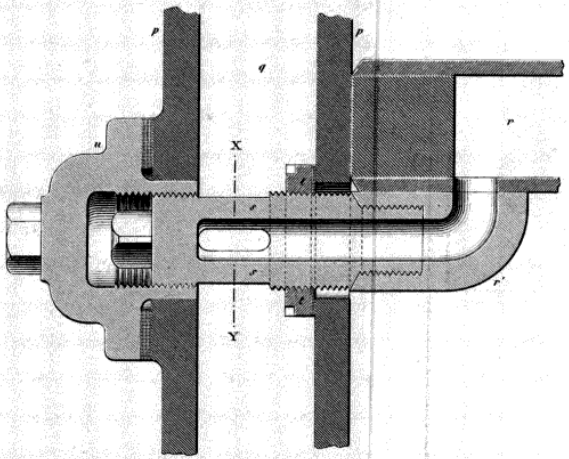


Fig. 2

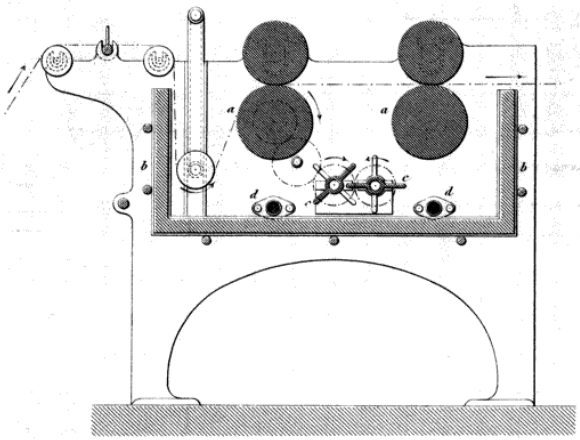


Fig. 3

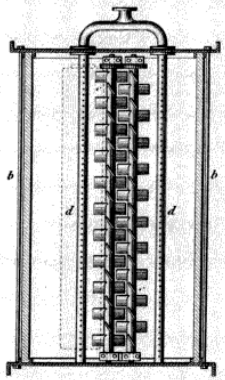


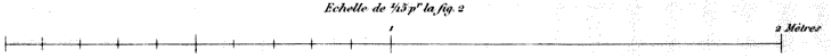
Fig. 5



Echelle de 1/30 pr les fig. 1 et 3.



Echelle de 1/5 pr la fig. 2



Echelle de 1/2 pr les fig. 4 et 5



Imp. R. Taneur, Paris. *Leblanc del. L. Chaument et Bertrand sc.*

MACHINE À ENCOLLER LES FILS, PAR M.M. TULPIN.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

79e année. Troisième série, tome VII. Mai 1880.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *de* M. EDOUARD COLLIGNON, *sur un* DISPOSITIF RÉALISANT LA TRANSFORMATION DU MOUVEMENT CIRCULAIRE EN MOUVEMENT RECTILIGNE, *imaginé par* M. PERROLAZ, *à Thonon* (*Haute-Savoie*).

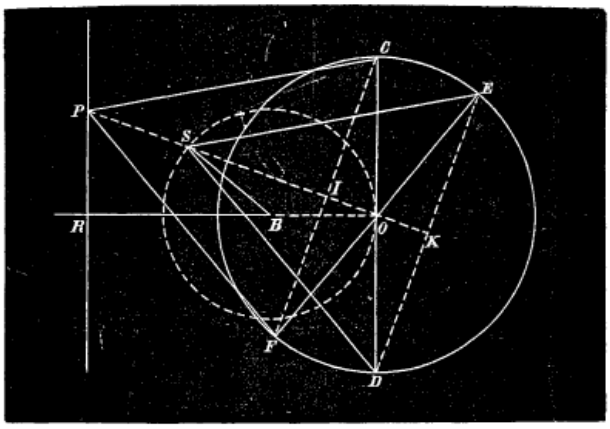
Messieurs, le problème qui consiste à guider un mouvement rectiligne à l'aide de tiges animées de mouvements circulaires, problème que Watt a approximativement résolu par son *parallélogramme articulé*, a été longtemps regardé comme n'étant pas susceptible d'une solution rigoureuse. Il n'en est rien cependant, et tout le monde sait aujourd'hui que M. le colonel Peaucellier a fait connaître, il y a quelques années, sous le nom de *réciprocateur*, un système articulé, qui, opérant la transformation par rayons vecteurs réciproques, permet, à l'aide de sept tiges, de faire décrire une droite à l'un des sommets de l'appareil, pendant qu'un autre point parcourt une circonférence. Cette élégante solution du problème de Watt a été trouvée aussi par M. Lipkine, de Saint-Pétersbourg, un peu après la découverte de M. Peaucellier.

L'attention des géomètres étant appelée sur ce sujet, on a vu paraître de nombreuses études sur ces questions de transformation un peu délaissées jusqu'alors. Le réciprocateur primitif à sept tiges a bientôt été amélioré, et l'appareil articulé à cinq tiges qui dérive du trapèze isocèle, a fourni une seconde solution du problème. M. Perrolaz, mécanicien à Thonon (Haute-Savoie), en a récemment adressé une troisième à la Société d'encou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ragement, et je viens vous en rendre compte au nom du comité des arts mécaniques, auquel l'affaire a été renvoyée pour examen et avis.

L'appareil de M. Perrolaz comprend encore sept tiges, dont six constituent le système réciprocateur, et la dernière guide l'un des sommets sur un cercle, pour contraindre le sommet conjugué à décrire une ligne droite. Le dispositif repose sur les principes géométriques suivants :



Menons dans un cercle O deux diamètres CD, EF, puis articulons en C et F d'une part, en E et D d'autre part des tiges d'égale longueur, CP, FP, ES, DS, formant deux à deux des droites parallèles, et réunies aux points P et S. Ces deux points P et S seront en ligne droite avec le centre O du cercle, comme appartenant à la perpendiculaire commune aux milieux I et K des cordes parallèles CF, ED. Je dis de plus que le produit OP × OS est constant. En effet on a à la fois PI = SK et OI = OK ; d'ailleurs

$$OP = PI + IO,$$
$$OS = SK - OK = PI - IO ;$$
$$\text{donc } OP \times OS = \overline{PI}^2 - \overline{IO}^2 = \overline{PI}^2 + \overline{IC}^2 - (\overline{IO}^2 + \overline{IC}^2) = \overline{PC}^2 - \overline{CO}^2,$$

quantité qui reste constante, quelle que soit la déformation du système articulé. L'appareil est donc *réciprocateur*.

Si l'on assujettit le point S à décrire une circonférence passant par le point O, ce qui peut se faire en le rattachant par une tige rigide SB à un point fixe pris à la distance OB = SB, le point P décrira une droite PR perpendiculaire à la droite OB prolongée. On peut remarquer que l'angle en P est toujours aigu, comme angle au sommet d'un triangle isocèle PCF ; il en résulte que les tiges CP, FP demeurent constamment dans des conditions satisfaisantes pour fournir à la tige PR, qu'il s'agit de conduire, l'appui latéral dont elle a besoin pour conserver son mouvement rectiligne.

Au fond la nouvelle solution donnée par M. Perrolaz dérive de celle de M. Peaucellïer ; elle constitue, pour ainsi dire, un nouveau groupement des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mêmes pièces. Si elle a l'avantage d'une ouverture plus constante des angles, dans la portion de trajectoire réellement utilisée, elle a par contre l'inconvénient du croisement des tiges, qu'on doit placer dans des plans différents pour assurer la liberté de leurs mouvements respectifs.

Bien qu'au point de vue pratique le parallélogramme de Watt, avec ou sans les améliorations qui y ont été introduites par M. Tchebicheff, fournisse une excellente solution du problème, les nouveaux systèmes articulés qui résolvent la question en toute rigueur n'en ont pas moins un grand intérêt au point de vue de la cinématique et de la géométrie, et sont susceptibles de certaines applications spéciales. Nous vous proposerons en conséquence, Messieurs, d'adresser des remerciements à M. Perrolaz, et de décider l'insertion du présent Rapport, avec la figure qui y est jointe, dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : Ed. Collignon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 12 *mars* 1880.

CONSTRUCTIONS.

Rapport *fait par* M. Voisin Bey, *au nom du comité des constructions et des beaux-arts, sur un* système de hausses mobiles sur barrages, *imaginé par* M. Jarre, *ingénieur des arts et manufactures, à Ornans (Doubs).*

On sait que dans les usines établies sur les cours d'eau, le barrage qui forme la retenue doit être muni, pour assurer le libre écoulement des eaux de crues, de moyens de décharge consistant généralement en vannes, dites de fond, et en un déversoir de superficie. Lorsque l'ouvrage se trouve sur un cours d'eau à crues abondantes et rapides, il faut donner aux vannes de fond une grande section de débouché et avoir en même temps un long déversoir. Or, la manœuvre des vannes de grandes dimensions exige beaucoup de force, et la nécessité de faire cette manœuvre toujours en temps opportun est une grande sujétion, surtout pendant la nuit; d'un autre côté, le long déversoir de superficie est presque toujours une construction coûteuse. On a cherché quelquefois à réduire la section de débouché des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vannes de fond et à diminuer la longueur du déversoir, en établissant sur celui-ci des hausses mobiles ou vannes de superficie permettant de faire varier la hauteur de la crête du déversoir suivant le plus ou moins grand débit du cours d'eau; mais ces hausses mobiles exigent des passerelles de service, dont les montants forment obstacle au libre passage des glaces et des corps flottants.

En présence des divers inconvénients qui viennent d'être indiqués, M. Jarre s'est proposé de trouver un système de hausses mobiles telles, que l'eau, en arrivant à une hauteur déterminée, put les enlever automatiquement et qu'il ne restât plus alors sur le barrage aucun organe capable d'arrêter les glaces et autres corps flottants; et il a résolu le problème de la manière suivante.

Sur la crête du barrage (ou déversoir), à l'aval, sont établis des arrêts formés, soit de goujons en fer convenablement espacés, soit d'une saillie de la pierre de taille; chaque hausse, dressée verticalement sur le barrage, s'appuie par son pied sur ces arrêts; d'un autre côté, des tringles en fer attachées à la hausse par une articulation placée à une certaine hauteur, et fixées à leur autre extrémité, également par une articulation, sur la crête amont du barrage, empêchent la hausse de céder à la pression de l'eau tant que celle-ci ne dépasse pas une certaine limite. Le point d'attache des tringles aux hausses est déterminé de manière que celles-ci s'abattent dès que le niveau de l'eau, suivant la hauteur de retenue que l'on veut avoir, a atteint ou bien a dépassé d'une certaine quantité le sommet des hausses. On peut d'ailleurs, en variant la hauteur du point d'attache des tringles, faire en sorte que les hausses ne s'abattent que successivement de façon à ne livrer passage à l'eau que proportionnellement au volume fourni par la rivière. Lorsque les hausses sont abattues, le passage se trouve d'ailleurs complétement libre.

Ce nouveau système de hausses mobiles fonctionne, paraît-il, de la manière la plus satisfaisante depuis 1874 aux usines d'Ornans, sur la Loue, rivière torrentielle, dont le débit varie souvent dans le rapport de 1 à 20 et dont les crues se produisent en quelques heures. Le déversoir a une longueur de $47^{m},50$; les hausses, 2 mètres de longueur et $0^{m},80$ de hauteur, chacune retenue par deux tringles en fer; une lame d'eau de $0^{m},15$ d'épaisseur peut déverser par dessus sans les renverser; les hausses s'abattent d'ailleurs sans produire le moindre choc sur la pierre de seuil. Avant l'installation du nou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

veau système, dit M. Jarre, on était forcé d'avoir un surveillant chargé d'observer la rivière et d'abattre les hausses à la moindre crue ; et encore, ne parvenait-on pas toujours à éviter l'exhaussement de la retenue et, par suite, les réclamations. Depuis 1874, la surveillance est complétement supprimée ; les hausses ont toujours fonctionné avec la plus grande régularité ; enfin, la grande sécurité donnée par le système a permis de surélever le niveau de la retenue de $0^m,50$.

Afin de ne rien omettre concernant le système, il convient de faire remarquer que, pour pouvoir remettre les hausses en place, il est indispensable de vider à l'aide des vannes de fond la retenue jusqu'au niveau de la crête du barrage. Deux hommes suffisent d'ailleurs pour relever toutes les hausses, sans fatigue, en une demi-heure.

On voit par l'exposé qui précède, que M. Jarre a résolu d'une manière très-heureuse le problème qu'il s'était posé. Sans vouloir rechercher s'il n'existe pas déjà d'autres systèmes plus ou moins ingénieux de hausses mues automatiquement par la simple action de l'eau, il suffit de constater ici que le système soumis par M. Jarre à l'examen de la Société offre incontestablement les très-sérieux avantages d'une construction simple et économique, d'un entretien facile, d'un bon fonctionnement assuré par la simplicité des organes et confirmé d'ailleurs par une expérience de cinq années, enfin d'une complète efficacité au double point de vue du maintien du niveau normal de la retenue et du libre passage des corps flottants en temps de crues.

En conséquence, le comité des constructions et des beaux-arts vous propose, Messieurs, de remercier M. Jarre de sa très-intéressante communication, et d'ordonner l'insertion au *Bulletin* du présent Rapport avec des bois donnant, à petite échelle, le plan des hausses et deux élévations, l'une des hausses levées, l'autre des hausses abattues.

Signé : Voisin Bey, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *février* 1880.

LÉGENDE RELATIVE AUX HAUSSES MOBILES DE M. JARRE.

Fig. 1. Section verticale du barrage avec ses hausses mobiles relevées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

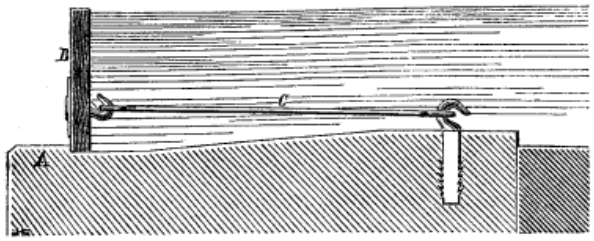


Fig. 1.

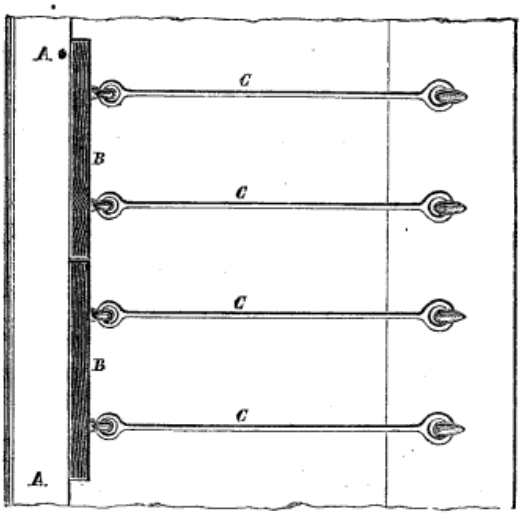


Fig. 2.

Fig. 2. Plan correspondant à la fig. 1.

Fig. 3. Section verticale représentant les hausses abattues.

A, saillie longitudinale, formée par la pierre de taille de la crête du barrage.

B, hausses mobiles verticales s'appuyant par leur base contre la saillie A, et munies, chacune, de deux crochets pour l'attache des tringles C.

C, tringles en fer s'accrochant d'une part aux hausses B et d'autre part à d'autres crochets fixes scellés sur la crête amont du barrage.

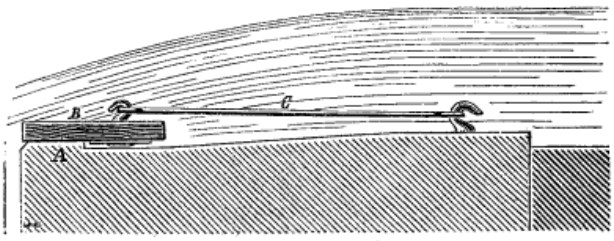


Fig. 3.

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. PIHET, *sur les* ROBINETS GRAISSEURS *présentés par* M. Ermond ROUS, *mécanicien, rue Descartes*, 42, *à Paris*.

Messieurs, M. E. Rous, praticien très-habile, vous a déjà présenté des outils de précision fort bien conçus, exécutés à l'usage des ajusteurs mécaniciens; puis des fermetures pour divers appareils de graissage, bielles, paliers, etc, qui ont été l'objet d'un Rapport favorable (1) et sont devenues d'une application fréquente.

Aujourd'hui, M. Rous vous présente deux robinets graisseurs, destinés aux cylindres et aux tiroirs des machines à vapeur.

(1) Voy. *Bulletin* de 1871, 2e série, t. XVIII, p. 273.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'un permet de graisser, soit d'une manière continue et automatique, soit instantanément.

L'autre s'applique seulement au graissage instantané.

Les robinets graisseurs généralement employés et qu'il est inutile de décrire en détail, sont d'une simplicité rudimentaire, et formés principalement d'un petit réservoir compris entre deux clefs que l'on manœuvre alternativement. Les divers inconvénients que l'on rencontre dans leur emploi ont donné lieu à des combinaisons fort ingénieuses et très-efficaces, qui sont appliquées dans presque toutes les grandes machines.

M. Rous s'est proposé de faire un appareil simple, peu dispendieux, et remplaçant aisément les graisseurs ordinaires, sans donner lieu à de nouvelles dispositions.

Comme tous les autres, il se compose d'abord d'un réservoir placé au-dessus d'une clef; il en diffère par la fermeture supérieure, qui se fait au moyen d'une soupape conique prolongée par une vis, dont l'écrou est fileté dans une traverse mobile.

Pour l'ouvrir, on tourne la vis qui soulève la soupape jusqu'à ce qu'elle la mette en contact avec la traverse qui, à ce moment, tourne d'un quart de tour et démasque l'ouverture. L'huile introduite, la soupape est remise en place et assujettie par la pression de la vis.

Le réservoir est en communication avec la clef du robinet, au moyen d'une petite soupape dont l'ouverture se règle selon l'importance de la consommation. A chaque coup de piston correspond un léger mouvement de cette soupape, et un petit écoulement d'huile.

Pour obtenir un graissage instantané, la clef du robinet porte un second orifice correspondant directement avec le réservoir, et agissant alors absolument comme un graisseur ordinaire, c'est-à-dire vidant d'un coup la petite provision d'huile.

Des repères extérieurs indiquent au machiniste l'orifice qui est en fonction comme dans les robinets à deux eaux.

Le réservoir est construit, soit en bronze, soit en verre; dans ce dernier cas, la surveillance est plus facile.

Le second modèle de robinet n'a pas de petit clapet; la fermeture est absolument la même que celle du précédent.

M. Rous vous présente encore cette même fermeture à soupape et à traverse mobile, appliquée à l'obturation des chaufferettes à eau chaude. Sans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en avoir vu l'application, il n'y a pas à douter qu'elle ne soit d'un bon emploi.

Quant au robinet graisseur, votre rapporteur en a vu en service depuis plus de six mois, et a pu s'assurer ainsi de son efficacité; aussi vous propose-t-il de remercier M. Rous de sa communication, et de faire insérer le présent Rapport dans votre *Bulletin*, en l'accompagnant du dessin nécessaire.

Signé : PIHET, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 11 *juillet* 1879.

LÉGENDE RELATIVE AUX ROBINETS GRAISSEURS DE M. ROUS, REPRÉSENTÉS PLANCHE 115.

Fig. 1. Section verticale du système de robinet permettant de graisser soit d'une manière continue, soit instantanément.

A, siége du robinet, surmonté d'une table circulaire filetée à son pourtour et sur laquelle le réservoir s'assemble à vis.

B, réservoir cylindrique, composé d'un manchon en verre épais reposant sur la table du siége A.

C, rondelle en caoutchouc interposée entre le rebord inférieur du réservoir B et la table du siége A.

D, armature en forme de cage contenant le réservoir B, et s'assemblant sur la table du siége A au moyen de deux longues broches E, E, pénétrant de part en part cette table par deux orifices pratiqués dans son épaisseur.

F, large virole-écrou se vissant sur la table filetée du siége A pour y maintenir solidement le réservoir.

C′, seconde rondelle en caoutchouc interposée entre le rebord supérieur du manchon de verre B et le fond de la cage D.

G, soupape conique s'assujettissant sur une ouverture également conique ménagée au centre de la cage D; c'est par cette ouverture qu'on opère le remplissage du réservoir.

H, vis portant la soupape G, et se terminant à la partie supérieure par un large bouton de manœuvre, moleté à sa circonférence.

I, I′, traverse mobile, en forme d'étrier, servant d'écrou à la vis H; elle est fixée en I′ sur la cage D par une forte vis à tête noyée, autour de laquelle elle peut tourner. Il suffit de relever la soupape G hors de son siége pour opérer la rotation de la traverse et de la vis qu'elle porte et pour démasquer l'ouverture par laquelle on charge le réservoir; le déplacement des pièces est indiquée par le ponctué de la figure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J, épaulement faisant corps avec le desssus de la cage D et sous lequel vient s'emboîter l'extrémité I de la traverse, lorsqu'on ramène les pièces en place pour fermer le réservoir ; à ce moment on tourne la vis et on assujettit la soupape sur son siége.

K, conduit mettant en communication le réservoir B avec les surfaces à graisser, et débouchant au centre de la table du siége A.

L, clé du robinet ouvrant ou fermant la communication.

M, petit bouchon cylindro-conique, reposant librement sur le siége que lui présente la partie supérieure évasée du conduit K et laissant passer une petite quantité d'huile chaque fois qu'il se soulève ; la course de ce bouchon est variable, de manière à régler à volonté la quantité d'huile qui doit passer.

N, virole se vissant dans la partie supérieure du conduit K, et dont le plus ou moins d'enfoncement règle la course du bouchon M ; c'est donc par cette virole que l'huile pénètre du réservoir dans le conduit K et, pour faciliter cette introduction, elle porte une petite fente diamétrale qu'on voit sur la figure.

O, petit écrou maintenant la virole N pour l'empêcher de tourner lorsqu'elle a été vissée à la hauteur voulue.

P, conduit indépendant servant au graissage instantané, selon que la clé du robinet est tournée au cran voulu.

La clé du robinet et le boisseau dans lequel elle tourne portent chacun les trois lettres **A**, **F**, **G**, qui servent de repères pour indiquer qu'en mettant les lettres **A** en regard, on réalise le graissage automatique ; avec les lettres **F** le robinet est fermé, avec la lettre **G** le robinet est ouvert en grand pour graisser instantanément.

Fig. 2. Section verticale d'un robinet ordinaire à soupape G, se manœuvrant comme celle du robinet de la figure 1. Dans ce modèle, la vis de la soupape G se manœuvre avec une béquille au lieu d'un bouton moleté.

Fig. 3. Section verticale partielle d'une chaufferette de chemin de fer, munie d'un système de fermeture semblable à celui des deux robinets ; on voit en ponctué le bouchon G ouvert et déplacé d'un quart de tour avec son étrier-écrou.

(M.)

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. PIHET, *sur les* ATTACHES MÉTALLIQUES POUR LA JONCTION DES COURROIES ET DES CORDES A BOYAUX, *employées dans les transmissions de mouvement ; système imaginé par* M. VIOLETTE, *rue Neuve-Popincourt*, 8, *à Paris*.

Messieurs, la jonction des courroies en cuir transmettant le mouvement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par poulies, s'obtient par des procédés très-divers, dont l'inconvénient général est d'altérer la solidité de ces courroies. Il y a toujours perforation et, par suite, réduction de la section sur les points où la jonction est opérée.

Dans bien des cas, il y a, en outre, une augmentation d'épaisseur plus ou moins prolongée, qui diminue la flexibilité et l'adhérence de la courroie.

Les jonctions les plus répandues sont :

Les lanières de cuir;

Les boucles à ardillon;

Les boulons spéciaux connus sous le nom de boutons;

Les agrafes à deux têtes;

Les plaques à pointes;

Les rivets.

M. J. Violette vous présente un nouveau système d'attache très-efficace, remédiant bien aux divers inconvénients des précédents.

Il ne perce pas la courroie, et ne la double pas.

Cette attache se compose d'une paire de plaques minces, en acier fondu, réunies, suivant qu'elles sont plus ou moins larges, par une ou plusieurs vis de façon à former mâchoire.

A leur contact avec le cuir, ces plaques portent des nervures légèrement saillantes, pénétrant transversalement dans la courroie par la pression des vis qui les réunissent. Cette légère pénétration suffit pour empêcher tout glissement de l'agrafe, et assurer une jonction aussi solide que besoin est; l'expérience a déterminé la surface de nervures en contact nécessaire pour dominer la section de rupture. Trois paires de nervures, entrant dans chaque bout de la courroie, suffisent pour obtenir ce résultat.

Pour jonctionner les courroies larges, il vaut mieux multiplier les agrafes que de les faire de toute la largeur du cuir. Ainsi, une courroie de 30 centimètres de large est dans de meilleures conditions en la réunissant par trois agrafes de 10 centimètres, que si on employait une seule agrafe de 30 centimètres.

Il est souvent nécessaire de tendre à nouveau les courroies, lorsqu'elles sont réunis par les procédés énoncés ci-dessus; on ne peut les raccourcir moins que de la distance d'un rang de trous à un autre; le système de M. Violette permet de les réduire aussi peu que l'on veut.

On a souvent préconisé certaines sortes de courroies composées de tissus divers, soit en chanvre ou en fils métalliques. La jonction de ces courroies,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui ont leurs applications, est plus difficile à faire que celle des courroies de cuir, car les premières s'effilent, et il faut parer à cet inconvénient.

Le système de jonction dont nous vous entretenons remédiera parfaitement à cet inconvénient et facilitera l'emploi de ces courroies.

Si l'on considère que c'est à leur jonction que les courroies s'usent le plus, que leur rupture a lieu là plus souvent qu'ailleurs, et que l'agrafe de M. J. Violette peut se démonter et se remonter avec la plus grande facilité et se conserver longtemps en bon service (une expérience déjà prolongée l'indique), on en conclut qu'il y a là une amélioration sensible dans l'un des organes les plus répandus de nos machines, une chance de moins d'accident et, malgré son prix d'achat supérieur à celui des autres jonctions, une véritable économie dans l'usage.

Ce même mode de jonction, avec une modification dans la forme, s'applique également aux cordes à boyau en usage pour certaines transmissions.

Votre comité vous prie donc de remercier M. Violette de sa communication, et de vouloir bien faire insérer dans votre *Bulletin* le présent Rapport, avec le dessin nécessaire pour le comprendre.

Signé : PIHET, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 11 *juillet* 1879.

LÉGENDE RELATIVE AU SYSTÈME D'ATTACHES DES COURROIES DE M. VIOLETTE, REPRÉSENTÉ PLANCHE 115.

Fig. 4. Vue du côté interne de la plaque de dessous du système d'attaches pour courroies.

Fig. 5. Plaque de dessus vue également du côté interne.

Fig. 6. Section du système d'attaches passant par l'axe des vis de serrage.

a, a, a, ... nervures parallèles mordant dans le cuir, et disposées trois par trois de chaque côté des trous réservés aux vis d'assemblage ; sur la plaque de dessous les nervures sont placées du côté de la convexité, et sur la plaque de dessus qui est plus grande c'est l'inverse (fig. 6).

b, b, fragments des deux parties de la courroie assemblées.

Ainsi que le montre la figure 6, la plaque de dessous ne porte que des trous *c* pour le passage des vis qui sont à tête noyée, tandis que la plaque de dessus est munie de douilles taraudées *d*, correspondant à chaque trou *c*, et pénétrant de part en part le cuir.

La fig. 7 représente en section le même système d'attache appliqué aux cordes à boyau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les fig. 8, 9 et 10 représentent, dans différents plans, les deux plaques d'assemblage au sujet desquelles nous croyons inutile d'entrer dans de plus longues explications. (M.)

VITICULTURE.

Communication relative au phylloxera vastatrix, par M. Dumas, président du Conseil de la Société d'encouragement.

Dans la séance du 13 février dernier, M. Dumas parlant d'une voie nouvelle dans laquelle sont entrées les recherches entreprises pour combattre le phylloxera et du désir qu'il aurait de voir la Société d'encouragement favoriser les efforts qui sont faits dans cette direction, s'est exprimé ainsi :

« Pour bien comprendre l'état de la question, il est peut-être nécessaire de rappeler les moyens employés pour combattre le fléau, et les causes qui en ont limité le succès.

« La principale de ces causes, est la prodigieuse fécondité du phylloxera. Un seul insecte, apparaissant au mois d'avril, est le point de départ de générations qui se multiplient suivant une progression géométrique rapide, de sorte qu'au bout de cinq mois, durée de l'existence annuelle du phylloxera en Bourgogne et en Suisse, le nombre des produits d'une seule mère atteint plusieurs millions. Dans le midi de la France, où la durée de cette existence annuelle est de sept mois, l'effet des derniers termes de cette progression accroît tellement le nombre des insectes à la fin de la saison, qu'il atteint plusieurs milliards d'individus. Leur petitesse et leur dissémination dans le sol, font qu'il en échappe toujours à l'action des vignerons qui travaillent à les détruire, et on ne peut pas empêcher que la saison nouvelle, après l'hiver, ne voie reparaître le fléau aussi destructeur et aussi invincible.

« Tous les efforts tentés dans cette lutte, n'ont abouti qu'à trois procédés d'une efficacité temporaire; les procédés culturaux n'ont rien produit d'utile. Ces moyens d'action efficaces sont : 1° l'*inondation* prolongée de la vigne, quand elle est placée de manière à ce qu'on puisse pratiquer cette submersion; 2° l'emploi du *sulfure de carbone* en injections dans le sol, faites avec la prudence nécessaire pour ne pas nuire à la vigne; 3° l'emploi des *sulfocarbonates*.

« Il est démontré, qu'une vigne, noyée pendant quarante à cinquante jours, sous une couche d'eau permanente, est débarrassée de ses phylloxeras d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manière à peu près complète, et peut, dans la même année, fournir une récolte satisfaisante; mais, si les insectes qu'elle portait ont disparu, rien n'empêche que ceux des vignes voisines et les générations provenant des phylloxeras ailés, ne l'envahissent immédiatement. Si on ne renouvellait pas tous les ans l'inondation protectrice, on serait assuré de voir la vigne périr bientôt par l'invasion de ces nouveaux phylloxeras.

« Des injections de *sulfure de carbone* ou des affusions de *sulfocarbonate* dans le sol, autour d'un pied de vigne, produisent un effet analogue. Les phylloxeras qui se trouvaient sur ce cep de vigne, sont détruits par les exhalaisons toxiques qui les atteignent ; mais de nouveaux insectes arrivent ou sont apportés des ceps voisins et avec leur énergique puissance de reproduction, ils recommencent la lutte contre le vigneron, qui parvient bien à soustraire à leur action la récolte de l'année, mais qui, l'année suivante, voit reparaître le mal.

« Si ces procédés de destruction font périr les phylloxeras qu'ils atteignent, leur emploi et la dépense qu'ils causent, soit en main-d'œuvre, soit en matières à employer, sont donc à recommencer tous les ans, grevant ainsi les frais de culture annuels d'une charge que le bas prix des vins ordinaires rend très-lourde pour la grande majorité des vignobles et que les crus de quelque valeur pourraient seuls supporter, si les déficits annuels des récoltes ne rehaussaient pas le prix des vins communs.

« Lorsque la Commission, nommée par l'Académie pour s'occuper des moyens de combattre ce fléau, s'est réunie, un de ses membres, M. Pasteur, demanda pourquoi on ne mettait pas en première ligne des recherches à faire, celle d'un moyen naturel de s'opposer au développement de cet ennemi de nos vignes. Puisqu'on a constaté, disait-il, qu'une maladie infectieuse peut détruire une race d'insectes, les vers à soie, par exemple, dont les races européennes ont été sur le point de disparaître par la maladie des corpuscules, ne serait-il pas possible de trouver le corpuscule qui tuerait le phylloxera? Peut-être, dans cette proposition, se préoccupait-on trop du corpuscule spécial au ver à soie, lequel, en effet, devait être abondamment répandu dans les vignes par l'emploi des fumiers contenant les résidus des magnaneries sans que le phylloxera en eut souffert, et la pensée de M. Pasteur resta sous une forme théorique dont on n'entrevoyait pas l'application pratique.

« Et bien ! c'est cette idée à laquelle il semble que l'on doive revenir maintenant. De nouvelles observations ont été recueillies depuis cette époque, et celles qui ont été faites récemment ont éveillé l'attention sur le parti qu'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pourrait tirer des études des naturalistes pour la solution de cet important problème. L'automne dernier, MM. Maxime Cornu et Ch. Brongniart ont observé, aux environs de Gisors, une épidémie frappant une mouche, le *Syrphus mellinus*, qui était tuée par un champignon du genre *Entomophthora*. Les cadavres de ces insectes se trouvaient, par milliers, accrochés aux épillets d'une graminée, le *Molinea cærulea*; à l'examen à la loupe, on voyait l'abdomen fortement distendu, les anneaux écartés montrant des zones alternativement colorées et pâles, ces dernières avec exsudation graisseuse. Il était facile de reconnaître, à ces signes, les *Entomophthora*, c'est-à-dire le champignon qui, en automne, fait périr la mouche commune.

« On comprend qu'un champignon dont les spores innombrables n'ont peut-être pas plus d'un millionième de millimètre, et se trouvent répandues dans toute l'atmosphère d'une contrée, ait atteint et frappé de mort tous les individus de la région sur des lieues d'étendue. Aucun d'eux ne devait, en effet, échapper à cette inoculation spontanée; l'air qui frottait son corps lui offrait par centaines les spores qui lui inoculaient le champignon meurtrier. Cette vaste destruction de toute une espèce d'insecte, devait rappeler la pensée sur la lutte engagée avec le phylloxera, et sur la proposition que M. Pasteur faisait il y a quelques années.

« Pendant que ces observations étaient faites du côté de Gisors, on cherchait en Amérique s'il ne serait pas possible de combattre le *doryphora* par une maladie naturelle et, guidé par quelques observations antérieures, on pensa que la levûre de bière, qui paraît propre au développement de végétaux de cette nature, pourrait être employée avec efficacité; en effet, dans une expérience faite par M. J. H. Burns, tous les doryphora qui avaient été arrosés de levûre de bière diluée périrent, et le champignon destructeur fut retrouvé dans les vaisseaux des ailes.

« Chaque animal paraît avoir un ennemi microscopique de cette nature et, puisqu'en Amérique on cherche à employer de tels auxiliaires pour se débarrasser du doryphora, ce n'est pas nous, qui sommes frappés d'un fléau aussi dangereux que le phylloxera de la vigne, qui pouvons négliger d'entrer dans cette voie. Nous avons essayé les procédés culturaux les plus perfectionnés, ils n'ont pas réussi. Les moyens chimiques auxquels on a eu recours, n'ont donné qu'un succès limité, exigeant une lutte incessante et des dépenses annuelles sérieuses. Peut-être le moment est-il venu de demander aux naturalistes la recherche attentive d'un moyen qui fasse intervenir une puissance naturelle dans la lutte du vigneron et qui lui vienne en aide. Il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faudrait trouver un moyen capable d'agir sur le phylloxera, comme le corpuscule agit sur le ver à soie, comme l'oïdium agit sur la vigne, laquelle aurait succombé dans nos cultures, si on n'avait pas trouvé un moyen facile de le combattre. Il s'agit de trouver une maladie mortelle pour le phylloxera; l'étude de ses maladies, qui est toute entière à faire, fournira, il faut l'espérer, aux naturalistes, des ressources nouvelles pour combattre le fléau.

« J'insiste sur ces deux points : 1° Jusqu'ici on ne nous a fait connaître que des phylloxeras bien portants. Qu'on nous montre des phylloxeras malades! Qu'on recherche à quelles causes ignorées sont dues ces disparitions subites des phylloxeras d'un point attaqué, qu'on a si souvent remarquées; 2° jusqu'ici on n'a jamais étudié l'action des muscardines ou des champignons analogues, celle des vibrions ou des bactéries sur le phylloyera. Le moment n'est-il pas venu de s'en occuper?

« Je pense que cette question pourrait être soumise à l'étude du comité de l'agriculture, et qu'il conviendrait peut-être que la Société d'encouragement proposât des prix pour demander aux naturalistes la recherche d'un moyen de faire intervenir un auxiliaire naturel dans la lutte que les viticulteurs soutiennent depuis dix ans. »

AGRICULTURE.

NOTE SUR LES RÉCOLTES DE BLÉ D'HIVER, OBTENUES DE 1822 A 1878, CHEZ MM. DAILLY PÈRE ET ADOLPHE DAILLY, A TRAPPES, DÉPARTEMENT DE SEINE-ET-OISE, PAR M. ADOLPHE DAILLY, MEMBRE DU CONSEIL.

La Société nationale d'agriculture de France a publié, en 1865 et 1879, deux notes dans lesquelles j'ai indiqué les récoltes en blé d'hiver obtenues par mon père et par moi, en nature et en argent, sur notre ferme de Trappes, depuis 1822 jusqu'en 1876. Je pense devoir faire un extrait de ces deux notes auxquelles j'ai ajouté mes produits en blé en 1877 et 1878.

La ferme de Trappes appartient depuis longtemps à ma famille. Je fais suite à trois générations qui l'ont successivement, avant moi, exploitée avec le soin que généralement l'on apporte à un bien vous appartenant que l'on cultive soi-même.

L'état de fertilité des terres de la ferme que j'exploite à Trappes peut être considéré comme ayant peu varié depuis 1822.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'étendue des terres exploitées par moi à Trappes, se trouvait être, en 1876, de 269 hect. 82 ares, ainsi partagés :

		h.	h.
Luzerne et pré.	Luzerne.	50.62	66.44
	Pré.	15.82	
Blé d'hiver.			58.01
Blé de Mars.			12.51
Seigle.			3.51
Avoine et orge.			35.32
Colza.			9.64
Pommes de terre.			45.12
Betteraves.			33.94
Fourrages verts et carottes.			5.33
Total.			269.82

Le plan de culture et de fumure que j'ai adopté à Trappes est en ce moment le suivant :

1re	année.	Luzerne.	avec 1 000 kil. de plâtre à l'hectare.
2e	—	—	sans engrais.
3e	—	—	—
4e	—	—	—
5e	—	—	—
6e	—	Avoine.	—
7e	—	Pommes de terre. . .	avec 30 000 kil. de fumier à l'hectare.
8e	—	Blé.	sans engrais.
9e	—	Avoine.	avec 200 kil. de sulfate d'ammoniaque et 200 k. de superphosphate de chaux à l'hectare.
10e	—	Betteraves.	avec 30 000 kil. de fumier à l'hectare.
11e	—	Blé.	sans engrais.
12e	—	1/3 fourrages verts. .	avec 20 000 kil. de fumier à l'hectare.
		2/3 betteraves. . . .	avec 30 000 kil. —
13e	—	Blé d'hiver.	avec 1/3 parc sur fourrages verts et 2/3 sans engrais.
14e	—	1/3 seigle.	avec 200 hect. de poudrette de fabrique à l'hectare.
		2/3 avoine.	
15e	—	Pommes de terre. . .	avec 30 000 kil. de fumier à l'hectare.
16e	—	Blé d'hiver.	sans engrais.
17e	—	Colza.	parc.
18e	—	Blé d'hiver.	sans engrais.
19e	—	Betteraves.	avec 40 000 kil. de fumier à l'hectare.
20e	—	Avoine et luzerne. .	sans engrais.

Ma dépense d'engrais s'est élevée, dans mon exercice agricole du 1er juil-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

let 1875 au 30 juin 1876, à 32 714 fr. 32, non compris la valeur du plâtre employé pour les luzernes, soit à 160 fr. 78 par hectare pour 203^{h},47 récoltés à Trappes en dehors des luzernes et prés en 1875.

133 hect. 81 ont reçu directement de l'engrais dans mon exercice agricole 1875-1876; ils ont été fumés de la manière suivante :

75	hectares	14	ares,	avec 2 478 140 kilog. de fumier.
10	—	73	—	avec 10 hect. 73 ares de parc.
»	—	88	—	avec 147 hectol. de purin et urine de vache.
8	—	10	—	avec 2 362 hectol. poudrette de féculerie.
1	—	97	—	avec 600 hectol. dépôts de distillerie non séchés.
2	—	43	—	avec 135 mètres cubes de boues, pommes gâtées et résidus de féculerie gâtés.
1	—	18	—	avec eau d'arrosage de la féculerie.
1	—	38	—	avec 1 381 kilog. cossettes de colza.
10	—	12	—	avec 1 917 kilog. de sulfate d'ammoniaque et 2 000 kilog. de superphosphate de chaux.
21	—	98	—	avec 1 900 kilog. de superphosphate de chaux seul.
Total. . 133	hectares	91		

Il a été fait emploi de 572 mètres cubes de marne sur 14 hect. 90 ares.

Les grandes variations qui existent dans les circonstances atmosphériques, exercent des influences qui peuvent être fâcheuses ou favorables aux variétés de blé ordinairement employées pour semence. Je cherche à me mettre à l'abri de cette cause d'inégalité dans le produit des récoltes, en semant chaque année diverses variétés de blé.

Il m'a paru nécessaire d'expliquer les conditions dans lesquelles a lieu l'exploitation de ma ferme de Trappes avant de faire connaître ses produits en blé. Comme il n'a été depuis près de 60 ans apporté pour ainsi dire aucun changement à ces conditions, on peut considérer les variations ayant eu lieu dans les produits en nature des récoltes en blé de ma ferme de Trappes, comme ayant eu pour ainsi dire uniquement pour cause les influences atmosphériques auxquelles a été soumise la contrée dans laquelle elle se trouve située.

J'ai eu à m'occuper de la culture de la ferme de Trappes depuis 1843, d'abord comme associé de mon père, et ensuite, depuis 1849, entièrement pour mon propre compte, et j'ai en ma possession les comptes de mon père depuis 1822.

Dans les deux tableaux ci-joints, n° 1 et n° 2, faisant connaître le produit des récoltes de blé d'hiver obtenues de 1822 à 1878, chez mon père et chez

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moi, à Trappes, département de Seine-et-Oise, j'ai indiqué, pour chaque année, pendant 57 ans :

1° Le nombre d'hectares récoltés en blé d'hiver ;

2° Le produit en nature obtenu en total et par hectare en gerbes, grain et paille ;

3° Le produit en argent obtenu en total et par hectare, en grain et paille ;

4° Le prix moyen de l'hectolitre de blé et le prix moyen des 100 bottes de paille ;

5° Le poids de l'hectolitre de blé.

N'ayant dans ma comptabilité de Trappes des notes tenues sur le poids moyen de l'hectolitre de blé qu'à partir de 1847, j'ai pu l'indiquer dans le premier tableau, seulement depuis cette époque.

J'ai additionné les chiffres figurant dans les deux tableaux en les partageant en 5 périodes :

1re	période,	de 11 ans, de 1822 à 1832
2e	—	de 10 ans, de 1833 à 1842
3e	—	de 10 ans, de 1843 à 1852
4e	—	de 10 ans, de 1853 à 1862
5e	—	de 10 ans, de 1863 à 1872

et j'ai donné le commencement d'une sixième période.

J'ai établi les moyennes des années formant chacune des cinq premières périodes.

J'ai compris dans la paille, la menue paille, et j'ai désigné sous le nom de bottes de paille :

1° Les bottes de paille à tiges droites, susceptibles d'être vendues à Paris, du poids de 5 kil. 500 l'une ;

2° Les bottes de paille à tiges brisées, consommées à la ferme, du poids de 6 kil. l'une ;

3° Les bottiaux formés par les épis brisés, les tiges courtes qui sortent de la machine à battre et qui servent de nourriture aux moutons, du poids de 8 kil. l'un ;

4° Le sac rempli de 10 kil. de menue paille.

J'ai cru devoir distinguer, dans le tableau suivant n° 3, ces divers produits pour la récolte de 1875, pensant que cela pourrait suffire pour permettre à chacun d'apprécier pour les autres années, les rapports ayant pu exister entre eux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU N° 1.

Récoltes de blé d'hiver obtenues de **1822** *à* **1852**, *chez MM. Dailly père et Adolphe Dailly, à Trappes* (*Seine-et-Oise*).

ANNÉES DES RÉCOLTES.	Nombre d'hectares récoltés.	PRODUITS EN NATURE OBTENUS — EN TOTAL.			PRODUITS EN NATURE OBTENUS — PAR HECTARE.			PRODUITS EN ARGENT OBTENUS — EN TOTAL.			PRODUITS EN ARGENT OBTENUS — PAR HECTARE.			Prix de l'hectolitre de grain.	Prix des 100 bottes de paille.	Poids moyen de l'hectol. de blé.
		GERBES de 1m,17 à 1m,30 de circonférence.	GRAIN en hectolitres.	PAILLE, menue-paille, pampres en bottes ou sachées.	GERBES de 1m,17 à 1m,30 de circonférence.	GRAIN en hectolitres	PAILLE, menue-paille, pampres en bottes ou sachées.	GRAIN.	PAILLE.	TOTAL.	GRAIN.	PAILLE.	TOTAL.			
	h.	g.	h.	b.	g.	h.	b.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	
1822.....	32.50	24 633	771.24	32 131	757.94	23.73	988.65	14 004.34	9 119.02	23 123.36	430.90	280.59	711.49	18.16	28.38	» »
1823.....	37.95	28 810	859 »	41 022	759.16	22.64	1 080.95	11 501.66	9 609.73	21 111.39	303.07	253.22	556.29	13.39	23.43	» »
1824.....	32.83	25 402	840 »	28 992	773.74	25.59	883.09	11 813.41	8 211.95	20 025.36	359.84	250.13	609.97	14.06	28.32	» »
1825.....	38.25	35 158	1 088 »	42 886	919.16	28.44	1 121.20	18 847.49	13 617.84	32 465.33	492.74	356.02	848.76	17.32	31.75	» »
1826.....	29.55	20 961	779.44	27 520	709.34	26.38	991.30	13 606.61	10 008.04	23 614.65	460.46	338.68	799.14	17.46	36.37	» »
1827.....	31.15	26 562	665.25	35 684	852.71	21.36	1 145.55	12 917.10	7 884.80	20 801.90	414.68	253.12	667.80	19.42	22.10	» »
1828.....	34.23	26 442	652 »	23 892	772.48	19.05	697.98	19 000 »	7 701.03	26 701.03	555.07	224.98	780.05	29.14	32.23	» »
1829.....	31.58	21 599	939.21	29 145	683.95	29.74	922.89	21 789.94	9 358.85	31 148.79	689.99	296.35	986.34	23.20	32.11	» »
1830.....	43.58	29 508	1 087.46	33 894	677.10	24.95	777.74	24 899.93	5 843.28	30 743.21	571.36	134.08	705.44	22.90	17.24	» »
1831.....	40.66	25 734	1 216.97	40 408	632.91	29.93	993.80	26 322.62	7 161.74	33 484.36	647.38	176.14	823.52	21.63	17.72	» »
1832.....	36.54	24 048	1 017.75	35 275	658.13	27.85	965.38	17 509.16	5 682.53	23 191.69	479.18	155.51	634.69	17.20	16.11	» »
TOTAL.....	h. 388.82	g. 288 857	h. 9 916.32	b. 370 849	g. 8 196.62	h. 279.66	b. 10 568.53	fr. 192 212.26	fr. 94 198.81	fr. 286 411.07	fr. 5 404.67	fr. 2 718.82	fr. 8 123.49	fr. 213.88	fr. 285.76	» »
MOYENNE....	h. 35.35	g. 26 260	h. 901.48	b. 33 714	g. 745.14	h. 25.42	b. 960.77	fr. 17 473.84	fr. 8 563.53	fr. 26 037.37	fr. 491.33	fr. 247.17	fr. 738.50	fr. 19.44	fr. 25.98	» »
1833.....	h. 36.43	g. 23 214	h. 1 041.48	b. 24 196	g. 637.22	h. 28.59	b. 664.18	fr. 15 390.58	fr. 8 774.03	fr. 24 164.61	fr. 422.47	fr. 240.85	fr. 663.32	fr. 14.78	fr. 36.26	» »
1834.....	39.82	22 728	850.75	31 725	570.76	21.36	796.71	14 245.98	12 091.70	26 337.68	357.76	303.66	661.42	16.75	38.11	» »
1835.....	37.48	24 342	962.75	23 293	649.47	25.69	621.48	13 046.22	7 043.20	20 089.42	348.08	187.92	536 »	13.55	30.24	» »
1836.....	41.24	23 868	1 449.60	21 678	578.76	35.15	525.66	18 373.44	4 142.86	22 516.30	445.52	100.46	545.98	12.67	19.11	» »
1837.....	48.41	32 248	1 361.13	35 080	666.08	28.12	724.64	26 166.85	9 200.18	35 367.03	540.52	190.05	730.57	19.22	26.23	» »
1838.....	44.04	37 092	1 254.24	38 723	842.14	28.48	879.27	27 704.50	7 675.54	35 380.04	629.08	174.28	803.36	22.09	19.82	» »
1839.....	38.01	27 608	1 030.07	33 991	726.34	27.11	894.50	28 284.84	9 149.75	37 434.59	744.14	240.72	984.86	27.46	26.92	» »
1840.....	46.93	32 321	1 857.75	37 500	688.70	39.58	799.06	33 852.20	14 263.65	48 115.85	721.33	303.94	1 025.27	18.22	38.04	» »
1841.....	46.85	33 600	1 362.50	38 359	717.18	29.08	818.76	23 709.67	11 174.92	34 884.59	506.08	238.52	744.60	17.40	29.13	» »
1842.....	39.88	27 692	1 382.75	34 182	694.38	34.67	857.12	28 641.35	13 193.85	41 835.20	718.19	330.84	1 049.03	20.71	37.90	» »
TOTAL.....	h. 419.09	g. 284 713	h. 12 553.02	b. 318 727	g. 6 771.03	h. 297.83	b. 7 581.38	fr. 229 415.63	fr. 96 709.68	fr. 326 125.31	fr. 5 433.17	fr. 2 311.24	fr. 7 744.41	fr. 182.85	fr. 301.76	» »
MOYENNE....	h. 41.909	g. 28 471.30	h. 1 255.30	b. 31 872.70	g. 677.10	h. 29.78	b. 758.14	fr. 22 941.56	fr. 9 670.97	fr. 32 612.53	fr. 543.32	fr. 231.12	fr. 774.44	fr. 18.28	fr. 30.18	» »
1843.....	h. 50.49	g. 50 063	h. 1 285.80	b. 56 010	g. 991.52	h. 25.47	b. 1 109.33	fr. 24 227.45	fr. 12 211.36	fr. 36 438.81	fr. 479.84	fr. 241.86	fr. 721.70	fr. 18.84	fr. 21.80	k. » »
1844.....	57.20	44 800	1 709.20	57 398	783.21	29.88	1 003.05	28 828.65	12 517.74	41 346.39	503.99	218.84	722.83	16.87	21.81	» »
1845.....	40.77	34 540	993 »	45 077	850 »	24.36	1 105.64	20 570 »	12 749.93	33 319.93	504.53	312.73	817.26	20.71	28.28	» »
1846.....	49.73	46 769	1 441.75	53 632	940 »	29 »	1 078.50	48 930.30	15 809.94	64 740.24	983.89	317.92	1 301.81	33.94	29.48	» »
1847.....	48.28	32 889	1 772.50	44 414	706 »	36.71	919.92	35 649 »	11 666.04	47 315.04	738.38	241.63	980.01	20.11	26.27	74.50
1848.....	58.40	47 237	1 451 »	56 140	845 »	24.85	961.30	22 245 »	9 226.24	31 471.24	380.92	157.98	538.90	15.33	16.43	76.66
1849.....	60.12	54 930	1 430.05	58 468	930 »	23.79	972.52	19 905.05	10 067 82	29 972.87	331.09	167.46	498.55	13.92	17.22	73 »
1850.....	51.21	41 147	1 316.90	40 567	806 »	25.71	792.17	19 384.35	8 370.28	27 754.63	378.52	163.45	541.97	14.72	20.63	77.50
1851.....	53.22	44 458	1 394 »	49 773	839 »	26.19	935.23	21 794.50	10 471.55	32 266.05	409.51	196.76	606.27	15.63	21.04	77 »
1852.....	50.64	40 737	1 362 »	49 457	831 »	26.89	976.64	24 485.15	11 527.18	36 012.33	483.51	227.63	711.14	17.98	23.31	71 »
TOTAL.....	h. 520.06	g. 437 570	h. 14 156.20	b. 510 936	g. 8 521.73	h. 272.85	b. 9 854.30	fr. 266 019.45	fr. 114 618.08	fr. 380 637.53	fr. 5 194.18	fr. 2 246.26	fr. 7 440.44	fr. 188.05	fr. 226.27	
MOYENNE....	h. 52.01	g. 43 757	h. 1 415.62	b. 51 093.60	g. 852.17	h. 27.28	b. 985.43	fr. 26 601.94	fr. 11 461.81	fr. 38 063.75	fr. 519.42	fr. 224.62	fr. 744.04	fr. 18.80	fr. 22.63	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU N° 2.

Récoltes de blé d'hiver obtenues de **1853** *à* **1878** *chez M. Adolphe Dailly, à Trappes (département de Seine-et-Oise).*

ANNÉES DES RÉCOLTES.	Nombre d'hectares récoltés.	PRODUITS EN NATURE OBTENUS — EN TOTAL.			PRODUITS EN NATURE OBTENUS — PAR HECTARE.			PRODUITS EN ARGENT OBTENUS — EN TOTAL.			PRODUITS EN ARGENT OBTENUS — PAR HECTARE.			Prix de l'hectolitre de grain.	Prix des 100 bottes de paille.	Poids moyen de l'hectol. de blé.
		GERBES de 1m,47 à 1m,30 de circonférence.	GRAIN en hectolitres.	PAILLE, menue-paille, pampres en bottes ou sachées.	GERBES de 1m,47 à 1m,30 de circonférence.	GRAIN en hectolitres	PAILLE, menue-paille, pampres en bottes ou sachées.	GRAIN.	PAILLE.	TOTAL.	GRAIN.	PAILLE.	TOTAL.			
	h.	g.	h.	b.	g.	h.	b.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	k.
1853.....	54.97	54 120	1 036.75	55 479	1 010 »	18.86	1 009.26	34 153.25	14 165.95	48 319.20	621.31	257.70	879.01	32.94	25.54	76 »
1854.....	52.92	42 950	1 208 »	54 227	815 »	22.83	1 024.69	31 616 »	13 552.14	45 168.14	597.42	256.09	853.51	26.17	24.99	75 »
1855.....	61.20	45 120	1 422 »	61 210	775 »	23.24	1 000.16	51 209 »	19 178.62	70 387.62	836.74	313.38	1 150.12	36.01	31.33	77 »
1856.....	51.17	51 276	1 671.10	65 089	934 »	32.65	1 272.09	42 036 »	14 933.50	56 969.50	821.50	291.84	1 113.34	25.16	22.94	75 »
1857.....	53.75	47 900	1 469.50	78 006	930 »	27.34	1 451.27	25 456.15	20 544.50	46 000.65	473.60	382.22	855.82	17.32	26.34	76.50
1858.....	60.17	42 400	1 669.50	61 647	744 »	27.75	1 024.54	27 642.30	22 291.37	49 933.67	459.40	370.47	829.87	16.56	36.16	77.50
1859.....	75.93	68 000	2 229.95	94 033	840 »	29.37	1 238.42	43 251.75	25 126.80	68 378.55	569.63	330.92	900.55	19.40	26.72	74 »
1860.....	80.30	65 230	2 559.35	93 672	818 »	31.87	1 166.52	57 969.70	34 874.92	92 844.62	721.91	434.31	1 156.22	22.65	37.23	73.50
1861.....	68.91	45 057	1 265.60	60 989	655 »	18.36	885.05	29 962.05	24 507.43	54 469.48	434.80	355.64	790.44	23.67	40.18	70 »
1862.....	68.27	64 592	1 924.65	79 673	945 »	28.19	1 167.03	41 137.20	20 313.43	61 450.63	602.57	297.54	900.11	21.37	25.50	73 »
TOTAL.....	h. 627.59	g. 526 645	h. 16 456.40	b. 704 025	g. 8 466 »	h. 260.46	b. 11 239.03	fr. 384 433.40	fr. 209 488.66	fr. 593 922.06	fr. 6 138.88	fr. 3 290.11	fr. 9 428.99	fr. 241.25	fr. 296.93	k. 747.50
MOYENNE....	h. 62.76	g. 52 664.50	h. 1 645.64	b. 70 402.50	g. 846 60	h. 26.05	b. 1 123.90	fr. 38 443.34	fr. 20 948.87	fr. 59 392.21	fr. 613.89	fr. 329.01	fr. 942.90	fr. 24.12	fr. 29.69	k. 74.75
1863.....	h. 78.15	g. 69 000	h. 2 373.03	b. 89 086	g. 883 »	h. 30.36	b. 1 139.93	fr. 43 896 »	fr. 21 990.15	fr. 65 886.15	fr. 561.69	fr. 281.38	fr. 843.07	fr. 18.50	fr. 24.68	k. 78 »
1864.....	73.22	59 308	2 079.90	79 503	810 »	28.41	1 085.81	35 219.85	21 745.49	56 965.34	481.01	297 »	778.01	18.93	27.35	78 »
1865.....	77.91	57 910	2 693.75	73 435	743 »	34,58	942.56	46 848.20	25 749.51	72 597.71	601.31	330.51	931.82	17.40	35.06	75 »
1866.....	75.36	77 687	1 612.65	79 938	1 031 »	21.40	1 060.75	35 913 »	24 509.19	60 422.19	476.55	325.23	801.78	22.27	30.66	70 »
1867.....	83.28	81 389	1 709.40	78 137	977 »	20.54	938.24	42 667.07	23 105.96	65 773.03	512.33	277.45	789.78	24.96	29.57	70 »
1868.....	69.69	56 478	1 850.40	56 035	810 »	26.55	804.03	36 710.80	17 937.42	54 648.22	526.77	257.39	786.16	19.84	32.01	77.50
1869.....	75.36	73 391	2 178.30	80 606	974 »	28.90	1 069.62	39 516.10	21 765.73	61 281.83	524.36	288.83	813.19	18.14	27 »	75.50
1870.....	75.78	43 876	1 931.06	49 363	579 »	25.48	651.40	47 514.19	29 445.67	76 959.86	627 »	388.57	1 015.57	24.61	59.65	76 »
1871.....	70.82	54 156	1 185.67	57 766	765 »	16.74	815.67	27 337.53	20 506.30	47 843.83	386.01	289.56	675.57	23.05	35.50	72 »
1872.....	71.85	65 628	2 148.68	83 169	913 »	29.90	1 157.54	45 913.52	19 478.69	65 392.21	639.02	271.10	910.12	21.37	23.42	73 »
TOTAL.....	h. 751.42	g. 638.823	h. 19 762.84	b. 727 038	g. 8 485 »	h. 262.86	b. 9 665.55	fr. 401 536.26	fr. 226 234.11	fr. 627 770.37	fr. 5 336.05	fr. 3 007.02	fr. 8 343.07	fr. 207.07	fr. 324.90	k. 745 »
MOYENNE....	h. 75.14	g. 63 882	h. 1 976.28	b. 72 704	g. 848.500	h. 26.28	b. 966.55	fr. 40 153.63	fr. 22 623.41	ft. 62 777.04	fr. 533.61	fr. 300.70	fr. 834.31	fr. 20.71	fr. 32.49	k. 74.50
1873.....	h. 61.76	g. 43 634	h. 1 219.50	b. 53 087	g. 706.51	h. 19.75	b. 859.57	fr. 34 484.88	fr. 14 984.58	fr. 49 469.46	fr. 558.37	fr. 242.63	fr. 801.00	fr. 28.28	fr. 28.23	k. 76 »
1874.....	63.24	53 519	2 135.16	55 618	843.12	33.76	879.48	38 292.20	16 875.31	55 167.51	605.51	266.84	872.35	17.93	30.37	74 »
1875.....	59.26	58 470	2 123.15	48 265	986.67	35.83	814.46	42 535.60	23 307.06	65 842.66	717.78	393.30	1 111.08	20.03	48.29	76 »
1876.....	58.01	49 539	1 533.23	48 621	853.97	26.43	838.15	33 753.99	15 997.65	49 751.64	581.87	275.77	857.64	22.01	32.90	78 »
1877.....	77.50	114 010	2 032.55	89 116	1 471 »	26.23	1 149.88	40 460.35	21 299.36	61 759.71	522.07	274.83	796.90	19.90	23.90	69 »
1878.....	64.21	97 690	1 499.09	89 522	1 521.41	23.35	1 394.21	24 350.90	22 556.62	46 907.52	379.24	351.29	730.53	16.24	25.19	69 »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU N° 3.

Détail des bottes et sachées indiquées obtenues en 1875.

DÉSIGNATION USUELLE.	NOMBRE de BOTTES ou SACHÉES de 2 hectolitres.	POIDS, BOTTES ou SACHÉES de 2 hectolitres.	ÉVALUATION en kilogrammes. Total bottes et sachées.	PRIX des 100 bottes ou des 100 sachées.	VALEUR TOTALE.
Paille envoyée à la poste.	b. 34 866	k. 5.50	k. 191 763 »	fr. 56.95	fr. 19 854.81
Paille consommée à la ferme.	7 105	6 »	42 630 »	22 »	1 563.95
Bottiaux.	4 015	8 »	32 120 »	30 »	1 204.50
Menue-paille.	2 279	10 »	22 790 »	30 »	683.80
TOTAL.	48 265	5 994	289 303 »	48.290	23 307.06

En examinant les tableaux n° 1, n° 2 et n° 3, on voit qu'à Trappes, la paille figure pour un chiffre important dans les produits du compte Blé. La majeure partie de cette paille trouve à Paris un placement avantageux qui compense bien les frais de transport et d'octroi que le compte Blé a à supporter pour obtenir les prix indiqués ci-dessus. Ces frais s'élèvent pour transport à 5 francs, et pour octroi à 2 fr. 64 par 100 bottes de paille de 5 kil. 500.

Les frais d'octroi payés à la ville de Paris par le compte Blé d'hiver à Trappes, de 1853 à 1863, se sont élevés en moyenne à 27 fr. 66 par an et par hectare pour la portion de la récolte de paille qui a été transportée à Paris, tandis que le compte Blé d'hiver a eu à acquitter, à Trappes, 20 fr. 58 seulement par hectare, pour contributions à payer à l'Etat, au département de Seine-et-Oise et à la commune.

La paille a formé :

Dans la 1re période 33.46 pour 100 du produit total du compte du blé.
— 2e — 29.84 — —
— 3e — 30.18 — —
— 4e — 34.89 — —
— 5e — 36.04 — —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est dans la quatrième période que les produits en argent du blé, grain et paille ont été, dans mon exploitation de Trappes, les plus élevés ; ils ont été en effet :

	EN TOTAL.	EN MOYENNE par an et par hectare.
	—	—
	fr.	fr.
Dans la 1re période, 11 ans.	286 411,07	738,50
— 2e — 10 ans.	326 125,31	774,44
— 3e — 10 ans.	380 637,53	744,04
— 4e — 10 ans.	593 922,06	942,90
— 5e — 10 ans.	627 770,37	834,31

Le produit moyen par an, en nature, à l'hectare, a été cependant plus faible en grain dans la 4e période que dans les 2e, 3e et 5e périodes.

Ce produit s'est en effet élevé :

	SUR UNE ÉTENDUE moyenne cultivée.	GRAIN OBTENU en moyenne par an et par hectare.
	—	—
	h. a.	h.
1re période.	35,35	25,42
2e —	41,90	29,78
3e —	52,01	27,28
4e —	62,76	26,05
5e —	75,14	26,28

Le prix moyen de l'hectolitre de blé s'est élevé au chiffre le plus haut dans la 4e période ; il a été en effet obtenu du blé :

	fr.
Dans la 1re période.	19,44
— 2e période.	18,28
— 3e période.	18,80
— 4e période.	24,12
— 5e période.	20,71

Les variations dans les produits du blé sont très-grandes d'une année à l'autre ; ainsi on peut voir sur ce tableau qu'il a été obtenu, en argent, à Trappes, à la fois du grain et de la paille, en moyenne, d'un hectare de blé : en 1846, un produit de 1 301 fr. 81, et en 1849, un produit seulement de 498 fr. 55. Le produit le plus élevé en nature, par hectare, en grain, a été de 39h,58 en 1840 ; le plus bas a été de 16h,74 en 1871.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les prix du blé ne sont pas dans un rapport facile à déterminer avec les produits obtenus chaque année en nature. Bien des causes influent avec le moins ou le plus d'abondance des récoltes d'une localité sur ces prix. Les quantités de grain restant en magasin au commencement de la récolte, les produits en grain ayant pu être obtenus dans les contrées environnantes, pouvant provoquer des offres ou des demandes de leur part; la situation politique; les mesures douanières; l'état plus ou moins facile des communications, sont des causes qui viennent aussi agir sur la fixation des prix des grains.

Le prix le plus élevé obtenu à Trappes, du blé en grain, a été de 33 fr. 94 l'hectolitre, en 1846; le prix le plus bas a été de 13 fr. 92, en 1849.

En 1846, où il y a eu en France une grande insuffisance de récolte, ma localité s'est trouvée heureusement, au contraire, bien partagée. Mon produit a été, en effet, cette année-là, de 29 hectolitres à l'hectare, qui ont été vendus, en moyenne 33 fr. 94 l'hectolitre.

Je n'ai récolté, en 1849, que 23 hect. 79 à l'hectare, qui ont été seulement vendus 13 fr. 92 l'hectolitre. J'ai pu être, en 1849, moins favorisé que le reste de la France, mais je crois ne pas me tromper en attribuant le bas prix du grain fourni par cette récolte au trouble causé, par la révolution de 1848, dans le travail général du pays.

Les augmentations qui ont eu lieu dans les frais de main-d'œuvre et de loyer, ont rendu aujourd'hui insuffisants les produits bruts obtenus à l'hectare pendant les 4 premières périodes. Il y a, je crois, lieu de comparer, surtout entre eux, les produits obtenus dans la 4e et la 5e période.

Mes produits totaux en argent, par hectare, n'ont pas été, dans la cinquième période, aussi satisfaisants qu'ils l'avaient été dans la quatrième période; ils ont été de 834 fr. 31 par an et par hectare, tandis qu'ils s'étaient élevés dans la période précédente à 942 fr. 90 par an et par hectare. Cette différence de 108 fr. 59 par hectare, représente, pour les 751 hect. 42 ares ayant été cultivés par moi, en Blé, dans la cinquième période, une réduction de recettes de 81 596 fr. 70.

Le produit moyen en nature pour le grain, par an et par hectare, a un peu progressé; il a été de 26 hectolitres 28 au lieu de 26 hectolitres 05; mais le prix a beaucoup diminué. J'ai vendu l'hectolitre de blé 20 fr. 71 au lieu de 24 fr. 12, ayant eu ainsi à subir une diminution de 3 fr. 41 dans le prix de mon hectolitre de grain. Cette différence représente, pour les 19 762 hect. 84

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de blé ayant été récoltés par moi à Trappes, dans la cinquième période, une somme de 67 391 fr. 28.

Dans cette période, le prix le plus élevé obtenu par moi, du blé, en grain, a été de 24 fr. 96 l'hectolitre ; prix fort différent du prix de 33 fr. 94 ayant été obtenu par mon père et par moi en 1846. Le prix le plus bas a été de 16 fr. 93.

Le produit en nature le plus élevé par hectare, en grain, a été de 34 hectolitres 58 ; il a été obtenu pour la récolte 1865 sur 77 hect. 91. Je n'ai pas ainsi atteint, dans la cinquième période, le maximum de 39 hect. 58 de blé à l'hectare ayant été obtenu par mon père, à Trappes, en 1840.

Le produit en nature le plus bas, par hectare, en grain, depuis 1822, avait été, à la ferme que j'exploite aujourd'hui à Trappes, de 18 hect. 36 pour la récolte de 1861. Je suis descendu dans la cinquième période, à un chiffre encore inférieur comme minimum de récolte ; j'ai, en effet, obtenu seulement 16 hectolitres 74 pour la récolte de 1871.

La présence à Trappes, d'une partie de l'armée prussienne pendant l'automne de l'année 1870, a empêché les ensemencements de blé de s'y faire dans les conditions ordinaires et a dû contribuer à la faiblesse des produits de la récolte 1871.

Je dois faire remarquer que les produits que je fais connaître, sont les quantités de grain que j'ai trouvées à la vente ; ces quantités arrivent quelquefois à différer sensiblement de la totalité du grain qui existait dans les épis au moment de la moisson ; le blé reste, en effet, exposé à bien des déchets et des pertes avant d'arriver au marché.

Les gerbes de blé, lorsqu'elles ont été coupées, sont souvent mises sur le champ où elles ont été récoltées, en moyettes, puis elles sont transportées à proximité de la ferme et entassées là, en meules, où elles séjournent en général plusieurs mois ; elles sont ensuite transportées dans la grange et passent là par la machine à battre.

Le grain qui sort de la machine doit être criblé pour être débarrassé de la menue-paille, des épis brisés, des grains mal formés et des graines étrangères qui peuvent l'accompagner. On fait alors un premier mesurage du blé ainsi obtenu pour déterminer le prix à payer aux ouvriers employés au battage ; puis il est conduit dans le grenier où il séjourne jusqu'au moment de la vente. Il est alors mis en sac et conduit au marché. Des échantillons doivent être présentés aux acheteurs, et, pour satisfaire ces derniers,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il doit leur être fait bonne mesure au moment où ils prennent livraison du blé qui leur a été vendu.

Les glaneuses ramassent une partie des tiges de blé abandonnées dans les champs. Les moutons, en parcourant les chaumes, recueillent une partie du grain qui a pu y tomber. Les rats, les souris et les autres rongeurs, viennent souvent prendre une large part de la récolte du blé, en s'attaquant aux gerbes mises en moyettes ou en meules, ou en pénétrant dans les greniers dans lesquels le blé a été porté après le battage.

Lorsque l'on veut conserver longtemps du blé en magasin, on est souvent obligé de le remuer avec la pelle, de le cribler et le ventiler au tarare ; on arrive ainsi à le nettoyer, à l'empêcher de s'échauffer, à le préserver des attaques de certains insectes, tel que l'alucite, qui cherchent à vivre à ses dépens. Ces façons peuvent, en séchant le grain et en faisant disparaître une partie des poussières qui l'accompagnaient, amener des différences entre les quantités de blés constatées à l'entrée et à la sortie des magasins.

Je n'ai pas l'habitude de garder longtemps mes blés en magasin. Je commence ordinairement mes battages en septembre, après la récolte, et je les termine à la fin du mois de mai suivant. Le grain qu'ils me procurent est généralement, pendant tout ce temps, vendu chaque semaine sur le marché de Versailles.

Nous avons eu successivement, mon père et moi, comme régisseurs à Trappes, M. Longcoté, de 1814 à 1841; M. Baron, de 1841 à 1866; M. Charles Quirot, de 1866 à 1872 et M. Boulanger, de 1872 à 1879; ils se sont tous les quatre toujours montrés dévoués à nos intérêts. M. Charles Quirot est tombé malade au moment de l'invasion prussienne et il n'a pu ainsi s'occuper des soins à donner au blé qui a été récolté en 1871, comme il l'aurait certainement fait s'il était resté en bonne santé. J'ai eu ainsi à constater un déficit de 133 hectolitres 68, entre la quantité de blé entré cette année-là en magasin et la quantité de blé qui en est sortie. En ajoutant ces 133 hectolitres aux 1 185 hectolitres 67 trouvés à la vente, on arriverait, pour la récolte de 1871, à un produit total de 1 319 hectolitres 35 litres, sur 70 hect. 82, soit à 18 hectolitres 63 en moyenne par hectare au lieu de 16 hectolitres 74 trouvés seulement à la vente.

Mon blé de Trappes a pu, dans la quatrième et dans la cinquième période, être resté, comme qualité, inférieur à des degrés différents à la généralité des blés présentés sur les marchés de mes environs; il a pu être vendu plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou moins habilement et en temps plus ou moins opportun. J'ai voulu apprécier l'influence que les variations des cours avaient pu avoir sur la diminution que j'ai eu à subir dans la cinquième période sur le prix moyen de l'hectolitre de blé que j'avais obtenu dans la quatrième période. J'ai cru devoir, pour cela, chercher à établir une comparaison entre les prix du blé sur le marché de Versailles, résultant des mercuriales recueillies régulièrement dans cette ville pendant tout le cours de l'année, et les prix du blé obtenus par moi, dans les deux périodes, du 1er juillet 1853 au 30 juin 1863, et du 1er juillet 1863 au 30 juin 1873.

M. le Ministre de l'agriculture et du commerce, auquel j'ai écrit pour obtenir la communication de ces mercuriales, a bien voulu mettre à ma disposition les documents concernant le prix de l'hectolitre de blé sur les principaux marchés de France, qui se trouvent à son ministère. J'ai rencontré des lacunes dans le prix des mercuriales du marché de Versailles; je n'ai pu ainsi établir les prix moyens de l'hectolitre de blé dans cette ville, résultant de documents officiels, pendant les deux périodes que j'avais le désir de comparer entre elles, mais j'ai pu, à l'aide de l'intéressant ouvrage publié, en 1872, par M. le Ministre de l'agriculture et du commerce, intitulé : *Tableau des prix moyens mensuels et annuels de l'hectolitre de froment en France, par département, depuis le* 22 *septembre* 1800 *jusqu'au* 31 *décembre* 1870, qu'a bien voulu me faire remettre M. le chef du bureau des subsistances, et à l'aide du relevé que j'ai été admis à faire, dans les archives du ministère, du prix moyen du blé dans le département entier de Seine-et-Oise, de 1871 à 1879, dresser les deux tableaux ci-dessous, nos 4 et 5, indiquant les prix moyens de l'hectolitre de blé pour le département entier de Seine-et-Oise, du 1er juillet 1822 au 30 juin 1879, suivant les mercuriales, comparés aux prix que nous avons obtenus à Trappes, mon père et moi, pendant ce même laps de temps.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU N° 4.

Comparaison entre les prix moyens du blé dans le département de Seine-et-Oise, suivant les documents officiels du Ministère de l'agriculture et du commerce et les prix obtenus par MM. Dailly père et Adolphe Dailly.

EXERCICES.	PRIX SUIVANT LES DOCUMENTS OFFICIELS.			PRIX OBTENUS par MM. Dailly père et Adolphe Dailly.	PRIX OBTENUS par MM. Dailly père et Adolphe Dailly.	
	1er semestre de l'exercice.	2e semestre de l'exercice.	Moyenne de l'exercice.		EN PLUS des documents officiels.	EN MOINS des documents officiels.
1822—1823	15.95	18.27	17.11	18.16	1.05	» »
1823—1824	16.76	15.25	16.00	13.39	» »	2.61
1824—1825	15.88	15.31	15.59	14.06	» »	1.53
1825—1826	16.98	17.51	17.24	17.32	0.08	» »
1826—1827	18.48	18.17	18.32	17.46	» »	0.86
1827—1828	21.39	22.48	21.93	19.42	» »	2.51
1828—1829	27.46	29.19	28.32	29.14	0.82	» »
1829—1830	25.08	22.55	23.81	23.20	» »	0.61
1830—1831	24.06	22.51	23.28	22.90	» »	0.38
1831—1832	24.30	24.59	24.45	21.63	» »	2.82
1832—1833	20.63	17.04	18.83	17.20	» »	1.63
TOTAUX. . . .	226.97	222.87	224.88	213.88		
MOYENNES. .	20.63	20.26	20.44	19.44		1.00
1833—1834	16.73	14.93	15.83	14.78	» »	1.05
1834—1835	15.68	16.45	16.06	16.75	0.69	» »
1835—1836	14.74	14.33	14.53	13.55	» »	0.98
1836—1837	14.86	15.44	15.15	12.67	» »	2.48
1837—1838	17.61	19.64	18.62	19.22	0.60	» »
1838—1839	21.77	22.23	22.00	22.09	0.09	» »
1839—1840	27.26	27.27	27.26	27.46	0.20	» »
1840—1841	21.48	16.83	19.15	18.22	» »	0.93
1841—1842	19.00	18.25	18.62	17.40	» »	1.22
1842—1843	20.84	19.83	20.33	20.71	0.38	» »
TOTAUX. . . .	189.97	185.20	187.55	182.85		
MOYENNES. .	19.00	18.52	18.76	18.28		0.48
1843—1844	21.64	20.08	20.86	18.84	» »	2.02
1844—1845	19.22	17.24	18.23	16.87	» »	1.36
1845—1846	20.89	21.88	21.38	20.71	» »	0.67
1846—1847	27.60	40.10	33.85	33.94	0.09	» »
1847—1848	26.19	17.01	21.60	20.11	» »	1.49
1848—1849	15.14	15.59	15.36	15.33	» »	0.03
1849—1850	16.28	14.38	15.33	13.92	» »	1.41
1850—1851	15.07	14.39	14.73	14.72	» »	0.01
1851—1852	15.27	17.24	16.25	15.63	» »	0.62
1852—1853	17.56	19.02	18.29	17.98	» »	0.31
TOTAUX. . . .	194.86	196.93	195.88	188.05		
MOYENNES. .	19.49	19.69	19.58	18.80		0.78

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU N° 5.

Comparaison entre les prix moyens du blé dans le département de Seine-et-Oise, suivant les documents officiels du Ministère de l'agriculture et du commerce et les prix obtenus par M. Adolphe Dailly.

EXERCICES.	PRIX SUIVANT LES DOCUMENTS OFFICIELS.			PRIX OBTENUS par M. Adolphe Dailly.	PRIX OBTENUS par M. Adolphe Dailly.	
	1er semestre de l'exercice.	2e semestre de l'exercice.	Moyenne de l'exercice.		EN PLUS des documents officiels.	EN MOINS des documents officiels.
1853—1854	30.42	32.00	31.21	32.94	1.73	» »
1854—1855	27.75	27.40	27.58	26.17	» »	1.41
1855—1856	35.68	33.51	34.59	36.01	1.42	» »
1856—1857	30.42	26.64	28.53	25.16	» »	3.37
1857—1858	20.98	16.76	18.87	17.32	» »	1.55
1858—1859	16.48	15.35	15.92	16.56	0.64	» »
1859—1860	17.22	20.60	18.91	19.40	0.49	» »
1860—1861	22.89	23.51	23.20	22.65	» »	0.55
1861—1862	28.63	24.33	26.48	23.67	» »	2.81
1862—1863	21.23	20.75	20.99	21.37	0.38	» »
TOTAUX....	251.70	240.85	246.28	241.25		
MOYENNES..	25.17	24.09	24.63	24.12		0.51
1863—1864	18.59	18.04	18.32	18.50	0.18	» »
1864—1865	17.83	16.69	17.26	16.93	» »	0.33
1865—1866	16.92	16.85	16.88	17.40	0.52	» »
1866—1867	23.10	25.49	24.29	22.27	» »	2.02
1867—1868	28.33	30.32	29.33	24.96	» »	4.37
1868—1869	22.69	19.62	21.15	19.84	» »	1.31
1869—1870	19.79	20.13	19.96	18.14	» »	1.82
1870—1871	24.45	29.08	26.76	24.61	» »	2.15
1871—1872	28.08	24.30	26.19	23.05	» »	3.14
1872—1873	21.99	24.20	23.10	21.37	» »	1.73
TOTAUX. ...	221.77	224.72	223.24	207.07		
MOYENNES..	22.18	22.47	22.32	20.71		1.61
1873—1874	29.87	29.44	29.65	28.28	» »	1.37
1874—1875	20.97	18.06	19.51	17.93	» »	1.58
1875—1876	19.74	20.32	20.03	20.03	» »	» »
1876—1877	20.78	22.86	21.82	22.01	0.19	» »
1877—1878	25.28	23.82	24.55	19.90	» »	4.65
1878—1879	21.93	19.32	20.62	15.94	» »	4.68

On voit, sur ces tableaux, que nous avons obtenu, mon père et moi, en moins des prix indiqués par les documents officiels, en moyenne, par hectolitre :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	fr.
Dans la 1re période.	1,00
— 2e période.	0,48
— 3e période.	0,78
— 4e période.	0,51
— 5e période.	1,61

Il n'y a pas lieu de s'étonner de ce résultat. La suppression des jachères, l'emploi de fortes fumures, augmentent la production du sol, mais elles sont pour le blé, des causes d'une infériorité de qualité.

Comparativement à la quatrième période, j'ai eu à subir pendant la cinquième période une diminution de 3 fr. 41 sur le prix de l'hectolitre de blé. Il n'aurait pour cette période existé, suivant les mercuriales, pour le département de Seine-et-Oise, qu'une diminution seulement de 2 fr. 31 sur les prix moyens de l'hectolitre de blé dans la période précédente.

Cette différence de résultat pourrait être regardée comme une preuve de la difficulté que m'a fait éprouver, pour la vente de mon blé, la présence de blé d'origine étrangère de qualité supérieure sur le marché où je l'ai fait présenter, mais on peut aussi l'attribuer à un manque d'habileté dans la vente de mon blé.

Je me suis placé dans cette dernière hypothèse en cherchant à apprécier l'influence qu'ont pu exercer sur le prix du blé, les conditions dans lesquelles les blés étrangers sont aujourd'hui admis à pouvoir venir faire concurrence à la production française.

Le blé récolté dans les années malheureuses de 1870 et de 1871, a été vendu à des prix dépassant sensiblement le prix moyen de l'hectolitre de blé vendu pendant la quatrième période. La diminution qu'a subi le prix du blé pendant la cinquième période, paraît donc devoir être surtout attribuée aux changements qu'a apportés dans la législation des céréales, la loi du 15 juin 1861.

Si cette diminution avait été générale pour toute la France, elle représenterait une diminution considérable dans la richesse foncière du pays.

Suivant le grand travail de la statistique de la France, publié en 1841 par M. le Ministre de l'agriculture et du commerce,

La production, en France, du froment est, en moyenne, par an, de.	69 558 000	hectol.
En retranchant la quantité indiquée comme nécessaire aux semences, évaluée.	11 441 000	—
Il reste tous les ans une quantité de froment pouvant servir à l'alimentation, de.	58 117 000	—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une diminution de 2 fr. 31 dans le prix de l'hectolitre de blé, aurait fait éprouver aux cultivateurs une réduction en argent, par an, de 134 250 276 fr. sur le produit du blé récolté par eux pendant 10 ans, de 1863 à 1872, s'ils n'avaient point eu à prélever une portion de ce blé pour leur nourriture, et pour la nourriture de leurs familles et de leurs ouvriers.

En tenant compte de la valeur en argent de la quantité de froment dont les cultivateurs peuvent réellement disposer, et en la capitalisant au taux de 3 p. 100, on trouverait certainement qu'une diminution de 2 fr. 31 dans le prix de l'hectolitre de blé, correspondrait encore, si elle devait rester permanente, à une réduction de plusieurs milliards dans la valeur de la fortune foncière de la France ; mais il est certain que cette diminution n'a pas dû se produire également dans toute la France. Elle a pu être dans le Midi plus considérable que dans le Centre, et elle a dû être moindre et se changer même peut-être en augmentation dans les départements du Nord, qui peuvent, en étant placés à proximité de l'Angleterre, facilement répondre aux énormes demandes de céréales qui sont, chaque année, faites par ce pays.

Il serait intéressant de rechercher l'influence qu'a pu avoir sur le prix du blé, pour chaque département et pour la France entière, le changement qui a eu lieu en 1861 dans la législation des céréales; mais c'est une étude que doivent pouvoir faire mieux que moi les personnes habituées à s'occuper des questions d'économie politique.

La nouvelle loi sur les céréales avait paru devoir amener une réduction dans les prix de la main-d'œuvre, en donnant aux ouvriers la vie à bon marché.

Cet effet ne s'est pas produit. Déjà avant 1870, les prix de la main-d'œuvre agricole tendaient à s'élever plutôt qu'à baisser. Depuis cette époque, l'énorme consommation d'hommes faite par la guerre en 1870 et 1871 et la nécessité dans laquelle se trouve aujourd'hui la France d'avoir à entretenir une nombreuse armée, ont diminué le nombre des bras mis à la disposition de l'agriculture et sont venus augmenter encore ses frais de main-d'œuvre.

Les travaux de mon exploitation de Trappes sont presque tous exécutés à la tâche par des habitants ordinaires du pays et par des Bretons et des Normands. Les ouvriers que j'occupe ainsi sont généralement actifs et laborieux ; ce sont de véritables entrepreneurs excités par leur propre intérêt à chercher à s'acquitter rapidement de la tâche dont ils se sont chargés. Il est intéressant de voir l'ardeur avec laquelle des pères de famille, assistés de leurs femmes et de leurs enfants, opèrent ainsi les travaux de chargement et de déchargement, épandage de fumier, plantation, binage et récolte de colzas, de plantation,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de binage et arrachement des pommes de terre, de binage et arrachement des betteraves, de récoltes des céréales et de récoltes des foins et luzernes, à des prix librement débattus entre le régisseur de ma ferme et eux. Parmi ces travaux, les plus importants sont ceux nécessités pour la récolte des blés, comprenant la coupe des blés à la faux, sa mise en javelles, le liage des gerbes et leur mise, prêtes à être chargées sur les voitures, en tas de dix gerbes qui sont appelés dizeaux. Le prix de ces travaux, dits de moissonnage, varient suivant que le blé est plus ou moins abondant, plus ou moins versé, et suivant la cherté de la main-d'œuvre ; ce sont eux qui donnent lieu tous les ans aux plus grandes discussions. Dans les années où je fais faire, à Trappes, des moyettes, ce travail est payé 6 francs en plus du prix qui a été fixé pour le moissonnage du blé.

J'ai pensé qu'il pourrait être intéressant de connaître quels ont été les prix payés par moi à l'hectare pour le moissonnage du blé pendant chacune des années formant les deux périodes de 1853 à 1862 et de 1863 à 1872. J'ai dressé à cet effet le tableau ci-après.

Prix payé par hectare pour le moissonnage du blé, à Trappes, chez M. Adolphe Dailly, de **1853** *à* **1872.**

ANNÉES DES RÉCOLTES.	PRIX PAYÉS.	ANNÉES DES RÉCOLTES.	PRIX PAYÉS.
1853	38 fr.	1863	32 fr.
1854	40 »	1864	34 »
1855	34 »	1865	34 »
1856	40 »	1866	53 »
1857	40 »	1867	48 »
1858	40 »	1868	42 »
1859	36 »	1869	44 »
1860	32 »	1870	36 »
1861	30 »	1871	42 »
1862	36 »	1872	40 »
TOTAL.....	366 fr.	TOTAL.....	405 fr.
MOYENNE...	36,60	MOYENNE...	40,50

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut, je crois, admettre, en comparant entre elles deux périodes de 10 ans, que les difficultés que les récoltes de blé ont pu, certaines années, présenter pour le moissonnage, ont dû, pour l'ensemble des deux périodes, rester sensiblement les mêmes pour chacune d'elles, et attribuer seulement à l'augmentation dans les prix de main-d'œuvre, l'élévation de 3 fr. 90 par hectare, qui a eu lieu dans la période de 1863-1872, sur le prix moyen auquel était revenu le moissonnage dans la période précédente. Le moissonnage, dont le prix s'est trouvé augmenté ainsi de 10,65 pour 100 représente seulement une partie des façons dans lesquelles intervient la main-d'œuvre pour la production du blé.

Les prix que j'ai eu à payer à Trappes pour le moissonnage du blé, ont été, depuis 1872, les suivants :

		fr.
Pour récolte de	1873.	40 »
—	1874.	36 »
—	1875.	36 »
—	1876.	36 »
—	1877.	60 »
—	1878.	60 »
	Total.	268 »
	Moyenne par an.	44,66

Les années 1877 et 1878 ont été tout à fait exceptionnelles. Mes ouvriers ont éprouvé dans ces deux années de grandes difficultés pour le moissonnage du blé par suite de l'abondance excessive de la paille et de l'état de verse complète dans laquelle elle se trouvait.

Mon grain qui a mal mûri a manqué de qualité ; son poids moyen a été, pendant ces deux années, de 69 kil. l'hectolitre seulement. J'ai eu beaucoup de peine à trouver pour lui des acheteurs sur mon marché ordinaire de Versailles, où il s'est trouvé en présence de blés américains de qualité supérieure, pesant 80 kil. l'hectolitre.

J'ai été ainsi forcé, pour une partie de ma récolte de 1878, d'aller chercher des acheteurs dans le centre de la France, à Clamecy, dans la Nièvre et à Saint-Florentin, dans l'Yonne.

Les chiffres que je viens de produire, montrent que, dans le centre de la France, l'agriculture peut avoir des raisons fondées pour faire entendre des plaintes ; ils expliquent la baisse qu'y subissent, depuis plusieurs années, les propriétaires de terres, au renouvellement de leurs baux. Ils sont de nature

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à faire craindre que les producteurs de céréales de cette partie de la France ne soient, en voyant leurs récoltes diminuer et leurs dépenses augmenter, amenés à transformer en herbages une partie des terres qu'ils cultivent ; ils auraient ainsi beaucoup moins à redouter la concurrence étrangère et ils n'auraient plus autant à souffrir de l'augmentation du prix de la main-d'œuvre. Un semblable calcul, qui pourrait être favorable à leurs intérêts, tendrait malheureusement à augmenter la dépopulation que l'on a, depuis plusieurs années, commencé à constater dans nos campagnes.

Le labourage, le travail des champs au grand air, donne la force et la santé au corps et le calme à l'esprit : il forme de vigoureux soldats ; il doit être tenu en honneur et rendu profitable à ceux qui s'y livrent. On aurait à craindre, s'il venait à diminuer, de voir se produire une réduction dans la richesse en hommes, du pays, et par suite, un affaiblissement dans la puissance militaire de la France. Il y a là un danger dont on doit se préoccuper.

On peut, lorsque l'on voit les produits de l'industrie étrangère acquitter des droits équivalant aux charges qui pèsent sur l'industrie française, s'étonner que les produits agricoles étrangers soient admis à jouir des avantages que peut leur offrir le marché français, en étant soumis seulement à des droits insignifiants.

L'agriculture française serait certainement en droit de demander que les produits étrangers qui viennent lui faire concurrence, ne pussent jouir, à son détriment, de semblables faveurs et qu'ils fussent eux, de même, assujettis à des droits équivalents aux impôts et autres charges qu'elle a à supporter ; mais il lui serait fort difficile d'obtenir aujourd'hui une entière satisfaction à cet égard. Les pouvoirs publics, qui ont aussi à s'occuper des intérêts des consommateurs, seraient probablement peu disposés à prendre des mesures qui pourraient avoir pour effet de ramener les prix des denrées servant à l'alimentation, à leurs cours anciens. Pour arriver à la placer en meilleure situation pour lutter avec les produits étrangers, ils chercheront plutôt à diminuer ses frais de production.

L'agriculture nationale pourrait ainsi demander des tarifs moins élevés et de plus grandes facilités pour le transport de ses produits sur les chemins de fer ; elle pourrait, pour arriver à obtenir le moyen de donner plus de développement à ses cultures de betteraves, réclamer de nouveau, avec instance, des droits plus modérés pour les alcools dont peuvent avoir besoin les cultivateurs de vignes pour la conservation de leurs vins et il devrait toujours bien lui être permis d'exprimer l'espérance de voir les pouvoirs publics faire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de continuels efforts pour chercher à imprimer en France une prospère activité à l'agriculture, à l'industrie et au commerce, en se montrant à l'égard de ces trois grandes branches du travail national, animés d'un égal esprit de justice.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878.

LA MÉTALLURGIE A L'EXPOSITION DE 1878, PAR M. LAN, INGÉNIEUR EN CHEF DES MINES (1).

§ VI. — *Nouveaux procédés de fabrication et d'ouvraison des fontes, fers et aciers.*

I. *Fabrication des fontes.* — Les perfectionnements de la fabrication des fontes, en tant que travail même des hauts fourneaux, étaient en germe au moment de l'Exposition de 1867 : déjà, à cette époque, on connaissait les grandes productions par appareil, qu'on avait réalisées dans certains districts d'Angleterre. Depuis lors, les hauts fourneaux à grandes capacités, puissamment soufflés d'air chauffé à 6 et 700 degrés centigrades, se sont beaucoup répandus, en même temps que les appareils à air chaud (Siemens-Cowper et Whitwell). Après les études publiées à ce sujet par M. Grüner, nous n'avons pas à y revenir. A peine aurions-nous à signaler quelques détails pratiques dans la conduite de ces énormes appareils : la substitution des tuyères en cuivre ou en bronze aux tuyères en fer d'autrefois; l'accroissement considérable du volume des charges, aujourd'hui doubles au moins de celles pratiquées naguère, accroissement utile à la régularité de l'allure avec la plupart des minerais, mais indispensable dans les fourneaux traitant des minerais riches pour fontes grises à couler directement dans les appareils Bessemer.

La nouveauté saillante dans la fabrication de la fonte, c'est la production des alliages variés qu'on applique aujourd'hui à la préparation des métaux fondus, fontes manganésées, fontes au chrome, au titane, au tungstène, etc. ; c'est particulièrement la production au haut fourneau des *fontes de manganèse* ou *ferromanganèses*, alliages tenant avec le fer, le carbone et quelques faibles proportions d'autres éléments, de 25 à 75 et 80 pour 100 de manganèse : un échantillon exposé par les haut fourneaux de Saint-Louis renfermait même 88 pour 100 de manganèse.

Cette sorte d'alliages, qui a remplacé dans beaucoup de variantes de la fusion sur

---

(1) Voy. cahier de *Février* 1880, p. 99 et cahier d'*Avril* 1880, p. 189.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sole les fontes miroitantes ou *spiegel-eisen*, s'est fabriquée (1) d'abord (1865) en creusets; puis sur sole de réverbère (1870) par réduction de mélanges de minerais de fer riches et d'oxydes de manganèse, ou même par le traitement de mélanges plus compliqués de ces premiers éléments avec des réducteurs et des parties de fer, d'acier et même de fonte spiegel déjà plus ou moins riche en manganèse. Parallèlement à ces premiers moyens de fabrication naturellement fort coûteux, le haut fourneau produisait de son côté des spiegels de plus en plus riches en manganèse, d'abord — 5 à 10 pour 100 —, puis de 10 et 20 —, et bientôt au delà de 30 pour 100 de ce métal. Ces derniers résultats étaient acquis dès 1872 par M. Pantz, au haut fourneau de Sava (Autriche), qui exposait à Vienne, en 1873, des échantillons tenant jusqu'à 37 pour 100 de manganèse. Depuis, plusieurs usines françaises et étrangères ont encore progressé et sont parvenues aux très-hautes teneurs citées ci-dessus.

Il n'a été besoin, pour réaliser cette fabrication aux hauts fourneaux, d'aucune des modifications que quelques fabricants avaient jugées nécessaires : ouvrage et creusets mobiles à parois de graphite, de chaux ou de magnésie. On n'eut pas besoin non plus de préparations préalables plus ou moins compliquées des minerais de fer et de manganèse.

Un haut fourneau ordinaire, muni de bons appareils à air chaud Cowper ou Whitwell; un lit de fusion où, au lieu de minerais de fer, on charge tantôt des minerais comme on en rencontre sur la côte orientale d'Espagne, en Italie, etc., à gangue calcaire, tenant 10 à 15, 20 pour 100 au plus de fer pour 25 à 30 pour 100 de manganèse, tantôt avec ces minerais des minerais de manganèse proprement dits et à gangue calcaire autant que possible; un lit de fusion calculé, en un mot, pour donner un laitier extra-basique tenant jusqu'à 50 et même 52 et 53 pour 100 de chaux; volume des charges augmenté convenablement, et cela selon la capacité du haut fourneau; une allure non-seulement chaude, mais d'une lenteur proportionnée à la richesse du lit de fusion en manganèse, tels sont les moyens par lesquels plus d'une usine, à notre connaissance, a produit couramment des *fontes de manganèse* avec le même appareil qui, avant et après, donnait de la *fonte de fer*. Sans doute, la consommation de coke s'élève en raison du peu qu'on charge en minerais de manganèse par charge de coke; malgré la chaleur et la lenteur de l'allure, malgré la basicité du laitier, on ne réduit pas tout le manganèse introduit au gueulard, mais à peine les 3/4 ou les 4/5; on a des frais de façon assez élevés, par suite de la réduction de production au tiers, à la moitié, rarement, de ce qu'elle serait en fonte grise de fer. Mais, on a cependant produit à bien meilleur compte les alliages riches qu'on obtenait d'abord très-chèrement au creuset; et on l'a fait sans user les parties basses des fourneaux, comme il arrivait

(1) Voir *Berg und Huttenmännische Zeitung* (juillet 1865, septembre 1870, décembre 1870).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aux débuts de ce mode de travail, alors qu'on redoutait les laitiers fusants et les garnissages qu'ils forment sur les parois de l'ouvrage et du creuset.

II. *Ouvraison des fontes.* — Quelque riche que fût l'Exposition, notamment dans le quartier français, en moulages de fonte (ornementation, moulages usuels, moulages mécaniques, fontes malléables), nous n'avons rien de saillant à signaler comme changements dans ces procédés d'ouvraison. Une seule variété de moulages mériterait ici une mention particulière, nous voulons parler des moulages de fonte trempée ou fonte dure. En 1867, l'Allemagne était au premier rang pour ces produits, comme elle y était pour les moulages d'acier dont nous reparlerons tout à l'heure. Depuis cette époque, cette fabrication a continué d'y progresser, comme l'ont montré certaines expositions de l'Autriche-Hongrie ; mais plusieurs usines françaises ont largement suivi dans cette voie leurs concurrents étrangers. Les départements de la Marine et de la Guerre pourraient témoigner de la *constance de la qualité* qu'ils ont trouvée, depuis 1867 jusqu'aujourd'hui, dans certains produits indigènes (Compagnie de Châtillon et Commentry).

Sans entrer ici dans des détails que ne comporte pas cette revue, observons que, plus encore que les fabrications similaires des cylindres trempés, des pointes de cœur des voies ferrées, etc., la préparation d'objets d'armement, c'est-à-dire d'objets destinés à des épreuves à outrance, exige avant tout un choix sévère de matières premières, constamment contrôlé par l'analyse chimique, autant que par les essais mécaniques. C'est, en définitive, une fabrication qui ressemble plus à celle des aciers moulés qu'à celle des moulages de fonte.

III. *Fabrication et ouvraison des fers soudés.* — Malgré la variété infinie des produits de cette sorte qu'on trouvait au Champ-de-Mars, sous formes de barres ordinaires, de fers profilés, de feuilles, de fils, de pièces de forge, de clouterie, de pointerie, etc., de toutes dimensions, l'intérêt de l'exposition sidérurgique n'était pas là. A peine s'arrêtait-on devant les belles collections de quelques-unes de nos anciennes forges à fer; et pourtant, que de ressources d'outillage elles accusaient, et comme elles témoignaient des efforts incessants que font nos usines dans la voie du façonnage! A toutes les expositions antérieures, la section métallurgique française s'est toujours distinguée par des articles ouvrés : il en a été de même en 1878, et en présence de la lutte du fer soudé avec les métaux fondus, il y a dans ce fait quelque chose de rassurant pour les usines obligées de se transformer.

Cependant, il ne faut pas oublier qu'ailleurs on progresse aussi sous ce rapport : les quelques outils ou métiers exposés, notamment par les États-Unis, montrent que sous ce rapport, on va vite de l'autre côté de l'Atlantique, plus vite peut-être que chez les Anglais nos concurrents redoutés d'autrefois.

Avant de passer aux aciers, rappelons que certaines forges, notamment en Angle-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gleterre, n'avaient pas, jusqu'à ces derniers temps, renoncé à l'espoir de maintenir le rail en fer contre le rail d'acier. Elles essayèrent de tirer des rails sans paquetage ni soudage ultérieurs des loupes d'une seule pièce sortant des fours Danks. On réappliqua aux rails ainsi faits l'ancien procédé de cémentation superficielle de Dodds ; mais, d'après les renseignements fournis à cet égard par M. Lowthian Bell, cette fabrication n'a pas donné de résultats sérieux. (Congrès de l'*Iron and Steel Institute*, Middlesborough, 1877.)

IV. *Fabrication et ouvraison des aciers et des alliages ferreux fondus.* — Ce que nous avons dit précédemment de la classification des fers et aciers justifie suffisamment le titre que nous donnons à cet article, de beaucoup le plus important du § VI. Au surplus, il suffit d'avoir traversé, dans la section anglaise, les belles expositions des usines de Sheffield pour conclure, comme nous, que l'ancienne fabrication des aciers (aciers cémentés et fondus au creuset), n'est pas encore détronée par les nouveaux procédés.

Les nombreuses tentatives faites depuis l'invention du Bessemer et des métaux fondus sur sole, pour produire par ces procédés des aciers à outils, n'ont généralement donné que de médiocres résultats. Les seuls succès, et encore partiels, qu'on ait obtenus dans cette voie, l'ont été en Suède et en Autriche-Hongrie, grâce sans doute à l'excellence des matières premières dont disposent ces contrées. Partout ailleurs, avec les alliages fondus nouveaux, on n'a pu faire que des outils communs, mais rien de comparable aux beaux échantillons d'aciers au creuset que renfermaient les vitrines des maisons de Sheffield et d'une ou deux maisons françaises : *aciers au carbone seul,* tenant depuis 0,60 à 0,75 jusqu'à 1,50, rarement plus, pour 100 de carbone, si parfaitement classés, selon les teneurs, en 5 ou 6, parfois 7 ou 9 numéros, et définis par les emplois auxquels chacun d'eux convient. On n'use plus ici, pour la classification, des essais à la traction ; on sait depuis longtemps, dans les aciéries proprement dites, que les résultats à cet égard ne sont pas indices suffisants de la qualité d'un acier fondu pour outils. Nous aurions à citer plus d'une épreuve à la traction faite sur alliages fondus sur sole ou au Bessemer, alliages tenant de 0,90 à 1 ou 1,20 pour 100 de carbone, pas plus de silicium que beaucoup d'aciers fondus au creuset, mais toujours plus de manganèse, provenant de la fusion d'acier puddlé, ou de métal Bessemer fait avec des fontes très-pures, mais au coke et à l'air chaud : les essais à la traction donnaient des résistances et des allongements absolument les mêmes que certains aciers au creuset, et pourtant quelle différence dans les outils obtenus des deux matières ! L'outil en acier au creuset conservait tout son corps à l'état de burins, ciseaux, etc., quand l'outil en alliage fondu sur sole s'aigrissait sur les chocs, s'ébréchant ou se brisant après quelques coups.

Sans doute, indépendamment de quelques progrès économiques (notamment le four Siemens pour la fusion) que la fabrication des aciers fins au creuset a empruntés aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

procédés nouveaux, elle a depuis longtemps, elle aussi, et, sans le dire bien haut, préparé des aciers au *manganèse*, *au chrome*, *au tungstène*, etc. Mais, avec quelle attention les fabricants, soigneux de leur réputation, distinguent ces alliages spéciaux de leurs aciers à outils proprement dits ! On en a pu juger par les catalogues et notes jointes aux expositions de la maison Holzer (France) sur les *aciers chromés*, des Sociétés métallurgiques de l'Autriche-Hongrie sur les *aciers au manganèse* (usines de Kapfenberg). A la lecture de la note sur les aciers chromés, on aperçoit les difficultés de la fabrication de ces alliages complexes, la variabilité de leurs propriétés à chaud comme à froid, et, cependant, il s'agit là de produits obtenus par de petites masses au creuset, c'est-à-dire en vases clos et avec des charges dont le dosage est facile ; que serait-ce si on voulait fabriquer ces *composés* par grandes masses, sur la sole d'un réverbère comme l'ont tenté d'autres usines (Terre-Noire, en France) ?

Si les nouveaux procédés et leurs produits si variés n'ont pu jusqu'ici rivaliser avec l'industrie des aciers proprement dits, fins et durs, pour outils et quelques autres emplois, il en est autrement quand il s'agit des moulages d'acier et des emplois du fer par ouvraison au laminoir ou au martean.

Les moulages d'acier se sont faits jusqu'à la date de l'Exposition de **1867** avec des aciers fondus au creuset : chacun se rappelle les lingots d'acier doux sans soufflures que Krupp exposait à Paris en **1855**, à Londres en **1862** et à Paris encore en **1867**, chaque fois avec des dimensions croissantes. On n'a pas oublié non plus les cloches, en acier plus dur, que les usines allemandes (Bochum et autres) exposaient en **1855** : moulages qui, dès cette époque, faisaient prévoir la substitution de l'acier au bronze. En **1862**, à Londres et en **1867** à Paris, nous avons vu aussi les roues pleines en acier fondu, moulé et recuit, en piles venues sur un seul jet de coulée, qu'avaient apportées quelques usines des mêmes contrées.

Tous ces produits étaient obtenus par la fusion au creuset, avec des dosages plus ou moins variés, mais où les additions de spiegel-eisen (matière première si abondante sur les bords du Rhin) jouaient déjà le principal rôle : c'était, en un mot, des aciers fondus au manganèse, à doses variables de carbone, moulés tantôt en coquilles, tantôt dans des moules en terre.

Dès que, vers **1865** et **1866**, le procédé Bessemer, après six à huit ans de tâtonnements, fut devenu courant dans les usines, il en est plus d'une qui, usant, à la fin de l'opération, d'additions suffisantes de spiegel-eisen et même de fontes grises plus ordinaires comme qualité, avait obtenu des alliages difficiles à laminer ou marteler, mais donnant de très-beaux moulages, parfaitements sains, équivalents, en un mot, à ceux que nous venons de rappeler.

Mais, lorsqu'un an ou deux après l'Exposition de **1867**, on devint maître de la fusion de l'acier sur sole, en expérimentation depuis **1862**, c'est-à-dire, lorsqu'après avoir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tâtonné comme avec le Bessemer, pendant six ou sept ans, on eut appris à manier, pour ainsi dire à volonté, sur la sole du Siemens, les additions finales manganésées ou autres, alors les aciers fondus sur sole commencèrent à lutter sérieusement avec les aciers fondus au creuset pour les moulages. De 1870 à 1873, plus d'une forge, par exemple, apprit à remplacer ainsi beaucoup d'organes de son outillage autrefois en bronze, puis en acier fondu au creuset, par des moulages en acier plus ou moins dur obtenu sur sole, plus rarement au Bessemer. L'Exposition de Vienne, en 1873, avait déjà mis ce progrès en évidence ; mais l'Exposition de 1878 était plus riche qu'aucune de ses devancières en moulages de cette sorte ; les sections Suédoises, Autrichiennes, Anglaises et Françaises présentaient de nombreux spécimens de moulages en acier de toutes duretés, parfaitements nets de forme et sains de corps. S'il était permis de citer quelques usines, parmi tant de producteurs distingués, nous rappellerions ici les lingots bruts de la Société impériale et royale des chemins de fer autrichiens, où l'on ne trouve pas trace de soufflures ; ses engrenages et ses roues, dont les axes sont tordus à froid, ce qui montre bien, comme la cassure l'indique d'ailleurs, qu'il s'agit là d'aciers moulés doux et très-malléables ; aciers obtenus avec d'excellentes matières premières, suffisamment manganésées, ne retenant que peu ou point d'éléments étrangers en dehors du fer, du carbone et du manganèse. Nous citerons encore les moulages en acier, coulés au réverbère, de la maison Atwood et Spencer, en Angleterre, en rappelant que M. Ch. Atwood fut le premier qui, en 1862, essaya le four Siemens à la fusion sur sole de fontes manganésées avec le fer.

Les exposants français ne tenaient pas un rang moins élevé pour cette sorte de produits : presque tous ceux qui préparent les métaux fondus Bessemer et sur sole, ou les aciers au creuset, avaient aussi de très-beaux moulages de toutes dimensions et formes. Sans pouvoir les citer tous, nous devons une mention spéciale à l'une des galeries qui ont le plus frappé l'attention des visiteurs du Champ-de-Mars, à la collection présentée par la Compagnie de Terre-Noire, et si remarquable à tant d'égards.

Ici, nous ne sommes plus seulement en présence de produits intéressants, mais en face de moyens spéciaux de fabrication : bien qu'ils aient été l'objet de nombreuses publications, arrêtons-nous un instant sur ces procédés. Leur formule est caractérisée par l'emploi de matières toutes spéciales, c'est-à-dire des alliages de fer, silicium et manganèse, ces deux derniers éléments étant nécessaires, disent les fabricants, pour éviter les soufflures. Bien certainement, sous le rapport théorique, ces aperçus sur le rôle de ces deux composants, sont conformes aux faits observés et constatés antérieurement, notamment par Bessemer lui-même, comme ce dernier inventeur l'a rappelé à l'une des séances de l'*Iron and Steel Institute*. Mais au point de vue pratique, quand on sait combien, et dans la cornue Bessemer et sur sole, avec les procédés courants, il est difficile d'éviter dans les aciers produits la présence de quelques millièmes de silicium, on peut se demander s'il est bien nécessaire d'en ajouter encore. Il semble naturel de croire, avec les autres producteurs de moulages sans soufflures, qu'il suffit,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme autrefois dans les creusets, d'additionner suffisamment de manganèse, qui trouvera toujours dans l'acier assez de silicium pour opérer les réactions dont il s'agit, s'il y a lieu. Nul doute, d'ailleurs, qu'on s'exposera moins ainsi que par des additions complexes, à produire des alliages multiples toujours variables à l'emploi.

La fabrication des moulages d'acier s'est complétée de bonne heure par certaines opérations accessoires que nous devons rappeler ici. Nous avons déjà indiqué ci-dessus que les roues en acier coulé de Westphalie subissaient des recuits appropriés à la nature du métal et à ses emplois ultérieurs. On est allé plus loin. Dès 1863, en Angleterre, un métallurgiste éminent, sir J. Whitworth, fabriquait des objets moulés en acier fondu (canons, projectiles, etc.), remplaçant toutes les opérations de forgeage (martelage ou autre travail mécanique) par une trempe à l'eau, à l'huile ou dans tout autre liquide approprié, avec ou sans recuit. Bien qu'appliqué alors à des aciers de qualité certainement supérieure à celle des métaux fondus aujourd'hui, ce procédé, qui eût apporté une simplification considérable dans les moyens d'ouvraison des métaux, ne donna pas les résultats qu'espérait son inventeur. Même pour des formes simples, symétriques par rapport à leurs axes, on a dû rencontrer de grands obstacles déjà dans le moulage, quand il s'agit surtout d'acier doux fondant à très-hautes températures et subissant des efforts de retrait proportionnés à cette chaleur initiale du bain de coulée. De ces effets de retrait, souvent très-inégaux d'un point à l'autre des pièces, devaient résulter des défauts divers, nuisibles à leur solidité. En outre, la trempe, même la trempe douce à l'huile, et le recuit, très-efficaces comme moyens d'amélioration des qualités physiques et mécaniques du métal, deviennent fort difficiles à appliquer à des objets volumineux, de formes variées et dissymétriques, parce qu'il est impossible de chauffer et de refroidir uniformément de pareils objets. C'est certainement à ces difficultés qu'il faut attribuer l'abandon que sir J. Whitworth a fait de ce premier procédé et la préférence qu'il a décidément donnée depuis à celui de la compression du métal à l'état liquide en lingots de formes simples, avec forgeage ultérieur.

Les magnifiques échantillons que ce fabricant exposait en 1878 ne sont pas de simples spécimens d'exhibition. Nous avons eu la preuve personnelle que cette remarquable fabrication est à l'état courant dans ses ateliers; les perfectionnements tout récents (1875) qu'il a apportés à ses presses, soit pour la compression du métal liquide, soit pour le forgeage, en les complétant par le dispositif de la tête mobile, constituent un matériel coûteux, il est vrai, mais très-pratique. Il ne nous paraît pas douteux qu'un métal fondu sur sole Siemens, de bonne qualité première, doive, par ce double procédé de la compression et du forgeage, complété par la trempe à l'huile et le recuit, atteindre le plus haut degré de résistance et d'allongement, et même de stabilité moléculaire, que l'on puisse désirer dans les produits de cette sorte.

Le procédé de compression à l'état liquide a été appliqué en France par plusieurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fabricants, et, croyons-nous, aussi tôt, sinon même plus tôt, qu'en Angleterre, mais jusqu'ici sur une échelle fort réduite. Peut-être y a-t-on vu trop exclusivement un moyen d'éviter les soufflures : or, ce n'est pas, pensons-nous, le trait principal du procédé tel qu'il est pratiqué par sir J. Whitworth. Sans doute la compression, même à des pressions relativement faibles, provoque l'expulsion des gaz contenus dans le métal fondu, surtout avec les dispositifs de lingotières adoptés par M. Whitworth ; mais, pour réaliser l'acier sans soufflures, il est, plusieurs praticiens l'ont rappelé dans la discussion à laquelle le procédé Whithworth a donné lieu, en 1875, devant la Société des ingénieurs-mécaniciens anglais, il est des procédés plus simples : des procédés que connaissent depuis longtemps les fondeurs d'acier, nous l'avons montré précédemment. S'il n'y avait que cela dans le procédé de compression, il n'y aurait pas lieu de recourir à l'outillage énorme qu'il exige. Mais, il ne faut pas oublier que la compression, dans le système Whitworth, ne s'exerce pas seulement sur le métal liquide ; elle se continue sur le métal déjà solidifié ; le maintien de la pression jusqu'à ce que l'acier ait pris une température à laquelle il ne peut plus cristalliser en refroidissant, nous semble devoir produire des effets très-importants : effets fort semblables à ceux qu'a étudiés et décrits un habile ingénieur russe, M. Tchernoff (1).

Ainsi s'expliqueraient les hautes résistances et même les allongements élevés que présentent déjà les métaux comprimés de M. Whithworth. Et, rappelons-le encore, à ce premier travail mécanique, succède le forgeage, et le forgeage à la presse, bien supérieur à celui du marteau quand il s'agit d'un métal d'une nature si mobile.

Ainsi compris, le procédé de la compression exige naturellement un matériel tout autrement puissant que celui par lequel on a essayé de l'appliquer en France ; mais, pour les objets auxquels se prêtent les dispositifs spéciaux de lingotières qu'emploie M. Whitworth, on peut réaliser ainsi des produits dont la supériorité compense les dépenses de premier établissement et les frais d'ouvraison. Cette supériorité explique, en tout cas, la substitution, chez M. Whitworth, de ce procédé à celui du moulage avec trempe et recuit.

Les fréquentes applications qui ont été faites depuis dix ou quinze ans de la trempe à l'huile sur objets finis (martelés ou laminés, canons, frettes, projectiles, etc.), ont reporté l'attention des fabricants sur ce moyen d'amélioration des aciers, et même plus généralement des alliages ferreux fondus. La collection déjà citée, que la Compagnie de Terre-Noire exposait en 1878, présentait à cet égard des spécimens fort intéressants de moulages en acier bruts, trempés à l'huile, avec ou sans recuit. Ces spécimens montraient qu'on peut obtenir, par ces manipulations, comme l'annonçait Whitworth en 1863, des effets semblables à ceux que nous attribuions ci-dessus à la

(1) Communication faite par l'auteur à la Société technique impériale de Russie (mai 1868) traduite dans la *Revue universelle de Liége*. Livraison de mars-avril 1877.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compression ; mais de là à conclure que le travail de forgeage ou de laminage n'est pas nécessaire à l'acier, nous croyons que c'est aller trop loin. M. Lebasteur, dans l'ouvrage auquel nous avons déjà renvoyé, a montré ce qu'il y a de douteux dans cette opinion.

Bornons-nous ici à rappeler les difficultés qui ont fait renoncer M. Whitworth à ce procédé, difficultés dont nous avons personnellement mesuré toute l'étendue : avec des aciers sur sole, aussi sains que possible, moulés en petites dimensions (projectiles de petit calibre, par exemple), on parvient encore à des résultats assez constants ; mais, dès qu'on aborde des dimensions plus fortes (et il ne s'agit encore que de poids de 300 à 350 kilog.), on réussit une fois sur deux, parfois même une fois sur trois, à réaliser un effet déterminé (1).

Ce procédé nous semble présenter un défaut capital : il ne comporte pas assez de latitude dans ses moyens d'action pour une fabrication courante, surtout quand il s'agit de pièces volumineuses et de formes tant soit peu variées.

Arrivons enfin à la fabrication des alliages ferreux fondus destinés à l'ouvraison par le marteau ou par le laminoir : c'est là, sans contredit, que depuis dix ans se sont faits les plus grands progrès. Progrès à tous les points de vue : 1° progrès dans l'outillage ; 2° progrès dans le choix et le traitement des matières jusqu'au lingot ; 3° progrès dans l'organisation générale du travail, depuis la préparation du lingot jusqu'au finissage du produit marchand.

Nous avons déjà parlé des progrès dans l'outillage aux § I, III et IV : nous nous occuperons ici des deux derniers titres.

La tendance dans la préparation des lingots, soit à la cornue Bessemer, soit sur sole, a été d'obtenir des métaux fondus de plus en plus doux, c'est-à-dire, de moins en moins carburés. Le désidératum, signalé dans les publications qui suivirent l'Exposition de 1867 (2), *la production du fer fondu*, semble aujourd'hui atteinte ou bien près de l'être ; mais il importe de faire à cet égard une première distinction essentielle entre les provenance des métaux doux et fondus.

Et d'abord, *dans la cornue Bessemer*, avec telle fonte pure, de la catégorie des fontes anciennement connues sous le nom de fontes aciéreuses, provenant de minerais purs, manganésés, et tenant, en outre, du carbone, de 1 à 2 pour 100 de silicium et 3 à 4 pour 100 de manganèse et peu ou point d'autres éléments, l'affinage peut être conduit à peu près à volonté pour métal dur ou doux ; dans les deux cas, on n'a besoin que de peu ou point d'addition finale (spiegel ou ferro-manganèse). Au contraire,

---

(1) Les résultats d'essais faits par l'Artillerie de Marine, à Lorient, donneraient, si nous pouvions y puiser ici, des renseignements tout à fait conformes à ce que nous disons là de cette fabrication délicate.

(1) Rapports du jury international de 1867. Les procédés métallurgiques, par M. Lan (t. VIII, pages 100 et suiv.).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec une fonte plus impure, moins manganésée et plus chargée non-seulement de silicium, mais d'éléments divers comme en apportent tant de minerais terreux, l'affinage est difficile ; il faut le prolonger au delà de la décarburation : non-seulement il faut faire doux, mais encore user d'additions finales, plus ou moins considérables, d'alliages riches en manganèse. Dans le premier cas, le métal doux obtenu sera, si l'on veut, du *fer fondu naturel* pouvant retenir de 1 1/2 à 2 millièmes de carbone, autant de silicium et à peine 2 ou 3 millièmes de manganèse, c'est-à-dire une somme d'éléments étrangers à peine égale à celle des meilleurs fers doux que donnaient les anciens procédés d'affinage. Dans le second cas, au contraire, pour une même teneur en carbone, le métal fondu retiendra souvent de 5 à 6 millièmes de manganèse, sinon plus, et avec cela au moins 3 à 4 millièmes, parfois plus, de silicium et des traces plus ou moins dosables d'autres éléments ; ce sera, en un mot, *un alliage complexe*.

Entre ces deux cas extrêmes, il est aujourd'hui, d'une usine Bessemer à une autre, des nuances nombreuses, correspondant aux mélanges de minerais fort variés qu'on y emploie, mélanges où entrent, avec des minerais purs et riches, des doses plus ou moins élevées de minerais terreux : les fontes provenant exclusivement de minerais terreux communs n'ont été traitées seules qu'assez récemment, nous y reviendrons tout à l'heure.

La fabrication sur sole, qu'elle procède par affinage proprement dit de la fonte seule ou mélangée d'une certaine proportion de fer neuf ou vieux (formule spéciale de M. Martin), ou qu'elle procède par simple fusion rapide de fonte et fer, ou d'acier de diverses duretés comme autrefois en creusets, ne peut se passer d'additions finales manganésées. Celles-ci sont d'autant plus nécessaires qu'on vise un produit plus doux, ou bien encore qu'on emploie des matières premières de moindre choix. C'est dire que les *fers fondus* qu'on obtiendra là seront toujours des alliages tout au moins de *fer et manganèse* et souvent beaucoup plus compliqués : on peut les rapporter également aux deux types extrêmes que nous avons distingués au Bessemer.

Après cela, qu'on se rappelle ce que nous avons dit précédemment des variations de qualité à froid comme à chaud que présentent les alliages fondus ; on comprendra qu'il y ait lieu à quelques réserves touchant l'emploi de matières premières de second choix. La meilleure mesure des progrès qu'on a pu faire sous ce rapport se trouverait sur les carnets du lamineur ou du marteleur qui élaborent les lingots, plus encore que dans le laboratoire du chimiste. Celui-ci est préoccupé parfois trop exclusivement de tel élément particulier et pas assez des modifications physiques et même chimiques que peuvent occasionner, pendant les chaudes, des traces indosables de métaux terreux. Nous pourrions citer bien des exemples de métaux fondus doux tenant les mêmes quantités de carbone, silicium, manganèse et même de phosphore, qui donnaient en rebuts pour criques et pailles, au laminage, le double les uns des autres, mais les premiers provenant de dosages primitifs plus chargés de minerais terreux. Plus d'un fait de ce genre nous porte à croire qu'il n'y a pas que le phosphore qui,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans les minerais communs, nuise à la qualité des métaux fondus. Le silicium et certains métaux terreux (aluminium, magnésium, calcium et autres) qui, sans être toujours faciles à doser, n'en existent peut-être pas moins dans ces produits comme dans les fontes, en quantités proportionnelles à la teneur même en silicium, tous ces corps peuvent altérer grandement les *métaux fondus,* même les plus doux; à plus forte raison les aciers durs ou demi-durs.

Quoi qu'il en soit, on peut tenir pour certain que, pendant les six dernières années, on a, tout en faisant les métaux fondus de moins en moins carburés, appris à y introduire une proportion de ces éléments étrangers qui ne compromît pas la fabrication, ni même certains emplois ultérieurs. Le besoin d'une formule simple, autant sinon plus que la réalité des faits, a fait admettre la dose de phosphore comme mesure à cet égard : 1 à 2 millièmes et même jusqu'à 3 millièmes de ce métalloïde, voilà des teneurs avec lesquelles beaucoup d'aciers fondus doux (Bessemer ou sur sole) peuvent se laminer sans trop de rebuts pour rails répondant aux cahiers des charges des Compagnies.

Après ce premier pas, on a tout récemment tenté d'en faire un plus grand, en appliquant exclusivement les fontes de certains minerais terreux, comme ceux de Cleveland et de la Moselle, ou bien encore certaines fontes manganésées, mais phosphoreuses, des bords du Rhin. Visant encore ici, dans les deux cas, la teneur en phosphore, MM. Krupp, en Allemagne, et Bell, en Angleterre, ont fait la *déphosphoration préalable* des fontes à l'aide d'oxydes de fer ou de minerais de fer riches et purs, le produit de cette première opération devant ensuite se transformer en acier, ou dans la cornue Bessemer, ou mieux sur la sole d'un four Siemens. Les principes et détails principaux de ces deux procédés ont été exposés dans la 1re livraison (1879) des *Annales des Mines,* par M. Gruner; nous ne voulons y revenir que pour appeler l'attention sur quelques points importants.

D'abord, en admettant comme très-certaine la réduction de la teneur en phosphore par l'un et par l'autre de ces procédés, observons que, par les réactions mises en jeu, il se produira une autre amélioration; on éliminera du même coup le silicium et les métaux terreux. De plus, pour peu qu'il y ait départ de carbone, et il sera difficile, en pratique, d'éviter un départ partiel, il se fera par réduction des oxydes de fer purs employés comme réactifs, c'est-à-dire par introduction dans le métal d'une certaine proportion de fer pur. Enfin, que ce dernier effet se produise ou non, il ne faut pas moins de très-fortes additions d'oxydes de fer ou de minerais riches et purs pour assurer le succès de l'opération. En un mot, le fait d'une double opération, joint à la nécessité d'une consommation importante de matières de qualité, sont deux circonstances de nature à diminuer sensiblement l'économie de ce procédé. Peut-être, dans certaines conditions économiques, serait-il un progrès sur les procédés dont il a été parlé ci-dessus; au lieu de prendre comme eux pour base les *matières de choix* dans lesquelles ils incorporent certaines doses de matières communes, le système à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux opérations prend les *matières communes* qu'il améliore par une consommation plus ou moins élevée de matières de choix. Le résultat économique comparatif dépendra beaucoup des proportions dans lesquelles on consommera les deux sortes.

L'avantage de ces procédés à deux opérations serait peut-être tout autre, si on parvenait à faire la première étape dans un four ou dans une cornue à garnissage basique, sans oxyde de fer, comme celui dont on a parlé aux §§ 1 et 4. Un dernier essai, qu'il nous reste à examiner, pourrait, parmi ses résultats, apporter une nouvelle chance de succès à l'application des idées de MM. Krupp et Bell.

Pour le moment, l'essai dont s'agit, *l'affinage Bessemer avec garniture basique de la cornue* (système Thomas et Gilchrist), vise beaucoup plus haut : il veut obtenir directement de fontes phosphoreuses et terreuses (?) des métaux fondus remplaçant tous ceux produits jusqu'ici au Bessemer et sur sole, non pas peut-être avec les matières de premier choix, mais avec les mélanges divers ci-dessus indiqués.

A en juger par les premiers renseignements sur les opérations récemment pratiquées en grand, deux résultats seraient déjà atteints : bonne tenue du garnissage à base de chaux et magnésie, réduction de la teneur en phosphore de 1 ou 1,50 p. 100 dans les fontes à 0,10 ou 0,15 dans le métal fondu. Nous n'avons pu, jusqu'ici, savoir ce que les lingots obtenus ont donné de *bons produits finis :* ce renseignement serait utile à rapprocher des deux premiers résultats fort encourageants que l'on a d'abord signalés.

Nous ne savons pas non plus si, pendant l'opération, on a continué ou développé l'usage des additions dont parle M. Gruner (1) : 5 à 10 p. 100 de chaux vive ou d'un mélange d'oxyde de fer riche et de chaux. Des additions de cette nature peuvent, en effet, faciliter l'épuration, et d'autant plus qu'elles seront plus pures et plus riches en fer et en manganèse. Avec ces additions, ce procédé se rapprocherait, dans une certaine mesure, de ceux de MM. Krupp et Bell.

Nous avons fait personnellement, en 1868 et 1869, usage d'additions de minerais riches purs, manganésés (minerais de Mokta), dans la cornue Bessemer ordinaire, pour le traitement direct de fontes communes, à peine phosphoreuses, mais très-siliceuses, tenant jusqu'à 5 p. 100 de silicium, et provenant de dosages très-chargés de minerais en grains du Berry. Ajoutés à peu près au tiers de l'opération, dans le bain déjà très-chaud, ces minerais pouvaient s'introduire dans la proportion de 12 à 15 et même 20 p. 100, sans gêner aucunement le travail ; ils se réduisaient, pour la majeure partie, laissant leur fer pur dans le bain, une autre partie, mais très-faible, de leur oxyde de fer et tout leur oxyde de manganèse saturant la silice et les oxydes terreux provenant de l'affinage et peut-être de la garniture en sable de la cornue ; cependant celle-ci s'altérait très-peu. Les seuls résultats constatés par une expérience de

(1) *Annales des Mines,* 1re livraison 1879, p. 151.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plusieurs mois furent une légère réduction dans la durée de l'opération et une amélioration de qualité proportionnelle à la quantité de fer pur laissé par les additions dans le bain. Pour tirer un parti à peu près satisfaisant du métal au laminoir, il fallait pousser l'affinage très-loin à la cornue et user de fortes additions finales manganésées. Le coût de ces fortes additions finales ou initiales et les dépenses d'entretien des fonds d'appareils, joints aux rebuts du laminage, faisaient revenir les produits finis plus cher qu'avec des fontes provenant de minerais de qualité.

Les résultats des additions de minerais riches, avec ou sans chaux, peuvent être très-différents avec le garnissage basique de la cornue. Ce garnissage constituerait donc, à lui seul, un grand progrès, quelle que fût la formule à adopter ensuite pour assurer l'épuration du métal. Il est clair que si, par elle-même, la paroi basique suffit à cet effet, il peut sortir des essais en cours un procédé réalisant, sur ceux d'aujourd'hui, une économie correspondant à la presque totalité de la différence de prix entre les fontes communes et les fontes Bessemer employées jusqu'ici. Au contraire, l'économie peut-être très-sensiblement réduite s'il faut recourir à des additions diverses, etc., pour obtenir un alliage final un peu juste à l'emploi.

Quant aux progrès économiques dans l'ensemble de la fabrication, dont il nous reste à parler en quelques mots, il s'agit bien d'économies réelles et sur lesquelles il n'y a plus à faire les réserves que nous indiquions tout à l'heure à propos du choix des matières premières.

Au *Bessemer*, la production par batterie de deux cornues s'est élevée rapidement depuis 1867. Dans les usines surtout qui opèrent en 2e fusion, on a pu, à mesure que le personnel est devenu plus habile à manier cet outillage, et qu'on a su mieux préparer et réparer les fonds d'appareils, en a pu faire un nombre de 18, 20 et même plus d'opérations par 24 heures. En tenant compte des périodes de chargement et de manutentions accessoires, on réalise ainsi un travail à peu près continu, condition première de l'économie dans le fonctionnement des chaudières et des souffleries qu'à l'origine on utilisait fort imparfaitement.

La production est moins facile à accroître et surtout à régler dans les ateliers marchant en première fusion, c'est-à-dire avec la fonte directement coulée des hauts-fourneaux, la marche de ceux-ci commandant celle des cornues Bessemer. Aussi, on comprend que les avantages de ce mode de travail aient été mis en question (notamment dans quelques-unes des réunions de l'*Iron and Steel Institute*). Il n'est pas, en effet, très-sûr qu'à bien compter, avec un atelier Bessemer, muni d'un de ces cubilots à fonds mobile et à réservoir latéral, largement soufflé, comme on en a en Allemagne, aux États-Unis, en Angleterre, on n'arrive pas en deuxième fusion à faire le lingot aussi économiquement qu'avec la coulée directe du haut-fourneau. En tous cas, avec ce dernier mode, il est indispensable, pour parer à tous accidents et même aux écarts de production, de disposer d'un ou deux cubilots à côté des cornues. Cette combinaison

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mixte donne à l'atelier Bessemer une grande élasticité et permet de porter la production à son maximum de continuité.

Dans la *fabrication sur sole,* nous avons montré, au § 3, combien les fours ont été agrandis depuis 1867, et par quels soins de construction on est parvenu à assurer la continuité de leur roulement. De là est déjà résulté un accroissement de production par four, c'est-à-dire, souvent pour la même consommation de combustible et de main-d'œuvre. Mais, il y a plus ; le mode de travail lui-même a été très-sensiblement modifié dans le même sens.

Non-seulement on a renoncé partout aux formules assez compliquées de l'affinage des fontes sur sole Siemens, mais on a abandonné aussi les chargements par petites parties avec chauffage préalable : on a même négligé complétement ce chauffage et quelques usines font les charges considérables des nouveaux fours en une seule fois. En un mot, cette fabrication est de plus en plus devenue une véritable fusion sur sole, qui rappelle les fusions au réverbère pour fonte, pour cuivre, etc.

Dans l'*ouvraison* (au marteau ou au laminoir), les gros outillages dont nous avons parlé au § 4, ont permis de passer des lingots de plus en plus forts. Ces accroissements d'équarrissage des lingots, indispensables dans le cas de produits finis de grandes dimensions, sont devenus courants dans les fabrications de produits plus ordinaires, comme les rails. Peu à peu, on a pu faire ainsi des rails à double et à triple longueur, avec réduction des rognures et déchets, avec économie dans les frais de façon.

A mesure qu'on a mis en œuvre des lingots de plus fortes sections, le réchauffage a été l'objet de préoccupations plus sérieuses : les fours (systèmes Siemens, Ponsard, Bicheroux, etc.), de dimensions agrandies, recevant jusqu'à 25 et 30 lingots de 600 à 900 kilog. chacun, ont dû suivre les accroissements de production des trains. Enfin, on a repris une idée venue à l'esprit de beaucoup d'ingénieurs dès l'origine des procédés nouveaux, celle du travail des *lingots chauds* à la sortie des lingotières de Bessemer ou de la fabrication sur sole. Ce mode de travail est aujourd'hui courant dans plus d'une forge qui, en quelques heures, parvient ainsi à transformer la fonte en rails finis.

Beaucoup des points que nous venons d'indiquer rapidement, à propos des rails, ont trouvé leur application dans d'autres fabrications que le cadre de cette Revue ne nous permet pas d'examiner. Nous croyons en avoir dit assez pour montrer quels efforts ont été faits dans cette dernière étape de la fabrication pour réduire les prix de revient de ces produits nouveaux. Malheureusement pour les fabricants, les réductions des prix de vente depuis quelque temps ont été plus rapides souvent que celle des prix de revient.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ VII. — *Quelques observations sur la métallurgie des métaux autres que le fer.*

Les métaux autres que le fer étaient, quelques-uns du moins, brillamment représentés à l'Exposition de 1878. Le cuivre et ses nombreux alliages étaient au premier rang après le fer : bien que nous ne produisions pas le métal lui-même, ou du moins que nos usines se bornent à fondre et raffiner les cuivres bruts étrangers, quelques variétés de cuivre natif, etc., les galeries françaises se faisaient remarquer à cette Exposition plus encore qu'aux précédentes, par la variété de leurs produits ouvrés. Les fabricants français en cuivre rouge, en laiton, en bronze, ont montré une fois de plus ce que peut notre pays dans le travail des métaux : il y a là quelque chose de semblable à ce que nous avons signalé au § VI à propos de l'ouvraison des fers.

Avec moins d'importance, nos quelques usines à plomb et à zinc, nos ateliers de désargentation des plombs d'œuvre, figuraient aussi au Champ de Mars, et ils méritent cette mention spéciale, car, quelque peu considérable que soit cette industrie chez nous, elle a, depuis une quinzaine d'années, largement contribué aux progrès de cette branche de la métallurgie.

Enfin, une nouveauté dont l'apparition est due à notre pays encore, c'est le traitement des minerais oxydés ou silicatés de nickel, récemment découverts dans la Nouvelle-Calédonie : traitement analogue à celui des minerais de fer (brevets Garnier), mais dont les résultats n'ont pas encore été suffisamment établis.

En signalant d'abord la part de la France dans ces diverses sections de l'Exposition métallurgique, nous ne voulons pas amoindrir le mérite des pays étrangers, depuis longtemps en possession de ces industries spéciales (l'Angleterre, la Suède, la Russie, etc.) ; mais ici, comme nous l'avons observé pour les fontes, fers et aciers, il se fait des déplacements d'industrie dignes d'attention : les États-Unis, par exemple, ont développé rapidement ces usines comme ils ont fait des forges et aciéries.

A ces généralités ajoutons quelques exemples de l'influence qu'ont exercée les progrès de la sidérurgie sur les autres branches de la métallurgie.

§§ I. Et d'abord, rappelons que les progrès *dans la production des hautes températures* se sont immédiatement introduits dans les usines *à cuivre*, *à zinc*, etc. Les fours à gaz (Siemens et autres) s'appliquent aujourd'hui : à la fusion du cuivre et de ses alliages, comme à celle de l'acier ; à la réduction des minerais de zinc, et aux divers réchauffages des ateliers d'ouvraison.

§§ II. Dans *la construction des fourneaux*, ce que nous avons dit des appareils sidérurgiques s'observe aussi dans les usines qui nous occupent. Pour n'en citer qu'un ou deux exemples, mentionnons :

1° Les *réverbères* construits récemment dans certaines usines d'Allemagne (Tarnowitz), pour le traitement par rôtissage des minerais de plomb riches et doux. Ces fourneaux, au lieu de charger, comme les anciens réverbères anglais dont ils ont co-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pié le travail, une tonne de minerais, en reçoivent jusqu'à 3 et 4 tonnes par opération : à cet effet, tout en conservant les profils des réverbères anglais, ils ont été agrandis et construits plus solidement.

2° Les *fours à cuve*, autrefois à gueulard ouvert, construits en épais massifs de maçonnerie, se font aujourd'hui à gueulard fermé, avec prise de gaz, sur colonnes, et souvent à parois métalliques dans le voisinage des tuyères, avec aspersion d'eau, toutes dispositions empruntées aux hauts fourneaux à fer. Ces fours à cuve ont d'ailleurs été notablement agrandis (modèles Raschette, Pilz, etc.), et soufflés à volumes de vent proportionnés à leurs capacités intérieures. De ces diverses modifications sont résultés : 1° accroissement de production journalière ; 2° réduction des consommations de combustibles et de main-d'œuvre ; 3° réduction des frais d'entretien des appareils ; 4° moins de pertes par fumées, dans le cas du traitement des minerais de plomb, par exemple.

§§ III. Dans *l'outillage* ou *dans le matériel des usines*, on retrouve la plupart des progrès mécaniques signalés au § IV : très-particulièrement dans les ateliers de laminage et étirage des feuilles, barres, tubes, fils, etc., de cuivre, laiton, plomb, etc. Mais ce qui est peut-être encore plus digne d'attention, c'est le nombre déjà grand des tentatives faites pour exécuter à la mécanique, ici comme dans le travail du puddlage et du Bessemer, les opérations métallurgiques elles-mêmes.

C'est dans la désargentation par le procédé du patinsonnage que l'on a le mieux réussi sous ce rapport. Au brassage du bain à bras d'homme, on a tenté d'abord, en Angleterre, puis en France (Laveissière), de substituer le brassage par outils mus mécaniquement dans l'intérieur du bain (premier type analogue au système de Lemut pour le puddlage). Cette première solution n'était pas sans inconvénients par la complication du mécanisme et les difficultés de son entretien. On lui a substitué, depuis quelques années, le brassage à la vapeur d'eau (système Luce et Rozan), décrit par l'un des inventeurs dans les *Annales des Mines* (1873, tome III, p. 160) (1). Cette dernière solution, qui rappelle le Bessemer à certains égards, a mis quelques années à se faire admettre : on lui reprochait le défaut de donner des fumées et poussières gênantes pour le personnel ; mais elle est aujourd'hui pratiquée dans la plupart des usines de patinsonnage (Angleterre, France, Espagne, etc.). Il n'est que juste de rappeler à cette occasion que le procédé Cordurié (variante de la désargentation par le zinc) (2), a pu donner l'idée du patinsonnage à la vapeur d'eau, par l'emploi qu'il faisait de cet agent dans la purification du plomb souillé de zinc, à certain moment de ce procédé.

Une application directe de l'affinage Bessemer a été tentée tout récemment par M. John Hollway, en Angleterre, pour le traitement des pyrites de fer cuivreuses et leur transformation en mattes. Les premiers renseignements parvenus sur cet essai ont

(1) Voy. également le *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 272.

(2) *Annales des mines*, 6e série, t. XVI.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

été réunis par M. Pourcel dans une note très-intéressante, insérée aux *Comptes rendus de la Société de l'industrie minérale* (avril 1879). M. Pourcel cite en même temps les essais tout semblables faits en Italie, presqu'à la même date, par M. B. Arnaud, ingénieur français, sur des pyrites cuivreuses et nickelifères. Il est encore difficile d'apprécier les chances de succès de ce nouveau procédé, surtout dans la cornue Bessemer, telle qu'elle est appliquée à l'affinage de la fonte : en tous cas, il nous semble évident, comme le dit M. Pourcel à la fin de sa note, que le garnissage basique serait ici indispensable, à cause de la masse d'oxyde de fer que le procédé doit produire.

§§ IV. On retrouve enfin les analogues de certains faits sidérurgiques jusque *dans les opérations chimiques* par lesquelles se préparent quelques-uns de ces métaux et alliages métalliques.

1° Le rôle de réducteur que le manganèse joue, dans les additions finales du Bessemer et de la fusion sur sole, a été utilisé par un fabricant français, M. Manès. A la fin du raffinage du cuivre, pour détruire l'oxydule qui persiste dans le métal, on se sert généralement du charbon de bois ; dans beaucoup d'usines, les affineurs ajoutaient aussi un peu de plomb, plus oxydable que le cuivre et dont l'oxyde est très-facile à scorifier. M. Manès ajoute un alliage de cuivre et manganèse, au moment de la coulée du cuivre affiné : il pratique la même addition, au moment de la coulée de ses bronzes et laitons.

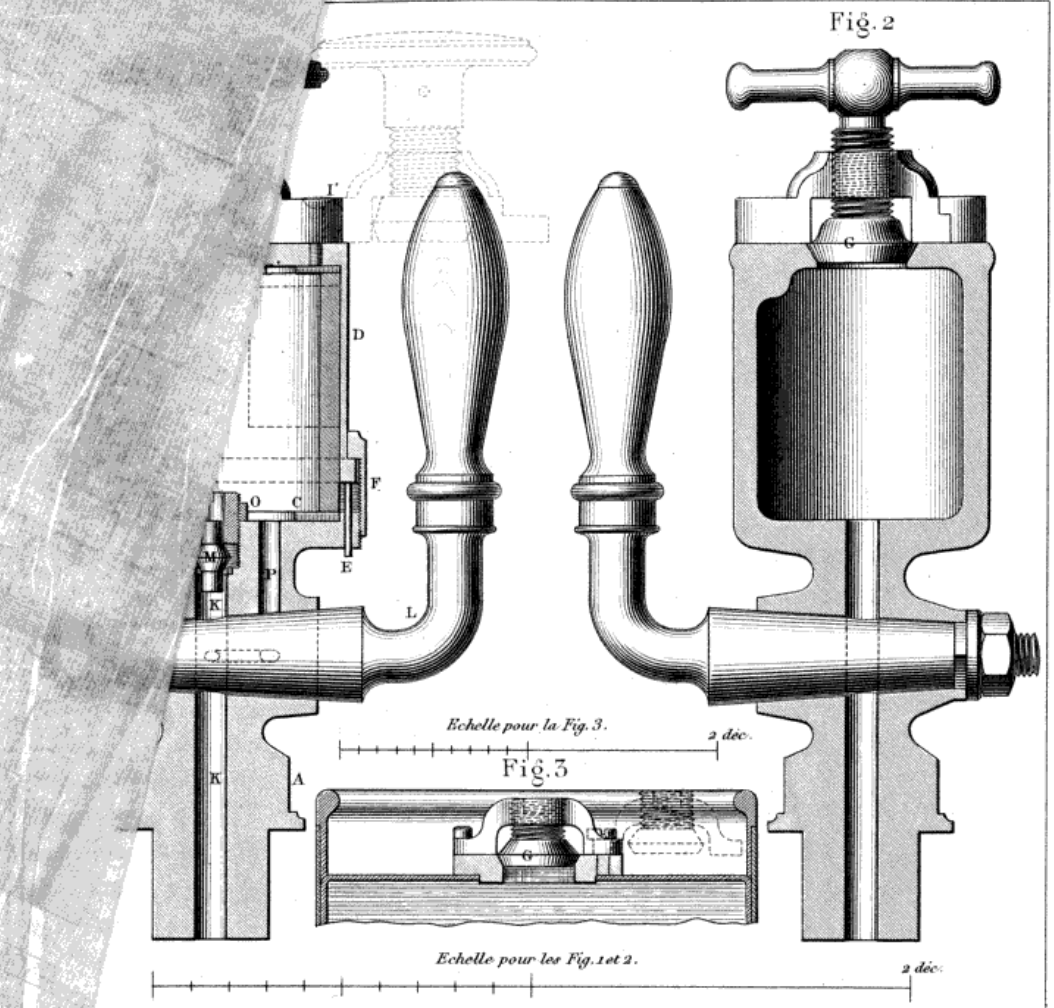
2° On doit obtenir ainsi des alliages plus ou moins complexes, dont les propriétés auraient besoin d'être examinées de près pour permettre une appréciation sérieuse de leur valeur. On produit d'ailleurs, depuis quelque temps déjà, et en France et en Angleterre, des bronzes manganésés qui semblent surtout couvenir pour les moulages, bien que, selon certains fabricants, ils jouissent à la fois d'une grande ténacité et d'une grande ductilité.

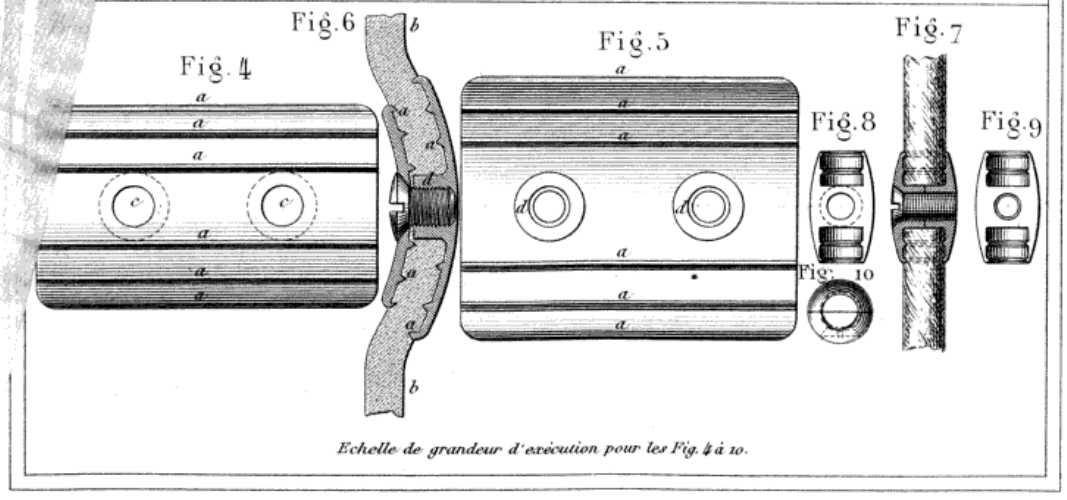
3° Le bronze phosphoreux, variété d'alliage cuivreux connue déjà depuis longemps (25 à 30 ans), a pris une certaine place dans la consommation des moulages et même dans les produits laminés, martelés ou étirés. Il paraît s'obtenir par des procédés assez variés, où *le phosphure de cuivre* serait l'addition finale des bains d'alliages ordinaires.

Les expériences diverses qui ont été faites, en Angleterre et en France, sur les propriétés mécaniques de ces nombreux produits (1), accusent des résultats souvent favorables, mais parfois aussi assez variables, et qui semblent montrer qu'ici, comme pour les aciers, il n'est pas facile au consommateur de s'assurer des qualités du produit qu'on lui livre. (*Annales des Mines.*)

(1) Voir l'ouvrage de M. Lebasteur déjà cité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires





Imp. R. Taneur, Paris. Leblanc del. L. Chaumont et Bertrand sc.

A. ROBINETS GRAISSEURS, PAR M. ROUS. — B. SYSTÈME DE JONCTION DES COURROIES PAR M. VIOLETTE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NÉCROLOGIE.

DISCOURS PRONONCÉ AUX FUNÉRAILLES DU GÉNÉRAL MORIN, MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, DIRECTEUR DU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS, PAR M. TRESCA.

« Messieurs, je viens, tout à la fois, au nom de l'Académie des sciences et au nom du Conservatoire des arts et métiers, remplir, auprès de cette tombe de l'homme de bien que j'ai le plus aimé, la plus douloureuse de toutes les missions.

« Le général Morin, à qui vous êtes venus rendre les derniers devoirs, appartenait à l'Académie des sciences dès l'année 1843, et était six ans après directeur du Conservatoire des arts et métiers. Dans ces deux positions se reflètent les aspirations de sa jeunesse. Sorti de l'École polytechnique en 1815, à une époque un peu indécise quant à sa carrière, il s'était adonné pendant quelques temps à l'industrie des forges, mais il revint bientôt à ses épaulettes d'officier d'artillerie, qui lui permirent, à l'École de Metz, d'exercer heureusement ses aptitudes scientifiques, d'abord comme adjoint de Poncelet, qu'il devait retrouver plus tard à l'Académie avec Piobert, artilleur comme lui, et qui l'avait précédé de quelques années.

« Ces hommes considérables, dont on a pu dire, en d'autres termes, qu'ils étaient trois intelligences sous la même égide, se trouvaient unis dans une active collaboration. Poncelet, le plus illustre des trois et le véritable fondateur de la mécanique appliquée, avait ouvert magistralement la voie. Piobert, plus réservé, mais non moins sûr dans ses conceptions théoriques, avait déjà devancé Prony par l'indication d'une première méthode conduisant à la mesure expérimentale du travail. Morin, le plus jeune des trois, moins exigeant au point de vue de l'analyse mathématique, était en même temps plus essentiellement pratique.

« Continuateur de Coulomb, quel labeur n'a-t-il pas dépensé à la recherche des coefficients numériques relatifs au frottement, au tirage des voitures, au choc des corps mous, à celui des projectiles, à l'effet utile des principaux récepteurs hydrauliques, coefficients dont l'application est devenue depuis lors, mais seulement depuis lors, et d'après lui, si familière !

« Son dynamomètre et son Aide-mémoire ont contribué dans une grande mesure au développement des arts mécaniques en France ; ils répondaient véritablement aux besoins d'une époque à laquelle les vrais principes n'étaient pas encore appliqués dans leur exacte mesure.

« L'Aide-mémoire, si populaire en France, n'a été traduit ou copié en cinq langues différentes que parce qu'il indiquait pour chaque problème sa solution vraiment pratique. Il se rattachait d'ailleurs étroitement, dans ses éditions successives, aux Leçons de mécanique générale, publiées pour la première fois en 1840 et complétées bientôt

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par les volumes relatifs aux moteurs hydrauliques, aux pompes, aux machines à vapeur, et plus tard à la résistance des matériaux et à la ventilation.

« Un seul mot suffira pour caractériser son mode de travail, toujours basé sur l'observation : il s'agit de savoir si la traction des véhicules varie suivant une loi déterminée ; il invente et construit les appareils de mesure nécessaires, et il reconnaît que le tirage est proportionnel au diamètre des roues ; d'autres disaient à sa racine carrée ; Piobert inclinait, par des considérations théoriques, pour un exposant intermédiaire ; Morin, pour résoudre la question sans conteste, essaye tous les types des roues en usage, et peut clore la discussion en faisant couronner par l'Académie la série toute entière de ses chiffres. Que dis-je, ses chiffres ? il se remet au travail, fatigue les routes qu'il parcourt avec ses interminables convois, pesamment chargés, et va trouver, jusque dans le cubage de leurs détériorations, la contre-épreuve de ses affirmations premières.

« Les premiers travaux du capitaine Morin lui avaient valu la succession de Poncelet à l'École de Metz ; en 1839, il fut tout étonné d'apprendre que, sans avoir même été consulté, il n'avait plus qu'à accepter la chaire de mécanique appliquée qui venait d'être créée pour lui au Conservatoire des arts et métiers.

« C'est là surtout que, dans les avis qui lui étaient chaque jour demandés et qu'il donnait avec une extrême bienveillance, il a exercé ce don de première vue qui caractérisait plus spécialement son talent, et qui lui permettait de juger en toute assurance chacune des questions de mécanique qui lui était déférée. Tel nous l'avons vu d'ailleurs à la Société centrale d'agriculture et à la présidence de la Société des ingénieurs civils.

« C'est dans ces conditions favorables que les suffrages de l'Académie des sciences le mirent en possession du fauteuil laissé vacant par Coriolis, celui de nos savants auquel revient l'honneur d'avoir définitivement consacré la notion précise du travail mécanique, que le nouveau titulaire avait si souvent mesuré. C'est ainsi que les anneaux de la science se forment et se juxtaposent, jusqu'à ce que la doctrine soit immuablement fondée.

« Devenu à son tour notre doyen dans la section de Mécanique, il aurait dû être accompagné jusqu'ici par son condisciple et ami M. de Saint-Venant, que les fatigues d'un voyage, et peut-être aussi la crainte d'une émotion trop naturelle, ont décidé à se reposer sur nous de ce soin.

« Appelé, à la suite des événements de 1848, à la direction du Conservatoire, le colonel Morin devait y trouver l'occasion de rendre à l'industrie et à la science de nouveaux services en s'occupant successivement des questions variées dont il nous serait impossible de faire ici la seule énumération.

« Nous dirons seulement quelques mots de celle qui l'a plus particulièrement occupé dans ces derniers temps.

« En 1869, le général Morin avait réussi à faire instituer une commission interna-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tionale pour l'exécution d'étalons métriques de haute précision. Ce travail, auquel il a donné les soins les plus assidus et dans lequel il ne pouvait se dispenser d'apporter toutes les exigences de son patriotisme sévère, était entre tous celui qu'il tenait à terminer avant de mourir. Déjà les rangs de nos éminents collaborateurs s'étaient bien éclaircis : Laugier, Delaunay, Mathieu, Le Verrier, quel assemblage de noms illustres ! nous avaient été enlevés avant l'heure. Le général Morin, à leur suite, n'a pu qu'entrevoir l'achèvement des dernières opérations. Les mètres qui ont été construits sous son contrôle immédiat sont dès maintenant des monuments de la science française, signés de nos larmes et datés de sa fin.

« Nos confrères de l'Institut aimaient en lui la droiture assurée de ses relations : il prenait souvent la parole dans les discussions, avec une allure toute militaire et simple, et je n'ai pas à leur demander s'ils oublieront jamais la verve et l'entrain avec lesquels le général Morin, faisant tout récemment appel à l'esprit scientifique, qu'il est si désirable d'entretenir chez nos officiers des armes spéciales, réclamait pratriotiquement une place, devenue vacante parmi nous, en faveur de la géodésie française, qui, suivant l'heureuse expression de notre savant secrétaire perpétuel, venait d'accomplir une action d'éclat. C'est certainement la seule fois que j'aie vu se produire dans un de nos comités secrets de véritables applaudissements.

« Au plus fort de sa maladie, il me disait, à cette occasion : « Boussingault a prétendu que j'étais un caractère. » Un caractère, c'était déjà beaucoup à l'âge auquel était arrivé le général Morin ; mais, ce qui est plus rare encore, c'est que c'était un caractère dans lequel le cœur n'avait pas vieilli.

« Au nom de tous nos collègues du Conservatoire dont il était le véritable ami, il nous suffira de rappeler les deux dates de 1848 et de 1880 ; l'étude de l'installation des machines en mouvement, qui devaient parler aux yeux du public le plus avide d'instruction, signale la première de ces dates ; l'autre nous montre tous les services en plein fonctionnement et les bâtiments sur la rue Saint-Martin presque terminés.

« Sans doute ce développement est principalement dû à l'intérêt que les pouvoirs publics n'ont cessé de porter à la cause de l'enseignement populaire ; mais pour combien aussi doit être compté l'esprit de suite du directeur et la confiance respectueuse que lui avaient vouée la plupart de nos principaux industriels, dont il avait su faire valoir les droits dans toutes nos grandes expositions !

« Pendant son administration, la valeur des collections du Conservatoire s'est élevée de 1 million à 3 millions de francs ; elles ont été mises dans un ordre parfait, et c'est à son initiative que l'on est aussi redevable de la création successive de quatre nouveaux cours publics, comprenant les constructions civiles, l'économie de nos manufactures, la filature et le tissage, la teinture, la céramique et la verrerie, qui sont venus compléter, au point de vue de l'enseignement des sciences appliquées, les services rendus par l'institution dans laquelle le dévoué directeur s'était, en quelque sorte, personnifié.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Le général était, en outre, le lien le plus sympathique entre le Conservatoire et les principales écoles techniques, qui ont voulu lui rendre avec nous un dernier hommage : l'École centrale des arts et manufactures, que sa prochaine installation doit bientôt rapprocher de nous, l'Institut national agronomique, qui a pris naissance dans l'établissement même, les écoles d'arts et métiers, qu'il affectionnait d'une façon toute particulière. Leurs représentants se sont souvenus qu'au Conseil supérieur de l'instruction publique, où il a siégé pendant plus de dix ans, à la commission de réorganisation de l'École polytechnique, comme aussi au Conseil supérieur de l'enseignement technique, et partout ailleurs, il avait été le plus ferme champion de l'introduction plus généralisée des sciences appliquées dans les écoles industrielles de tous les degrés. Depuis 1862, et surtout depuis l'enquête officielle dont il avait été chargé en Allemagne, il n'a cessé de poursuivre, dans cette direction et par tous les moyens en son pouvoir, l'exécution des mesures libérales dont il espérait, depuis quelques mois surtout, la prochaine réalisation.

« Je dois encore citer un trait qui appartient à l'histoire du Conservatoire : c'était en décembre 1851. Les droits de l'un de nos plus éminents confrères avaient été sacrifiés. Le colonel Morin, qui n'était pas encore en possession du prestige de la haute position de ces derniers temps, court chez le ministre, lui affirme et réussit à lui démontrer que sa religion a été surprise, et parvient à faire rapporter le soir même le décret fâcheux qui, déjà transmis au *Moniteur*, n'y a jamais été publié.

« Nous retrouverions dans sa carrière plusieurs autres mouvements d'équité du même ordre, quoique de moindre importance.

« Ce n'est pas ici que nous pourrions songer à trahir le moindre secret de famille ; mais il faut cependant que vous sachiez comment le général Morin comprenait, pour son propre compte, les tendresses du foyer domestique. Toute cette année, à l'âge de quatre-vingt-quatre ans, il réapprenait presque en cachette ses mathématiques élémentaires, qu'il était bien en droit d'avoir un peu négligées ; par tous les temps et deux fois par semaine, il allait en faire leçon à son petit-fils, qui se prépare aux examens de l'École de Saint-Cyr. Encore n'avons-nous surpris la vérité qu'au sujet de quelques points sur lesquels le trop bon maître n'était pas assez sûr de lui.

« Voilà, Messieurs, celui que nous avons perdu. Pendant près de trente ans il m'a été donné de vivre à côté de lui, de recevoir chaque jour ses conseils et d'admirer l'esprit de sagesse et d'indépendance qui dictait toutes ses déterminations. Ah ! je le connaissais bien, et je ne me laisse pas entraîner par la reconnaissance lorsque je rappelle que notre excellent général nous a donné l'exemple de toutes les qualités du caractère et de la pratique du devoir accompli.

« Savant, sa carrière a été laborieuse, utile et bien remplie ; il y est arrivé au premier rang.

« Soldat, il a su faire son devoir en toutes circonstances, sur le champ de bataille comme dans les conseils ; les premiers grades se sont fait attendre sans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il s'en plaignît; les plus élevés, au contraire, l'ont pour ainsi dire attendu.

« Administrateur, son passage a été fécond en œuvres sérieuses, et le Conservatoire des arts et métiers, tout seul, suffirait amplement à l'honneur de sa mémoire.

« Sa vie précieuse a été couronnée de ces trois auréoles, auxquelles est venue se joindre celle de l'homme de conscience et de foi sincère, qui a su mettre toujours sa conduite en parfait accord avec ses convictions.

« Nous remercions sa famille d'avoir bien voulu nous permettre d'exprimer devant elle toute notre douleur pendant les déchirements du dernier adieu. »

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Sur l'explosion d'un appareil à acide sulfurique, par M. Kuhlmann fils. — Une explosion s'est produite dans un alambic de platine de 90 centimètres de diamètre, faisant 6 à 7 000 kilog. d'acide sulfurique concentré par vingt-quatre heures. Les diverses pièces ont été projetées à 20 et 30 mètres de distance; la cucurbite et le chapiteau ont été déchirés en morceaux et des briques du foyer projetées de divers côtés. Heureusement un léger sifflement s'était produit une ou deux secondes avant l'explosion, instinctivement les ouvriers avaient fui et l'on n'a eu à déplorer aucun accident; mais l'on tremble en songeant aux affreuses brûlures que cette explosion aurait pu occasionner.

A première vue, M. Kuhlmann a pensé qu'une croûte s'était formée au fond du platine et qu'en se détachant brusquement elle avait donné lieu à une production considérable et instantanée de vapeur. Il n'en était rien, et voici probablement la cause déterminante de l'accident :

« Chacun sait, dit-il, qu'une grande quantité de chaleur se produit si l'on mélange de l'acide sulfurique concentré et de l'eau. L'appareil en platine devant être arrêté pour réparation, on l'avait vidé, mais en laissant au fond 5 centimètres d'acide concentré, soit environ 30 à 40 kilog., sur lesquels on avait fait couler par le siphon une certaine quantité d'eau, puis l'on avait chauffé lentement pendant trois à quatre heures pour faire un nettoyage complet. Il semble que le mélange ou plutôt la combinaison de l'eau et de l'acide ne s'étant pas opéré d'abord, s'est fait ensuite instantanément à une température assez élevée en donnant lieu à une production considérable de vapeur.

« Fabre et Silbermann et d'autres chimistes admettent qu'à 18 degrés, 1 kilog. d'acide additionné d'eau en proportions considérables, dégage 148 calories ; en partant de ce chiffre, on trouve que les 40 kilog. d'acide contenus dans l'appareil ont pu, avec l'eau, donner lieu à une production instantanée de 18 à 20 mètres cubes de va-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peur; or, cette quantité est bien suffisante pour déterminer une explosion dans un vase de platine de 300 litres environ et d'une épaisseur de 2 à 3 millimètres seulement; mais cette somme de vapeur n'est pas exactement celle qui a dû se produire, vu que la réunion des deux liquides a eu lieu à 100 degrés environ au lieu de 18, et que nous faisons abstraction dans ce calcul de la chaleur spécifique du mélange d'eau et d'acide. »

M. Kuhlmann a renouvelé l'expérience trois ou quatre fois au laboratoire dans un ballon de verre et l'explosion s'est faite toujours avec grande violence, pourvu que la quantité d'eau ait été au moins de dix équivalents pour un équivalent d'acide. Fandler en prenant une quantité considérable d'eau et peu d'acide, soit 1 équivalent d'acide pour 120 équivalents d'eau, a produit, par le mélange, un dégagement de 181 calories; mais il n'a également opéré qu'à 18 degrés. Il serait intéressant de voir quelle est la chaleur produite lorsque la combinaison se fait à des températures plus élevées.

M. F. Kuhlmann se propose de faire connaître ultérieurement les circonstances qui semblent le plus favorables à l'explosion dans des cas analogues. Quoiqu'il en soit, on ne saurait prendre trop de précautions dans le maniement de tels produits et en présence de la difficulté de mélange des deux corps, qui ont une affinité très-grande mais une densité si différente, qu'ils peuvent rester plusieurs heures superposés sans que le mélange et par suite la combinaison viennent à s'opérer.

Nouveau vernis pour protéger les surfaces métalliques. — La préparation de ce vernis, spécialement applicable à la tôle de fer, consiste dans l'emploi de la gomme de l'Euphorbe. Ce serait, dit-on, les ouvriers de Natal qui auraient fait cette découverte par hasard, en remarquant que lorsqu'ils coupaient certaines plantes de la famille des Euphorbiacées, une couche de gomme mince restait adhérente sur la lame de leur instrument et la protégeait efficacement contre la rouille.

Dans le but d'expérimenter l'efficacité protectrice de cette gomme, on a pris une feuille de tôle et, après en avoir enduit la surface, on l'a immergée dans la mer du Sud de l'Afrique, dont les eaux ont une action corrosive très-prononcée. L'expérience ayant parfaitement réussi, on en a fait l'application aux carènes des navires et, à cet effet, on a préparé le vernis en dissolvant la gomme dans une essence. Au bout de peu de temps, l'essence s'est évaporée et il est resté, sur la surface métallique, un enduit protecteur très-résistant. Le procédé a été, dit-on, appliqué dans les docks de Chatham, sur des coques de navires qui, au bout de dix ans, n'ont pas présenté la moindre trace d'altération.

En Afrique, la gomme de l'Euphorbe est très-abondante; sa complète insolubilité dans l'eau et sa nature toxique en font un excellent agent protecteur contre les nombreux insectes qui vivent sur terre et dans les eaux de la mer.

(*The Engineering and Mining journal.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'horlogerie américaine. — On n'a pas oublié l'émotion que, depuis l'Exposition universelle de Philadelphie, l'horlogerie américaine a produite, surtout chez les fabricants suisses qui ont vu diminuer leurs affaires sur les marchés étrangers; nous avons donné, à cet égard, quelques renseignements intéressants dans le *Bulletin* (voy. 3e série, t. IV, 1877, p. 401).

Aujourd'hui, un de ces fabricants, rendant compte de l'horlogerie à l'Exposition de 1878, apprécie comme suit les causes de cette redoutable concurrence :

« Examinons les points sur lesquels reposent les avantages de nos rivaux d'Amérique :

« 1° Ils travaillent et s'appuient sur le système de l'identité des pièces, ce qu'ils nomment l'*interchangeability*.

« 2° Ils livrent au commerce leurs mouvements tout finis sans les boîtes, de sorte que l'horloger n'a plus besoin d'un assortiment aussi coûteux qu'autrefois pour contenter tous les goûts; il lui suffit d'avoir quelques boîtes finies comme échantillons et, suivant les moyens ou les caprices de l'acheteur, il peut transporter d'une boîte dans l'autre le mouvement qui lui convient, ou il va acheter la boîte chez le fabricant spécial qui peut en faire à l'avance et en tenir à la disposition des horlogers.

« Telles sont les deux bases fondamentales des fabriques américaines, et il faut bien reconnaître que ce sont elles qui ont imaginé d'appliquer cette méthode de substitution de mouvements et de boîtes à l'usage des horlogers-marchands; ce sont elles qui l'ont généralisée, à ce point qu'elles s'étaient toutes entendues, à un certain moment, pour adopter exactement les mêmes dimensions, afin que les monteurs de boîtes pussent travailler à l'avance sur des types déterminés. Telle est la véritable originalité de l'horlogerie de nos rivaux et la base la plus solide de son succès, car c'est grâce à cette ingénieuse combinaison, qu'ils sont parvenus à faire de belles enveloppes bien finies, à un prix abordable pour le commun.

« Quant à la fabrication des mouvements, les Américains n'ont rien inventé; ils n'ont fait qu'adapter à leur usage une méthode pratiquée à Genève dix ou quinze ans avant eux; ils l'ont étudiée sur place et en ont fait leur profit. Sans doute ils ont pu inventer de nouveaux engins, comme nous l'avons fait de notre côté; ils ont pu créer également une organisation puissante, grâce à de gros capitaux; mais ce qu'ils n'ont pu faire, c'est de créer un nouveau genre d'horlogerie, ni un travail supérieur ou même équivalent à ce qui se fait chez nous. Avant tout, ils ont visé à adopter la construction qui s'accorde le mieux avec l'emploi des moyens mécaniques. Ils ont, en effet, élagué tout ce qui est délicat à exécuter et il est heureux pour eux que le goût du public soit retourné aux montres d'un gros volume, sans cela leur tâche eut rencontré bien plus de difficultés. Le travail des machines est assurément bien fait dans les fabriques américaines, mais il n'est pas inférieur chez nous. Quant au travail manuel, il n'y a pas de comparaison à établir. Sans doute nos concurrents ont quelques bons ouvriers; mais ils sont en trop petit nombre et ils coûtent trop cher pour qu'on les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

emploie à des ouvrages de qualités courantes; aussi leurs mouvements ont-ils tous à peu près le même cachet, depuis celui de 5 dollars (25 francs) jusqu'à celui qu'ils cotent 50 (250 francs). Certaines parties restent lourdes, grossières et même nuisibles à certains fonctionnements, parce que leur mode de fabrication, c'est-à-dire l'emploi trop généralisé de la machine ne leur permet pas de faire autrement.

« Le seul point que les Américains entendent le mieux et ce qui malheureusement pour nous fait une partie de leur force, c'est la réclame qu'ils savent pratiquer d'une manière merveilleuse et à laquelle ils consacrent des capitaux et une activité qui nous font en partie défaut.

La fabrication de la glycérine en Europe et ses diverses applications. — La glycérine qui constitue un produit secondaire de la fabrication du savon et des bougies, est extraite des résidus par l'addition d'un léger excès d'acide sulfurique ; on fait ensuite chauffer la solution avec du carbonate de baryte, on concentre par évaporation la liqueur filtrée, puis on la traite par l'alcool et, en distillant ce dernier, la glycérine reste.

Bien que découverte en 1779 par Scheele, la glycérine n'est fabriquée commercialement que depuis quinze ans environ; aujourd'hui on en produit annuellement, en Europe, pour une valeur de 250 000 livres sterling (6 250 000 francs). Cette production est fournie par huit fabriques, dont trois en France, et se répartit comme suit :

	Kilogr.
France.	4 000 000
Allemagne et Autriche.	1 500 000
Hollande.	900 000
Russie.	900 000
Belgique.	800 000
Italie.	400 000
Angleterre.	300 000
Espagne.	100 000

La France qui a été la première à fabriquer en grand la glycérine, a toujours conservé la suprématie pour la quantité et la qualité du produit. La glycérine impure est employée dans la filature, le tissage, les apprêts et le tannage. Il y a ensuite deux qualités : la glycérine pure et la glycérine extra-pure ; la première sert à la fabrication de la dynamite et la seconde est employée dans la parfumerie et la pharmacie.

(*The Journal of applied science*).

(M.)

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5 ;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

79e année. Troisième série, tome VII. Juin 1880.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

AGRICULTURE.

RAPPORT *fait par* M. C. LAVOLLÉE, *au nom des comités de l'agriculture et du commerce, sur les* VOEUX DES AGRICULTEURS DU NORD DEMANDANT LA DIMINUTION DE L'IMPÔT SUR LES SUCRES.

Messieurs, dans notre séance du 23 janvier 1880, M. le Président a signalé à l'attention du Conseil les vœux exprimés par un grand nombre d'agriculteurs et d'industriels de la région du Nord pour obtenir la diminution de l'impôt qui frappe les sucres (1). A cette occasion, M. Dumas a rappelé l'intérêt constant et l'intervention, souvent utile, de la Société d'Encouragement en faveur de l'industrie sucrière. Cette intervention est de nouveau sollicitée aujourd'hui, à l'appui d'une demande de dégrèvement qui intéresse au plus haut degré l'agriculture et l'industrie, en même temps que la consommation. La nécessité de la mesure n'est point contestée. Le gouvernement a promis que la réduction de l'impôt serait proposée aussitôt que les excédents du budget laisseraient disponible une somme suffisante pour couvrir le déficit résultant d'un large dégrèvement. Tout en accueillant cette promesse comme un engagement auquel s'associeront, sans aucun doute, les pouvoirs parlementaires, les agriculteurs et les industriels, qui souffrent d'une crise prolongée, attendent la décision avec une impatience légitime. Ils invoquent l'urgence, et il leur paraît que la question est trop considérable en elle-même pour demeurer subordonnée aux combinaisons budgétaires. Vous avez partagé ce sentiment, et vous avez chargé les comités de l'agriculture et du com-

(1) Voy. cahier de *Mars* 1880, p. 127.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

merce de grouper les arguments et les chiffres qui recommandent le dégrèvement immédiat.

Tel est l'objet du présent Rapport que j'ai l'honneur de présenter au Conseil, au nom des deux comités.

§ I.

La production du sucre de betterave, en France, peut être évaluée à 400 millions de kilogrammes, chiffre qu'elle a plus d'une fois dépassé.

L'importation des sucres atteint 180 millions de kilogrammes, soit 85 millions provenant des colonies françaises et 95 millions de l'étranger.

La production indigène et l'importation fournissent ainsi un total de 580 millions de kilogrammes, qui se présentent sur notre marché.

La consommation de la France ne représente que 270 millions de kilogrammes. Restent donc 310 millions de kilogrammes dont il s'agit de trouver le placement au moyen de l'exportation.

L'exportation s'effectue sous la forme de sucres bruts et sous la forme de sucres raffinés. Jusqu'en 1875, elle était assez considérable pour absorber la presque totalité des sucres qui n'étaient pas consommés en France; mais, dans ces dernières années, elle a décru sensiblement.

Il en résulte que présentement la production et l'importation excèdent de beaucoup la consommation à l'intérieur et la vente en dehors. L'écart peut être évalué à 100 millions de kilogrammes. Le marché est donc encombré, et tous les intérêts qui se rattachent à l'industrie des sucres sont en souffrance.

Cet état de crise peut-il être considéré comme temporaire? Doit-on compter que l'équilibre entre la production du sucre et la vente se rétablira, de manière à ramener cette industrie aux conditions normales dans lesquelles une grande industrie peut vivre, prospérer et se développer? Il est à craindre que le régime actuel de la législation, en France et à l'étranger, ne prolonge l'état de crise en l'aggravant.

D'une part, en effet, il est impossible de limiter l'importation de nos sucres coloniaux qui, à raison de leur origine, ont droit au même traitement que les sucres indigènes, et il est difficile de limiter l'importation des sucres étrangers par l'augmentation des droits de douane; car ces droits auraient pour résultat de frapper d'un surcroît de taxe une denrée qu'il faut, au contraire, rendre de plus en plus accessible au consommateur, de priver nos

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

raffineries d'approvisionnements qui leur sont utiles, et surtout de provoquer des représailles d'autant plus préjudiciables pour nous que nous avons absolument besoin d'exporter nos sucres, soit bruts, soit raffinés sur les marchés étrangers.

D'un autre côté, notre exportation devient de plus en plus précaire, et elle diminue dans des proportions très-sensibles, parce que l'industrie des sucres s'est beaucoup développée, depuis quelques années, en Allemagne, en Autriche, en Russie, et vient faire concurrence à la nôtre sur tous les marchés que nous alimentions, notamment sur le marché anglais. Cette concurrence est rendue plus redoutable par suite des avantages accordés aux producteurs allemands et autrichiens par un système de législation qui donne à ceux-ci le bénéfice d'une prime considérable à l'aide de laquelle ils peuvent livrer leurs sucres, sur les marchés étrangers, presque au-dessous des prix de revient.

Par conséquent, du moment que l'importation des sucres en France ne peut pas être limitée, et que l'exportation des sucres français se trouve forcément réduite, la crise industrielle ne peut se dénouer que par la diminution de la production indigène ou par l'accroissement de la consommation intérieure.

La diminution de la production indigène serait un désastre; l'accroissement de la consommation serait un immense bienfait.

§ II.

Lorsque, en 1843, pour atténuer les souffrances de la sucrerie coloniale, il fut question d'anéantir, par voie d'expropriation et de rachat, la sucrerie indigène, notre Société n'hésita pas à se ranger parmi les adversaires du projet de loi. Elle fit ressortir non-seulement l'iniquité de la mesure proposée ainsi que la barbarie d'un mode de protection qui consistait dans la suppression radicale d'une concurrence, mais aussi les préjudices nombreux et considérables que la disparition de la sucrerie indigène causerait à l'industrie et à l'agriculture.

A cette époque, la sucrerie de betterave n'était encore que dans sa première période; elle produisait à peine cinquante millions de kilogrammes, soit le quart seulement de ce qu'elle produit actuellement, et déjà les bénéfices industriels et agricoles qui s'y rattachent sous toutes les formes, pouvaient être justement appréciés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Limitée d'abord aux départements de la région du Nord, la fabrication n'a cessé de s'étendre; elle s'est propagée dans l'Est et dans le Centre; on se prépare à l'établir dans la région de l'Ouest. La statistique a démontré l'importance d'une industrie qui représente un capital de 400 millions, qui distribue, dans cinq cents usines, plus de 30 millions en salaires, consomme 800 000 tonnes de houille, alimente la métallurgie, les ateliers mécaniques, les transports et de nombreux travaux accessoires, et qui, dans un autre ordre d'idées, n'est pas moins utile au pays par les découvertes scientifiques dont elle est l'origine et le but.

Quant à l'influence que la production de la betterave exerce sur les progrès de l'agriculture, elle est attestée par les témoignages les plus autorisés. Nous ne pouvons que nous référer aux rapports de la Société centrale d'agriculture, et des Sociétés régionales, aux délibérations des conseils généraux, aux études nombreuses qui ont été publiées sur la question (1). Il est reconnu que la betterave, qui occupe 160,000 hectares, est devenue, dans les régions où elle est cultivée pour l'industrie, l'élément le plus essentiel du travail agricole, non seulement par les profits directs qu'elle procure, mais encore par la fécondité qu'elle donne au sol, par les engrais qu'elle produit, par la nourriture que sa pulpe fournit aux bestiaux. Nulle part les récoltes en blé ne sont plus abondantes que dans les terroirs où la betterave entre dans l'assolement, et les pays à betteraves sont également ceux qui entretiennent la plus grande quantité de bétail, à ce point que les départements du Nord reçoivent chaque année de plusieurs autres départements, même assez éloignés, des troupeaux de bœufs et de moutons, auxquels ils servent en quelque sorte d'étable. L'alimentation publique est donc grandement intéressée au progrès de cette culture spéciale. Il faut, en outre, considérer que la main-d'œuvre consacrée à la betterave occupe un grand nombre d'ouvriers pendant les mois où la plupart des autres cultures sont presque au repos. La population des cantons betteraviers, successivement employée aux champs et dans l'usine, est moins disposée qu'ailleurs à émigrer vers les villes. Il a été constaté qu'elle est plus saine, plus robuste, et que son chiffre augmente. Tels sont, en résumé, les bienfaits que l'observation et la sta-

(1) Nous citerons notamment le rapport de M. Barral à la Société centrale d'agriculture de France (1872); un rapport de M. Macarez au Conseil général du Nord (1876); la publication du comité central des fabricants de sucre; les rapports et brochures de MM. Jacquemart et Mariage; les nombreux articles publiés par M. Dureau dans le *Journal des fabricants de sucre*, etc., etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tistique attribuent à une branche de travail, qui tient à la fois de l'agriculture et de l'industrie, et qui, sous cette double forme, concourt au développement de la richesse publique, au bien-être matériel et moral de nombreuses populations.

Il importe à tous égards de conserver et d'étendre la culture de la betterave ; ce résultat dépend de la fabrication du sucre, et l'accroissement de l'industrie sucrière ne peut être obtenu que par une augmentation de la consommation intérieure, puisque l'exportation à l'étranger ne suffit plus pour absorber les excédants de production.

§ III.

La France consomme environ 270 millions de kilogrammes de sucre ; c'est une moyenne de 7 kilog. 1/2 par habitant.

En Angleterre, la consommation moyenne par habitant dépasse 30 kilog.

Si en Allemagne et en Autriche elle est à peu près égale à celle qui est constatée en France, elle est sensiblement plus élevée en Hollande et èn Belgique.

Il est aujourd'hui reconnu que le sucre est une denrée de consommation générale. Indépendamment de ses emplois accessoires, il prend une place de plus en plus grande dans l'alimentation. Les progrès de la vente du sucre doivent donc suivre, dans tous les pays, les progrès de la richesse publique qui amènent le développement du bien-être, et la baisse du prix de vente doit augmenter dans une proportion toujours croissante le nombre des consommateurs, ainsi que le chiffre de la consommation.

Il convient d'insister tout d'abord sur cette considération, à l'appui de laquelle la statistique, dans tous les pays, sans distinction de climat, fournit des preuves concordantes.

Non, le sucre n'est pas une denrée de luxe. Il serait plus exact de dire qu'il tend à devenir un produit nécessaire, qui doit être mis à la portée de toutes les classes de la population.

Cependant, on citerait peu de produits qui soient, autant que le sucre, frappés par la législation fiscale.

Cette rigueur de l'impôt date de l'époque où la consommation du sucre n'était accessible qu'à la classe riche, alors peu nombreuse, où par conséquent la taxe pouvait, dans la pensée du législateur, avoir le caractère d'un droit somptuaire. A cette même époque, la production du sucre de betterave

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'était pas encore connue ; le sucre provenait exclusivement des pays d'outre-mer, et la législation le taxait comme produit exotique.

Ces deux conditions, qui expliquent l'élévation primitive des droits sur le sucre, n'existent plus. La législation a conservé, par tradition fiscale, un impôt qui est de plus en plus contraire aux intérêts du commerce et aux besoins de la consommation : elle l'a même aggravé. Dans presque tous les pays, la taxe du sucre a été considérée comme un des moyens les plus faciles pour combler les déficits financiers ou pour subvenir à des dépenses extraordinaires.

C'est en France que la taxe des sucres atteint aujourd'hui le chiffre le plus élevé.

Nous n'avons pas à retracer ici l'historique du régime fiscal auquel les sucres sont assujettis. La taxe actuelle est fixée ainsi qu'il suit depuis le 1er janvier 1874 :

	fr.
Sucre au-dessous du n° 13.	65.52
— de 13 à 20.	68.64
Poudres blanches.	70.20
Sucres raffinés..	73.32

Ce tarif, formé des augmentations successives qui ont été votées, notamment à partir de 1871, pour les besoins budgétaires, est plus que double de celui qui avait été établi en 1860, lors des grandes réformes introduites dans notre législation commerciale.

Il équivaut à près de 100 pour 100 de la valeur du produit, c'est-à-dire que le kilogramme de sucre raffiné, vendu 1 fr. 60, a payé au fisc 73 cent. et demi.

Ce rapprochement suffit pour établir que l'impôt est vraiment exorbitant.

Le droit appliqué en France est de beaucoup plus élevé que celui qui est appliqué en Autriche, en Allemagne, en Belgique et en Hollande, où cependant le tarif a un caractère exclusivement fiscal.

L'Angleterre est le seul pays d'Europe où le législateur, après avoir alternativement surélevé et abaissé le droit des sucres, selon la situation des budgets, s'est décidé à le supprimer complètement en 1874. Les dégrèvements successifs opérés depuis 1864, avaient été suivis d'un accroissement très-rapide dans la consommation. Aussi le chancelier de l'Echiquier, sir Strafford Northcote put-il déclarer que « le sucre vient immédiatement après les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

céréales comme matière de consommation, d'importation et de commerce général ». Observons que l'Angleterre ne cultive pas la betterave à sucre et que l'industrie du raffinage n'y tient qu'un rang secondaire. Pour la France, on devrait ajouter que la question des sucres intéresse non-seulement la consommation, l'importation et le commerce général, mais encore, au plus haut degré l'agriculture et l'industrie.

C'est là qu'est la vérité. Au surplus, la nécessité d'un abaissement de la taxe n'est point contestée. Il n'y a doute que sur le degré d'extension que pourrait prendre la consommation du sucre avec des droits moindres et par l'étendue des sacrifices qui seraient imposés au Trésor.

Or, l'exemple de l'Angleterre montre quelle est la puissance d'extension, quelle est l'élasticité de la consommation du sucre. En 1844, avec un droit de 60 francs, l'Anglais ne consommait que 16 livres 3/4 de sucre. En 1859, avec un droit moyen de 35 francs, la consommation par tête s'élevait à 35 livres. En 1869, à la suite d'un nouveau dégrèvement, elle dépassait 44 livres. En 1878, après la suppression complète du droit, elle a atteint 60 livres 1/2, et l'accroissement ne se ralentit pas.

A cet exemple, tiré de l'Angleterre, on objecte qu'il s'agit d'un pays froid, adonné aux boissons chaudes et consommant de grandes quantités de thé qui exigent beaucoup de sucre. L'objection n'est pas tout à fait décisive. La consommation du thé, dont les droits ont été successivement diminués, ne s'est point accrue dans la même proportion que celle du sucre. Ce qui est certain, c'est que la population anglaise emploie aujourd'hui une plus grande quantité de sucre pour une même quantité de thé ; elle y a été exclusivement incitée par la baisse du prix du sucre, les 60 livres consommées par tête en 1878 ne lui ayant pas coûté plus cher que les 35 livres consommées en 1859 (environ 13 shillings par tête). Elle a profité du dégrèvement sans lequel, malgré la prédominance des boissons chaudes, l'usage du sucre fût demeuré beaucoup plus restreint.

Il est permis, d'ailleurs, d'invoquer les résultats produits, en France même, par un premier essai de dégrèvement. Lorsque le droit fut abaissé à 30 francs en 1860, la consommation présenta, dès 1861, une augmentation de 37 millions de kilogrammes (198,311,000 kilogrammes en 1860 et 235,607,000 en 1861). Il n'est pas douteux que si les nécessités budgétaires n'avaient pas, dès 1862, fait relever de 10 francs par 100 kilogrammes la taxe de 1860, le progrès de la consommation, favorisé par la baisse du prix, se serait accentué davantage. Aujourd'hui, malgré les droits exorbitants qui grèvent la denrée,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la consommation est arrivée à 270 millions de kilogrammes. Cette augmentation correspond à peine à l'accroissement de la population. La consommation demeure limitée aux classes riches et aisées et elle ne pénètre point dans le peuple autant qu'il serait désirable et possible de l'y introduire au profit de l'hygiène et du bien-être.

En conséquence, si l'on admet que l'emploi du sucre doit se généraliser, il est évident qu'une taxe équivalant à 100 pour 100 de la valeur du produit ne peut plus être maintenue. Pour que la consommation commence à devenir populaire, il convient que la réduction de la taxe soit opérée dans une proportion très-considérable. Il faut revenir au droit de 25 francs au principal, droit qui avait été proposé en 1850. Ce droit représente encore plus de 50 pour 100 de la valeur du sucre brut. Nous nous hâtons d'ajouter que cette réduction ne devrait être considérée que comme une transition vers un dégrèvement plus complet.

§ IV.

La grosse objection, la seule, c'est la question budgétaire, l'impôt du sucre rapportant à l'Etat une somme annuelle de 180 millions.

Il n'est pas douteux qu'un dégrèvement, largement pratiqué, augmentera le chiffre de la consommation et que le fisc retrouvera plus ou moins promptement une partie notable de la somme dont il aura fait le sacrifice, si même le doublement de la consommation n'arrive pas à procurer au Trésor une somme égale au produit de la taxe actuelle.

Il ne s'agirait donc que d'un sacrifice temporaire.

Mais on rétrécit singulièrement la question, même au point de vue budgétaire, quand on se borne à calculer la perte plus ou moins forte, que pourrait faire subir au budget, pendant un temps plus ou moins long, la réduction des droits actuels.

Il y a dans la question fiscale du dégrèvement du sucre, *ce qu'on voit et ce qu'on voit pas*.

Ce qu'on voit, c'est la diminution immédiate des recettes; ce qu'on ne voit pas, c'est l'accroissement d'activité qu'un développement de la production indigène procurerait à l'agriculture et à de nombreuses branches d'industrie, c'est l'augmentation de revenus fiscaux qui résulterait de cet accroissement d'activité dans le travail agricole et industriel. Ce qu'il faudrait voir également et ce qu'on ne voit pas, c'est que le maintien des tarifs actuels compromet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gravement de nombreuses exploitations agricoles et de grands établissements manufacturiers, dont la ruine infligerait des pertes sensibles au budget ; c'est que la réduction du droit diminuerait le chiffre des pertes que supporte actuellement le fisc, soit par les drawbacks accordés à un certain nombre d'industries, soit par suite des quantités de sucres qui, après raffinage, entrent indemnes dans la consommation ; c'est, enfin, que le dégrèvement préparerait la solution des difficultés qui s'attachent à la législation des sucres, législation dont tous les intérêts réclament la réforme ; car elle est, sur bien des points, défectueuse autant que compliquée, et c'est précisément l'élévation excessive de la taxe, c'est la crainte de toucher au revenu, qui forme le principal obstacle à l'examen réfléchi des modifications législatives qui seraient le plus désirables. Observons que la réforme de la loi des sucres n'intéresse pas seulement notre régime intérieur, elle intéresse également nos relations internationales, c'est-à-dire le commerce extérieur et la navigation.

Le mode de perception de l'impôt des sucres et le système des droits établis ont été l'objet de nombreuses plaintes, de vives critiques et de propositions très-diverses. — On a dénoncé, comme entaché d'une sorte de barbarie, un système par suite duquel l'industriel, loin d'être encouragé à fabriquer les sucres à l'état le plus pur et à la nuance la plus blanche, est souvent intéressé à fabriquer des produits inférieurs, parce que ceux-ci, procurant au raffineur une prime plus avantageuse, se vendent relativement à un plus haut prix. — On a signalé les inconvénients qui résultent de la nécessité d'analyser les sucres, soumis, suivant les classes, à des droits gradués ; ce qui laisse de l'incertitude et jette fréquemment le trouble dans les marchés, parce que les analyses officielles de la régie ne sont pas toujours d'accord avec celles des usines, et viennent modifier, contre les prévisions du fabricant, les prix de vente. — On a proposé l'établissement d'un droit unique pour tous les sucres bruts (1). — On a même examiné s'il conviendrait de changer complétement l'assiette de l'impôt en faisant porter le droit sur la matière première, sur la betterave, à l'instar de la législation allemande qui a pour effet d'intéresser l'agriculture à produire des betteraves plus riches et de diminuer sensiblement les frais de production du sucre.

(1) Cette proposition a été soutenue par M. Le Pelletier de Saint-Rémy dans le *Questionnaire de la Question des sucres*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous n'avons pas à nous prononcer ici sur ces différents points. Il suffit de les indiquer en faisant observer que les difficultés industrielles, législatives et réglementaires, dont fourmille la question des sucres, seraient, sinon supprimées, du moins considérablement atténuées par la réduction des droits.

Il est incontestable qu'après une grande période de grande prospérité, la sucrerie indigène est entrée, depuis quelques années, dans une période de crise. Cette crise ne peut cesser que par l'accroissement de la consommation, et celle-ci n'augmentera qu'au moyen de la baisse des prix. La baisse dépend du dégrèvement fiscal et du progrès industriel. Le progrès industriel, dans la fabrication du sucre, a été des plus rapides, en France surtout, alors que les sucreries travaillaient avec bénéfice. L'outillage a été fréquemment amélioré et même transformé. Aujourd'hui, ce n'est plus en France, c'est à l'étranger, en Allemagne surtout, que se rencontrent les perfectionnements nouveaux. Le progrès en cette matière exige des capitaux considérables ou un crédit à long terme. Nos sucreries, en l'état difficile, pour ne pas dire critique, où elles se trouvent, n'ont plus à leur disposition les capitaux ni le crédit pour réorganiser leur travail avec les procédés que nos concurrents ont adoptés en Allemagne. Elles ne tarderont pas à être distancées, et il leur est, dans tous les cas, presque impossible de diminuer leur prix de revient, lequel, s'il était réduit, ferait également baisser le prix de vente et s'accroître la consommation. Que le fisc abandonne une partie du prélèvement exagéré qui lui est attribué sur la production du sucre, le progrès manufacturier s'ensuivra nécessairement avec l'extension du marché, et l'on rendra force et confiance à l'une de nos plus grandes industries.

En résumé, le dégrèvement, sollicité par tant d'intérêts, se recommande à toute la sollicitude de nos législateurs. Il n'y a rien d'exagéré dans les plaintes de l'industrie sucrière. Il ne saurait subsister aucun doute sur l'influence que la fabrication du sucre de betterave exerce sur l'agriculture et sur l'alimentation publique. Il est incontestable que l'exagération du droit fiscal oppose le principal obstacle à la consommation, et qu'elle oblige d'ajourner toute réforme utile dans la législation, tout perfectionnement dans le travail.

Le dégrèvement doit être immédiat; car il ne s'agit pas seulement d'a-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

méliorer la condition d'une industrie ; il s'agit de l'existence même de cette industrie, qui serait frappée d'une manière irréparable au détriment du Trésor lui-même, si la réduction des taxes était retardée.

Par tous ces motifs, le Conseil de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale demande instamment que la taxe de consommation des sucres soit réduite à 25 francs, et que cette réduction soit immédiate.

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT DE M. F. LE BLANC, *sur un* APPAREIL DESTINÉ A L'ANALYSE INDUSTRIELLE DES GAZ, *présenté par* M. H. ORSAT, 29, *rue de la Victoire, Paris.*

Messieurs, M. Orsat, manufacturier, ancien élève de l'École polytechnique et de l'École des mines, s'est proposé de modifier les divers systèmes d'analyses rigoureuses des gaz dans les laboratoires, en leur substituant un appareil capable de fournir des résultats suffisamment approchés, tout en présentant l'avantage d'un fonctionnement rapide. Beaucoup de questions industrielles importantes, notamment celles qui se rattachent à l'application de la chaleur, peuvent être résolues par l'analyse des gaz de la combustion. L'emploi d'un appareil portatif, permettant d'opérer des analyses rapides et multipliées, sur place, dans les usines et à proximité des appareils, sans connaissances approfondies en chimie, peut rendre de véritables services aux ingénieurs et aux usiniers.

Tel est le problème que M. Orsat s'est proposé de résoudre, et nous devons dire qu'il a mis à profit les conseils de notre savant collègue M. Schlœsing et qu'il s'est inspiré de quelques-unes de ses conceptions.

L'appareil a été, successivement, perfectionné pour rendre plus nombreux et plus certains les dosages des gaz dans certains mélanges complexes.

Dans l'industrie, il est aujourd'hui important, lorsqu'il s'agit des appareils chauffés par les combustibles gazeux, de reconnaître si le gaz combustible ne contient pas de proportion élevée d'acide carbonique. Il convient donc de pouvoir contrôler le fait par un moyen simple et peu dispendieux, qu'un contre-maître, ou un ouvrier intelligent, puisse appliquer. D'autre part, pour juger du bon emploi des combustibles solides pour le développement de la chaleur, il importe de pouvoir reconnaître dans l'*air brûlé* (c'est-à-dire dans les gaz provenant de la combustion opérée dans les foyers) la proportion

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'oxyde de carbone, proportion qui sera d'autant plus considérable que la chaleur de combustion aura été moins bien utilisée.

Déterminer dans l'air brûlé les proportions d'oxygène, d'azote, d'oxyde de carbone et d'acide carbonique et, surtout, la porportion relative de ces deux derniers gaz, c'est être à même d'apprécier le bon fonctionnement d'un appareil calorifique : fours divers, foyers de chaudières, etc.

L'appareil de M. Orsat, entièrement en verre, muni de robinets appropriés, également en verre, permet de porter le gaz, qui doit être mesuré sur l'eau acidulée ou glycérinée (1), successivement, en contact avec divers appareils absorbants de l'acide carbonique, de l'oxygène, de l'oxyde de carbone; de sorte que le résidu, après cette série de mesures successives, peut être considéré comme de l'azote, si, toutefois, l'hydrogène et les carbures d'hydrogène font défaut dans le gaz.

L'appareil peut être facilement mis en communication avec l'intérieur d'une cheminée, avec l'atmosphère des produits de combustion, etc. L'appel se fait en déplaçant un flacon contenant de l'eau et portant une tubulure inférieure, munie d'un tube de caoutchouc de longueur suffisante, communiquant avec le bas du tube mesureur; c'est le flacon du système de M. Sainte-Claire Deville. En soulevant ou en abaissant ce flacon, on détermine soit l'appel du gaz à analyser dans le tube mesureur, soit le refoulement du gaz mesuré, successivement dans chacun des appareils absorbants, suivant que les robinets des cloches d'absorption seront fermés ou ouverts. Une nouvelle manœuvre du flacon permet de ramener le gaz dans le tube mesureur après une première, une deuxième absorption, etc. Pour atténuer les effets des variations possibles de température dans les mesures successives, le tube mesureur est entouré d'un manchon en verre rempli d'eau. Ces opérations sont très-rapides, en raison des contacts multipliés du gaz avec les liquides absorbants, savoir : la lessive de potasse pour l'acide carbonique, le pyrogallate de potasse alcalin pour l'oxygène, le sel cuivreux ammoniacal pour l'oxyde de carbone.

M. Orsat a muni son appareil d'une petite trompe en verre, qui, mise en communication avec la source de gaz à analyser, balaye l'air de l'appareil et le remplace par le gaz même sur lequel doit porter l'analyse. Toutes les mesures sont faites dans le même tube gradué qui termine l'appareil et au con-

(1) Pour rendre négligeable l'absorption de l'acide carbonique, bien que celui-ci ne se trouve jamais brassé avec le liquide dans les manœuvres de l'opération.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tact du même liquide. Le goulot supérieur du flacon tubulé, communiquant avec l'atmosphère, il suffira d'amener la surface du liquide dans le tube mesureur et celle du liquide du flacon dans un même plan horizontal, pour que toutes les mesures se trouvent faites à la pression atmosphérique.

Dans l'origine, l'appareil de M. Orsat ne se composait que de deux cloches distinctes pour les absorptions (fig. 1, pl. 116); dans la première, on absorbait l'acide carbonique par la potasse; dans la seconde, on absorbait, simultanément, l'oxygène et l'oxyde de carbone, au moyen du réactif cuivreux ammoniacal.

Lorsqu'on se proposait de doser dans l'air brûlé, l'oxygène, l'azote, l'acide carbonique et l'oxyde de carbone, sans admettre d'autres gaz, on faisait, par le calcul, le départ de l'oxygène et de l'oxyde de carbone évalués d'abord ensemble, par la même absorption. Pour cela, on supposait que la proportion d'azote, de la mesure finale, était primitivement mélangée à la proportion normale d'oxygène de l'air atmosphérique; soustrayant alors de l'oxygène ainsi calculé, l'oxygène de l'acide carbonique, le reste, comparé à l'absorption par le réactif cuivreux, permettait de reconnaître s'il y avait de l'oxyde de carbone, en même-temps que de l'oxygène libre. En effet, dans ce cas, l'absorption sera plus grande que le complément calculé pour arriver à l'oxygène total corrélatif de l'azote (1).

Depuis, M. Orsat a perfectionné son appareil par l'addition d'une cloche complémentaire, destinée à absorber l'oxygène par le pyrogallate de potasse alcalin, de sorte que le sel cuivreux ammoniacal absorbe, ensuite, l'oxyde de carbone seul; le résidu est de l'azote pur, si, toutefois, le gaz ne renferme ni hydrogène, ni hydrogène carboné (fig. 2. pl. 116).

Enfin, comprenant que, dans plusieurs cas spéciaux, le résidu gazeux de la dernière absorption pouvait contenir de l'hydrogène et même un peu d'hydrogène protocarboné, qui seraient comptés comme azote, M. Orsat a ajouté, à son appareil, un tube avec une spirale *s*, intérieure, en platine, faisant fonction d'eudiomètre et pouvant brûler (lorsqu'elle est amenée à l'incandescence par un courant électrique) les gaz en partie combustibles (pro-

(1) Cela résulte de ce que l'oxyde de carbone ne contient que *la moitié* de son propre volume d'oxygène. Quant à l'acide carbonique, il contient son propre volume d'oxygène. En s'appuyant sur ces considérations, on pourra faire, par le calcul, la part de l'oxygène libre et de l'oxygène de l'oxyde de carbone, absorbés simultanément par le réactif ammonio-cuivreux, comme on le verra plus bas (*légende*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

venant de la dernière absorption), en présence d'oxygène ajouté en quantité connue. Il reste alors à faire l'analyse des gaz de cette combustion. Tel est l'objet des appareils figurés à la droite du flacon *a* (fig. 2, pl. 116).

L'appareil de M. Orsat a servi à analyser les gaz des hauts fourneaux, des fours Siemens, des appareils Martin-Siemens, etc. Beaucoup d'ingénieurs et d'industriels l'emploient d'une manière courante dans leurs usines. Citons, entre plusieurs, M. Müller, professeur à l'Ecole centrale, dans son usine, à Ivry, etc.

Enfin, l'appareil précité, rendu portatif, a permis de réaliser, sur des trains de chemins de fer en marche, l'analyse des gaz de la combustion s'échappant des foyers des chaudières de locomotives.

Plusieurs expériences de ce genre ont été faites sur le chemin de fer du Nord et ont donné des résultats comparatifs intéressants.

A l'époque de l'Exposition universelle de 1878 plus de cent appareils étaient déjà entre les mains des ingénieurs et directeurs d'usines.

Nous renvoyons au Mémoire de M. Orsat, publié dans les *Annales des Mines* de 1875 (7e série, t. VIII, p. 485), pour les chiffres qui résultent d'analyses variées de gaz de diverses sources.

Les appareils de M. Orsat ont figuré à l'Exposition universelle de 1878. Le jury de la classe 53 a décerné à l'auteur une médaille d'argent.

En s'appuyant sur l'exposé qui vient de vous être présenté, votre Comité des arts chimiques a l'honneur de vous proposer de remercier M. Orsat de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* avec le dessin de l'appareil et une légende explicative.

Signé : F. Le Blanc, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 12 *décembre* 1879.

LÉGENDE RELATIVE A L'APPAREIL DE M. ORSAT, REPRÉSENTÉ PLANCHE 116.

Appareil primitif.

Fig. 1. Vue perspective de l'appareil à deux cloches, construit, dans le principe, par M. Orsat.

a, flacon servant d'aspirateur, rempli à moitié d'eau acidulée ; il est bouché quand on ne se sert pas de l'appareil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b, tube mesureur, entouré d'un manchon rempli d'eau froide; il est muni d'une échelle graduée.

c, tube en caoutchouc, mettant en communication le flacon *a* et le tube *b*; il doit être assez long pour permettre d'élever ou d'abaisser, à volonté, d'une quantité suffisante, le flacon *a*.

d, éprouvette à pied, renfermant la cloche à potasse; cette cloche contient plusieurs petits tubes, ouverts aux deux bouts, destinés à faciliter l'absorption.

e, éprouvette à pied renfermant la liqueur ammoniacale, ainsi qu'un manchon en toile de cuivre rouge.

f, tube presque capillaire destiné à aspirer les gaz à analyser, et commmuniquant avec le tube mesureur *b*.

g, premier branchement, mettant en communication le tube *f* avec l'éprouvette *d*.

h, deuxième branchement, mettant en communication le tube *f* avec l'éprouvette *e*.

i, petite trompe servant à purger les conduites d'arrivée des gaz.

j, troisième branchement, reliant la trompe *i* au tube *f*.

k, robinet d'aspiration des gaz à analyser.

k_1, robinet réglant la communication entre le tube *f* et la trompe *i*.

k_2, robinet réglant la communication entre le tube *f* et l'éprouvette *e*.

k_3, robinet réglant la communication entre le tube *f* et l'éprouvette *d*.

l, tube de communication de l'éprouvette *d* avec l'atmosphère.

m, robinet de communication de l'éprouvette *e* avec l'atmosphère; il doit toujours être fermé quand on ne se sert pas de l'appareil.

Ainsi que l'indique la figure, les branchements *g*, *h*, *j*, sont montés sur des manchons de raccordement qui rendent l'appareil facile à démonter.

Appareil complet.

Fig. 2. Vue perspective de l'appareil complet, composé de deux parties séparées par une cloison A, et renfermé dans sa boîte dont les grandes parois antérieures et postérieures ont été enlevées. Les lettres de cette figure n'ont aucun rapport de désignation avec celles de la figure **1**.

Première partie de l'appareil. — *a*, flaçon analogue à celui de l'appareil précédent.

b, tube mesureur gradué, avec son manchon d'eau froide.

c, tube en caoutchouc, réunissant le flacon *a* et le tube *b*.

d, rampe formée d'un tube de verre capillaire, communiquant avec le sommet du tube mesureur *b*; cette rampe porte, du côté gauche de la cloison A, quatre tubulures **1**, **2**, **3**, **4**, fermées par des robinets de verre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

e, robinet situé à l'extrémité gauche de la rampe *d*, et servant à l'admission des gaz à analyser.

f, robinet de la tubulure 4, servant à expulser les gaz à l'extérieur.

g g', tube en **U** contenant la lessive de potasse, dont la branche *g* renferme des tubes capillaires en verre ouverts aux deux bouts et communique avec la rampe *d*, tandis que la branche *g'* communique avec l'atmosphère; ce tube est celui qui dose l'acide carbonique contenu dans les gaz.

h h', second tube en **U** contenant du pyrogallate de potasse, dont la branche *h* renferme également des tubes en verre et communique avec la rampe *d*, tandis que la banche *h'* communique, par un coude, avec un ballon en caoutchouc flasque contenant de l'air dépouillé d'oxygène ; ce tube est celui qui dose l'oxygène.

i i', troisième tube en **U** contenant un mélange de chlorhydrate d'ammoniaque saturé à froid et d'ammoniaque, dont la branche *i* renferme une toile de cuivre rouge enroulée sur elle-même et communique avec la rampe *d*, tandis que la branche *i'* communique, par un coude, avec un ballon en caoutchouc flasque analogue au précédent; ce tube est celui qui dose l'oxyde de carbone.

j, *j*, ballons en caoutchouc contenant de l'air et avec lesquels communiquent les branches *h'* et *i'* des tubes en **U**, *h h'* et *i i'* ; ces ballons sont représentés en lignes ponctuées sur la figure, parce qu'ils sont placés derrière les planchettes qui supportent les tubes.

k, *k'*, *k''*, robinets de verre des tubulures **1**, **2**, **3**, établissant respectivement la communication avec les branches *g*, *h*, *i*, des tubes en **U**.

l, *l'*, robinets servant à mettre les tubes *h h'*, *i i'* en communication avec les ballons *j*.

m, tube rempli de coton cardé, relié à la rampe *d*, près du robinet *e;* c'est par ce tube qu'arrivent les gaz à analyser, dont les fumées ou poussières sont retenues par le coton.

n o p, petite trompe, permettant l'aspiration des gaz pendant qu'on fait une analyse.

q, robinet mettant en communication la trompe *n o p* avec le tube *m*.

r, prise de gaz en communication directe avec le tube à coton *m*.

Voici maintenant comment on opère : On commence par purger la conduite, soit en utilisant la trompe *n o p*, soit en aspirant les gaz au moyen de l'aspirateur *a*, et les rejetant ensuite dans l'air par le robinet *f*. Lorsque la conduite est suffisamment purgée et le robinet *f* refermé, on aspire dans le mesureur *b* un peu plus de **100** divisions, puis on ferme le robinet *e;* on pose alors le vase *a* sur son support et l'on ouvre lentement le robinet *f*. L'équilibre de pression s'établit rapidement, et comme, au préalable, on a eu soin de remplir le vase *a* d'une quantité d'eau telle qu'étant placé sur son support, le niveau correspondant du mesureur affleure exactement au trait **100**, on a ainsi mesuré **100** divisions à la pression et à la température ambiantes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fermant de nouveau le robinet *f*, on ouvre le robinet *k* et on élève le flacon *a ;* le gaz passe alors dans le tube *g g'*. On évite que le liquide monte jusque dans les tubes capillaires, en tenant le tube en caoutchouc *c* de la main gauche ; en pressant ce tube, on règle de la manière la plus simple l'ascension et la descente des liquides. Du tube *g g'*, on fait repasser le gaz dans le mesureur en abaissant l'aspirateur *a* et l'on répète deux ou trois fois la même manœuvre. On ramène alors le liquide du tube *g g'* au repère marqué sur sa tige qui forme le zéro, on ferme le robinet *k*, puis on mesure le gaz restant en ayant la précaution de lever le flacon *a*, de façon que les niveaux du liquide dans le mesureur et dans l'aspirateur soient sur un même plan horizontal.

On passe ensuite successivement aux tubes *h h'*, *i i"*, en notant chaque fois les diminutions de volume. La manœuvre est absolument la même que pour le tube *g g'*.

Deuxième partie de l'appareil. — Cette deuxième partie de l'appareil, à droite de A, fig. 1, est destinée au dosage de l'hydrogène et des hydrocarbures que peut contenir le résidu de la dernière opération faite avec la première partie de l'appareil.

d', prolongation de la rampe *d*, conduisant au serpentin vertical *s*.

s, petit serpentin formé d'un tube capillaire en platine ou d'un tube en spirale contenant un fil de platine ; ce serpentin doit être, pour l'opération, chauffé au rouge blanc par un bec de gaz, une lampe à alcool, ou un courant électrique.

t, robinet d'admission placé sur la rampe *d'*.

u u', tube en **U** rempli d'eau, analogue à ceux de la première partie de l'appareil, dont la branche *u* communique avec l'atmosphère et dont la branche *u'* communique avec l'extrémité inférieure du serpentin *s ;* ce tube a pour but de servir de récipient aux gaz expulsés du mesureur *b* et de les renvoyer de nouveau à ce mesureur.

v v', second tube en **U** renfermant une lame de zinc et de l'acide sulfurique étendu, dont la branche *v* communique au moyen d'une tubulure et d'un robinet avec la rampe *d'*, et dont la branche *v'* communique avec un ballon en caoutchouc analogue à ceux ci-dessus décrits.

Ainsi que l'indique la figure, on voit dans les deux parties de l'appareil comment les tubes en **U** sont disposés sur des planchettes verticales, qui se posent et se déposent à volonté au moyen de vis à violon.

(M.).

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *de* M. FÉLIX LE BLANC, *sur un* APPAREIL DESTINÉ A LA DÉTERMINATION RAPIDE DU GRISOU DANS L'ATMOSPHÈRE DES MINES, *par* M. COQUILLON, *professeur au Lycée de Charleville.*

Messieurs, les dangers que présente le dégagement de l'hydrogène protocar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

boné dans les exploitations souterraines de la houille sont généralement connus. Ce gaz, désigné par les mineurs sous le nom de *grisou*, détonne violemment à l'approche d'un corps enflammé, lorsqu'il est mélangé à l'air, en certaines proportions. Le mélange le plus explosif est celui qui est formé, à très-peu près, de 1 partie de grisou, en volume, pour 8 d'air. On sait que l'emploi de la lampe de sûreté de Davy, qui a reçu quelques modifications, depuis qu'elle a été proposée par l'illustre chimiste anglais, peut, dans beaucoup de cas, conjurer les accidents.

Cependant, ces accidents sont encore fréquents. Nous renverrons, pour la discussion de la question des diverses causes d'explosion, à l'important Rapport fait, au nom de la Commission, dite du *grisou*, par notre savant collègue, M. Haton de la Goupillière, rapport inséré dans les *Annales des Mines*. Depuis ce Rapport, la déplorable catastrophe de Frameries, près Mons, a encore ajouté à la liste, si nombreuse déjà, des cas d'explosion du grisou dans les mines de houille.

M. Coquillon, professeur des sciences physiques, a imaginé un appareil, spécialement destiné à l'analyse rapide et suffisamment approchée, d'un mélange d'air et de grisou.

La mesure se fait sur l'eau dans un tube gradué, étroit dans la partie destinée à la lecture. Le mécanisme du déplacement du gaz dans l'appareil est tout à fait analogue à celui de l'appareil de M. Orsat. Même flacon à eau, avec tubulure inférieure portant un tube en caoutchouc, qui s'adapte au bas du tube mesureur. Le gaz peut être introduit dans l'appareil, dans la mine même, ou mis en communication avec le tube, primitivement plein d'eau, qui a servi à recueillir l'échantillon d'air dans l'intérieur de la mine. Seulement, et attendu que le gaz hydrogène protocarboné n'a pas d'absorbant connu à la température ordinaire, l'appareil porte latéralement, un petit réservoir en verre, qui est traversé, intérieurement, par une petite spirale en fil de palladium. Ce fil peut être rendu incandescent par le passage du courant électrique, fourni par une petite pile. Lorsque le gaz a été mesuré, on le fait passer à plusieurs reprises sur la spirale incandescente. Il y a combustion, sans détonation, formation d'eau et d'acide carbonique, aux dépens de l'oxygène de l'air de l'atmosphère analysée.

Pour connaître la proportion de grisou, on s'appuie sur la propriété connue de ce gaz, d'exiger, pour sa combustion complète, le double de son propre volume d'oxygène et de former un volume d'acide carbonique égal au sien.

La moitié de *l'absorption*, ou diminution du volume, suite de la détonation,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donne le volume de grisou. Le tube de M. Coquillon est gradué de façon à permettre de lire directement la proportion de grisou, sans correction.

Dans le procédé précité, la mesure est faite sur l'eau pure, ou glycérinée et l'on suppose, comme dans le procédé de M. Orsat, qu'il n'y a pas d'acide carbonique absorbé en quantité appréciable. On peut, au surplus, évaluer à 1/100, et, même, à moins de 1/100 près, la proportion de grisou contenue dans l'air. Plusieurs mélanges synthétiques d'air et d'hydrogène protocarboné pur ont été donnés à M. Coquillon, au laboratoire de l'École centrale. Les résultats de ses analyses ont été satisfaisants. La facilité avec laquelle on peut multiplier les prises d'air dans une mine, la rapidité avec laquelle le dosage du carbure d'hydrogène peut être fait par ce procédé, rendent cet appareil intéressant pour l'étude du phénomène de dégagement de grisou, de sa diffusion et de son accumulation dans certaines parties des mines de houille. On peut espérer que des expériences, ainsi multipliées, pourront fournir des indications utiles. Par ces motifs, votre comité a l'honneur de vous proposer de remercier l'auteur de son intéressante communication et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin*, avec un dessin de l'appareil et une légende explicative.

Signé : F. Le Blanc, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 12 *décembre* 1879.

LÉGENDE RELATIVE A L'APPAREIL DE M. COQUILLON, REPRÉSENTÉ PLANCHE 116.

Fig. 3, vue en élevation de l'appareil.

Fig. 4, vues, dans deux plans perpendiculaires, de la pince de Mohr.

A A, planchette verticale montée sur une tablette-support, et à laquelle est fixé l'appareil.

B, tube en verre servant aux prises d'air dans la mine, et dont l'extrémité inférieure plonge dans un verre rempli d'eau.

C C′, tube mesureur, dont la partie de plus petit diamètre est graduée et dont la partie supérieure communique, au moyen d'une tubulure, avec une rampe horizontale, D E F.

D E F, rampe horizontale en verre composée d'un tube capillaire coudé à ses deux extrémités, et avec lequel le tube B communique au moyen d'un raccord en caoutchouc ; sur cette rampe se trouvent deux robinets de verre, 1 et 2, disposés de chaque côté du mesureur C C′.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

E est un renflement que porte la rampe, et qui constitue une capacité fermée par un bouchon spécial G.

G, bouchon en caoutchouc vulcanisé fermant la capacité E, et traversé par deux tiges de cuivre représentant les deux électrodes auxquels s'attachent dans le haut, par des vis, les deux fils d'une petite pile; les extrémités inférieures de ces tiges sont réunies par un fil de palladium en spirale.

H, pince de Mohr (voir le détail fig. 4.), se plaçant sur le raccord en caoutchouc du tube B, pour interrompre la communication entre ce tube et la rampe D E F.

I, flacon rempli d'eau, communiquant au moyen d'un tube en caoutchouc avec l'extrémité inférieure du tube mesureur C C′; suivant qu'on l'élève ou qu'on l'abaisse, on change la pression et l'on peut à volonté remplir d'eau le tube mesureur ou refouler l'eau, en appelant le gaz du tube à prise d'air B, dans l'intérieur de l'appareil; dans ce dernier cas, il suffira de désserrer la pince H, et d'ouvrir le robinet 1 en tenant le robinet 2 fermé.

J, éprouvette dans laquelle plonge l'extrémité inférieure du coude F prolongé de la rampe.

Le gaz sera mesuré à la pression atmosphérique, lorsque les niveaux de l'eau dans le flacon I et dans le tube C C′ seront dans un même plan horizontal. Pour faire cette mesure, le robinet 1 sera fermé et le robinet 2 ouvert, de telle sorte que le mélange d'air et de grisou occupe l'espace C′ C E J. On fait alors passer le courant qui rougit la spirale de palladium et on fait voyager plusieurs fois le gaz de C′ vers J, par le mouvement imprimé au flacon I, afin d'opérer un brassage et de déterminer la combustion complète du grisou par l'oxygène de l'air qui l'accompagne.

(M.)

ÉCLAIRAGE AU GAZ.

Sur des becs de gaz donnant une lumière d'une grande intensité, par M. P. Bérard, membre du Conseil (1).

Messieurs, dans une de vos précédentes séances, on vous a déjà entretenu des becs de gaz à foyer puissant, destinés à éclairer vivement certains points très-fréquentés, ou bien devant produire de brillants effets d'illumination. M. Brisac vous a présenté le bec qu'il a inventé, et qui a obtenu un plein succès pour l'éclairage de la rue du Quatre-Septembre (2).

(1) Communication faite dans la séance du 28 novembre 1879.

(2) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 451.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je viens vous faire connaître d'autres tentatives, poursuivies dans le même but, et sur lesquelles j'ai pu réunir des renseignements précis, grâce à l'obligeance de M. le directeur de la Compagnie parisienne du gaz, qui a autorisé mes recherches dans le laboratoire photométrique de la Compagnie, et à la collaboration de M. Audouin qui m'a fourni des documents. Les becs à puissant foyer, ont, depuis quelques temps, la faveur du public ; ils servent à illuminer l'entrée de certains théâtres tels que ceux de l'Opéra-Comique et de la Renaissance, de plusieurs cafés et grands magasins de Paris ; ces appareils présentent, en outre, un véritable intérêt au point de vue de la théorie de la combustion du gaz dans les brûleurs : à ces divers titres, leur étude m'a semblé digne de l'attention du Conseil de la Société.

Si l'on excepte quelques essais qui ont été faits en Écosse pour l'éclairage des phares par le gaz, on peut dire que les premiers travaux, exécutés en vue de la construction de brûleurs à foyer intense, sont dus à M. Sugg, l'éminent fabricant de becs de gaz, résidant à Londres.

Bien que le travail de M. Sugg soit déjà ancien, je crois devoir, en raison de son importance, en entretenir le Conseil.

L'appareil inventé par M. Sugg, rentre dans la catégorie des becs à double courant d'air et à verres cylindriques ; il est construit sur le modèle des lampes à mèches multiples pour phares.

Il est formé de trois couronnes circulaires concentriques ; chacune d'elles émet le gaz par une série de trous, en un jet de forme cylindrique. La couronne intérieure est percée de vingt-quatre trous, la couronne moyenne de cinquante-quatre trous, l'extérieure de soixante-six trous.

Le diamètre des trous, conçu d'après des données expérimentales que l'on peut considérer aujourd'hui comme acquises, et que nos appareilleurs connaissent trop imparfaitement, varie entre $1^{mm},5$ et $1^{mm},8$.

Le gaz est conduit à chaque couronne de combustion par des tubes extérieurs qui servent en même temps de supports ; des espaces annulaires permettent la circulation de l'air autour de chacun des trois foyers. Le bec est entouré d'un verre cylindrique de 8 centimètres de large sur 30 centimètres de hauteur. Pour fixer et maintenir ce verre, M. Sugg a évité, avec beaucoup d'intelligence, l'emploi des galeries en laiton estampé ou découpé ; disposition lourde, qui porte ombre et enlève jusqu'à 5 pour 100 de la lumière produite. Dans le bec Sugg, le verre est soutenu au moyen de flèches légères disposées verticalement et s'élevant assez haut pour fixer le verre solidement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le bec Sugg est si habilement construit, les orifices d'écoulement y sont si bien réglés, l'air et le gaz y sont aménagés dans une proportion si heureuse, qu'on peut le considérer comme le modèle du genre, et qu'il mérite, à ce titre, la réputation dont il jouit auprès de tous ceux qui ont fait une étude sérieuse de ces questions.

Le résultat pratique répond aux sages dispositions de l'appareil. Le bec Sugg, lorsqu'il brûle dans les conditions normales, produit une magnifique lumière, d'une grande fixité et qui est obtenue économiquement.

Voici le résultat d'un essai photométrique choisi sur une série d'expériences :

En brûlant 950 litres de gaz par heure, le bec Sugg donne la lumière qui sera produite par 11 1/2 lampes Carcel.

Ce qui donne, pour chaque Carcel-unité, une dépense horaire de gaz de 82 litres. Ce résultat est tout à l'avantage du bec Sugg. On estime, en effet, en général, qu'un bec de gaz qui donne la lumière d'une Carcel pour une dépense horaire de 100 litres environ, fournit le maximum du pouvoir éclairant du gaz.

Le bec Sugg est d'un entretien trop délicat, il est trop sensible aux courants d'air pour pouvoir être employé ailleurs que dans l'intérieur des édifices. Aussi, divers expérimentateurs se sont-ils préoccupés d'établir un bec, à grand foyer, de construction plus simple, et susceptible de soutenir à l'extérieur, dans une lanterne, l'effet des agents atmosphériques.

M. Coze, directeur de la Compagnie du gaz de Reims, a fait, dans cet ordre d'idées, un intéressant travail, publié en 1878, dans une brochure que j'ai l'honneur de déposer sur le bureau de la Société.

M. Coze annonce avoir pris pour point de départ de ces essais, une expérience que nous avons faite en 1862, M. Audouin et moi, et qui met en évidence les effets de la *conjugaison* des flammes. Voici cette expérience :

Deux becs de gaz, dits *becs bougies*, sont établies sur un seul porte-bec, et disposés sur des genouillères qui permettent de modifier, à volonté, la direction de leurs flammes; chaque bec est réglé à une dépense de 60 litres par heure, la dépense totale est donc de 120 litres.

Lorsque l'on fait brûler côte à côte et parallèlement les deux becs, et qu'on mesure la lumière qu'ils produisent, on trouve que cette lumière est égale à celle d'*une demi-Carcel*.

Mais, si par le jeu des genouillères on incline les deux flammes l'une vers l'autre, de façon que les deux veines gazeuses, en se rencontrant, s'apla-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tissant l'une sur l'autre, on obtient un bec unique dont la flamme s'étale en éventail.

La consommation de gaz, n'a pas changé : elle reste égale à 120 litres, et, cependant, l'essai photométrique prouve que la lumière est devenue égale à celle d'*une Carcel*, ce qui revient à dire que, par suite de la conjugaison des deux flammes primitives, pour former une flamme unique, la lumière a augmenté de 100 pour 100.

M. Coze s'est efforcé de développer les conséquences du fait expérimental ci-dessus, et d'en tirer des effets susceptibles d'application. Il a réuni, en divers faisceaux lumineux, des becs de gaz, dits *papillons,* de la forme de ceux que l'on emploie dans les lanternes des voies publiques, et il a obtenu ainsi des brûleurs de forte intensité, dont il donne le dessin, et dont il constate les effets par des résultats numériques.

Je n'ai pas eu entre les mains les appareils inventés par M. Coze. Je me contente donc de signaler son travail au Conseil; j'ajouterai que ce travail contient, en dehors du sujet qui m'occupe en ce moment, des recherches intéressantes sur les moyens de mesurer le pouvoir éclairant des becs de forte intensité, sur la comparaison photométrique de ces becs avec les lampes électriques. Les dispositions ingénieuses imaginées par M. Coze, seront certainement étudiées avec intérêt par celui de nos comités à l'examen duquel elles seront renvoyées.

M. Mallet, le respecté doyen des fabricants de gaz, qui a enrichi cette industrie de si importantes découvertes, s'est à son tour attaché à la solution du problème, en suivant la même direction que M. Coze. Le bec, inventé par M. Mallet, a aussi pour but de tirer parti des avantages que présentent les becs conjugués.

Il se compose de 10 brûleurs de la forme dite *papillon*. Pour donner de la fixité aux flammes conjuguées, M. Mallet a dû faire intervenir des papillons différents de ceux que MM. Dumas et Regnault, par leurs travaux classiques, ont fait adopter pour l'éclairage des villes, et que l'on emploie aujourd'hui dans toute l'Europe. Cinq des papillons employés ont un diamètre de bouton égal à $7^{mm},7$ et une fente de $0^{mm},6$ de largeur. Les cinq autres, qui sont plus petits, ont un diamètre au bouton égal à $4^{mm},5$ avec une fente de $0^{mm},3$. Les gros et les petits papillons sont accouplés deux à deux, et leurs flammes, inclinées l'une vers l'autre se confondent. Les cinq flammes conjuguées prennent naissance sur le même plan et sur les sommets d'un pentagone régulier. En se réunissant par leurs bords, ces cinq flammes forment une couronne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

circulaire, dont la lumière est très-intense, très-fixe, et qui produit au plus haut degré, l'effet d'illumination.

Au-dessous des becs s'étend un large pannier en toile métallique, destiné à régler l'afflux de l'air. Une disposition ingénieuse permet d'éteindre, à volonté, la moitié des brûleurs et, par conséquent, d'économiser le combustible.

Le bec inventé par M. Mallet réalise les avantages économiques que l'on doit attendre d'un brûleur bien construit.

En consommant 1,400 litres il donne la lumière de près de 15 carcels, soit une dépense de 94 litres de gaz par chaque carcel.

La Compagnie parisienne d'éclairage au gaz ne pouvait rester indifférente aux efforts tentés dans ces derniers temps pour la production de brûleurs économiques de forte intensité. M. Camus, qui met au service de cette Compagnie un esprit scientifique, depuis longtemps apprécié du Conseil, a chargé M. Audouin de construire un brûleur intense.

Le programme tracé à M. Audouin l'invitait surtout à rechercher la simplicité de construction. Il me paraît avoir été réalisé dans un appareil que je présente au Conseil, et que M. Audouin a heureusement exécuté avec l'aide dévoué et intelligent de MM. de Morville et Mangin.

M. Audouin, suivant d'autres errements que ceux de M. Mallet, a eu recours pour composer le brûleur de la Compagnie parisienne, à un papillon de gros diamètre (15^{mm}) que nous avions présenté, il y a quelques années, à la Société d'encouragement dans un travail né de la même collaboration (1). Ce gros papillon, dont la fente a une épaisseur de 0^{mm},7 fournit, lorsqu'il brûle seul, une flamme environ trois fois plus grande en surface, que celle du papillon employé dans l'éclairage des villes. En réunissant sur une fourche à trois branches, trois de ces gros papillons et en disposant leurs flammes dans une direction convergente, on obtient un faisceau lumineux très-intense, dont l'établissement n'exige que des frais minimes.

Le bec dont il s'agit, pour une dépense de 1,000 litres par heure, donne la même lumière que 12 lampes Carcel, soit pour chaque Carcel, 85 litres de gaz brûlé.

Les divers appareils, que j'ai eu l'honneur de produire devant le Conseil, présentent un véritable intérêt, au point de vue théorique, en ce sens qu'ils mettent en évidence un principe qui ressort de l'étude de la combustion du

(1) Voy. *Bulletin* de 1867, 2^{e} série, t. XIV, p. 393.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gaz dans les brûleurs et que l'on peut formuler en ces termes : *Dans l'éclairage par le gaz les fortes dépenses sont avantageuses.*

Ce principe observé, pour la première fois, en 1825, par MM. Christian et Turner, d'Edimbourg, confirmé et commenté depuis par tous les expérimentateurs qui se sont occupés de la question, fait, en ce moment surtout, l'objet de dissertations assez animées : appliqué dans une mesure raisonnable, il peut être très-utile à l'industrie du gaz, mais on pourrait, si l'on en abusait, engager l'éclairage dans une voie fâcheuse. Je crois donc utile de mettre ce principe en évidence devant le Conseil. Voici l'exemple que je choisirai pour le faire comprendre :

Une salle de séance, comme celle de la Société d'encouragement, peut être parfaitement éclairée au moyen d'une dépense de 3 mètres cubes par heure.

On pourrait, pour répandre la lumière dans la salle, imiter l'éclairage obtenu au moyen de la bougie stéarique ; dans ce cas, les trois mètres cubes seraient consommés dans 120 becs, dits *bougies*, réglés à 25 litres par heure et fournissant une lumière totale de 12 lampes Carcel.

Ce mode d'éclairage serait beaucoup moins avantageux que celui qui consisterait à employer des becs à double courant d'air et à verres, produisant une flamme tout à fait analogue à celle de la lampe Carcel. Les becs de ce genre, tels que les becs *Bengels*, par exemple, consomment 105 litres de gaz à l'heure.

Dans ces conditions, les mêmes 3 mètres cubes seraient brûlés par 28 becs seulement et produiraient une lumière égale à 28 Carcels, c'est-à-dire plus que double de celle qu'on obtient avec les becs de faible dépense.

Mais, il y a plus; et l'on peut voir par les chiffres que j'ai cités dans cette communication que, si la combustion de ces 3 mètres cubes de gaz était concentrée dans *trois* des brûleurs à forte dépense, tels que ceux construits par MM. Sugg, Mallet et Audouin et qui consomment 1 000 litres environ à l'heure, on pourrait en obtenir une lumière égale à 36 lampes Carcel c'est-à-dire *triple* de celle que l'on obtient avec les becs bougies.

Vous voyez, Messieurs, qu'en accumulant la combustion d'une quantité déterminée de gaz, dans un nombre de brûleurs de plus en plus petit, on arrive à accroître le pouvoir éclairant dans une proportion qui croît du simple jusqu'au triple. Un fait semblable est de nature à fixer l'attention de tous les esprits réfléchis, et il est impossible qu'on n'en tienne pas compte, dans une certaine mesure, lorsqu'il s'agit d'éclairer une salle ou une voie publique. Mais vous concevrez aisément qu'il soit possible d'abuser d'un semblable

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

principe ; il importe donc de prévenir les conséquences fâcheuses qui pourraient résulter de ces abus. Il ne suffit pas, en effet, de tirer d'une quantité de gaz donnée toute la lumière qu'elle est susceptible de fournir ; il faut encore distribuer la lumière d'une façon méthodique et agréable à l'œil. Le système qu'il convient de suivre, sous ce rapport, a été indiqué avec tant de précision par Lavoisier, que je ne puis faire mieux que de vous citer ses propres paroles :

« L'objet que l'on doit se proposer en éclairant une grande ville n'est pas « d'y suspendre un petit nombre de lanternes, qui éclairent beaucoup, mais, « au contraire, un grand nombre qui éclairent peu..... En effet, toute lu- « mière trop vive est désagréable et fatigue la vue. Pour peu qu'il se trouve « un corps intermédiaire qui fasse ombre, les yeux éblouis ne peuvent plus « rien distinguer, et s'il arrive, par quelque accident qu'une lampe s'éteigne, « un grand espace se trouve tout à coup dans l'obscurité. »

Ces lignes de l'illustre savant semblent écrites d'hier, tant elles font ressortir les inconvénients qui résultent de certains systèmes d'éclairage, à foyer intense, que l'on expérimente de nos jours.

Aussi, Messieurs, tout en rendant justice à l'habileté qui a été déployée dans la construction des appareils que j'ai eu l'honneur de vous soumettre, tout en reconnaissant les services réels qu'ils peuvent rendre dans certains cas, en raison de la variété des conditions qui s'imposent à l'éclairage, je crois qu'il ne conviendrait pas d'encourager à l'excès l'emploi de sources de lumière aussi vives. En faisant cette réserve, je sais que je suis absolument d'accord avec les habiles constructeurs des modèles que je vous ai présentés : MM. Camus, Sugg, Coze, Mallet, Audouin, qui ont une connaissance si profonde des ressources de leur industrie, savent mieux que personne, quelle est la nature des services que les brûleurs intenses peuvent rendre. Je ne suis, en ce moment, que l'interprète de leur pensée devant le Conseil de la Société.

OBSERVATIONS AU SUJET DE LA COMMUNICATION PRÉCÉDENTE, PAR M. F. LE BLANC, MEMBRE DU CONSEIL.

A l'occasion de la précédente communication, M. Félix Le Blanc fait observer que, depuis les essais d'éclairage électrique, tant sur la voie publique que dans quelques établissements particuliers (principalement par le procédé Jablochkoff), des essais nombreux ont été faits par divers inventeurs, ingé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nieurs et industriels pour améliorer les foyers lumineux obtenus par la combustion du gaz de houille. On s'est surtout préoccupé d'amplifier la lumière des foyers à l'aide de nouveaux systèmes de becs conjugués, en augmentant, d'ailleurs, la consommation du gaz. M. Bérard a cité le bec inventé par M. William Sugg, de Londres le système de becs de M. Coze, directeur de l'usine à gaz de Reims, le système de becs présenté à la Société d'encouragement par la *Compagnie parisienne du gaz*, système dont le public connaît, depuis quelque temps, l'application dans les lanternes de la rue du Quatre-Septembre, de la place de la République (ancienne place du Château-d'Eau) et dans l'un des pavillons des Halles centrales. Plus récemment, la Compagnie parisienne du gaz a été autorisée, sur la demande de MM. les conseillers municipaux du quartier, à poser quatre lanternes de ce système sur la place Saint-Michel, pour l'éclairage du monument, pour faire suite à l'essai d'éclairage monumental de la façade de la Chambre des Députés par quatre foyers Jablochkoff, pendant la durée de l'Exposition universelle de 1878.

M. Bérard a exposé les résultats des études de M. Audouin, ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz, sur un système de becs conjugués, destiné à amplifier les effets lumineux dans les lanternes de la voie publique. Enfin, notre collègue a constaté devant la Société les effets lumineux des becs de M. Mallet, conseiller municipal, qui donnent un pouvoir éclairant, équivalent à celui des candélabres à gaz de la Compagnie parisienne dans la rue du Quatre-Septembre. Les ingénieurs de la ville étudient ces différents systèmes. M. Le Blanc ajoute qu'il pourrait citer encore le système de M. Gautier, directeur de l'usine à gaz du Havre, expérimenté comparativement à la lumière électrique pour les travaux du port du Havre, les becs de M. Doty, etc. De tous ces systèmes, le bec solaire de M. Sugg à couronnes concentriques est le seul qui ne brûle pas à feu nu, mais qui exige l'emploi d'une cheminée de verre.

M. Le Blanc ne veut pas, pour le moment, discuter la valeur respective de ces divers systèmes et les mettre en parallèle avec l'éclairage électrique. Il tient à faire ressortir les efforts tentés par les auteurs pour démontrer qu'avec un accroissement de consommation du gaz, on peut obtenir un pouvoir éclairant considérable et des effets lumineux très-avantageux. Cette émulation s'est surtout produite à la suite des essais d'éclairage électrique par les procédés Jablochkoff. Comme son collègue M. Bérard, M. Le Blanc reconnaît que Lavoisier avait posé les vrais principes de l'éclairage des villes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et il avait cité le même passage des œuvres de Lavoisier dans son Rapport sur les essais d'éclairage par la lumière oxyhydrique en 1871.

Il fait seulement remarquer que le nouvel éclairage de la rue du Quatre-Septembre, par le système de la Compagnie parisienne du gaz, ne répond pas à un projet d'éclairage courant des rues, mais à la démonstration des effets très-intenses d'éclairage que l'on peut obtenir par le gaz ordinaire seul, et, suivant cette Compagnie, sans augmentation de dépenses, comparativement aux effets dus à l'électricité.

L'édilité parisienne a jugé équitable d'autoriser ces essais après avoir autorisé les essais de lumière électrique, d'autant plus que l'éclairage *ordinaire* des rues, par le gaz, résulte des prescriptions de l'Administration, et non de l'impuissance d'obtenir des effets lumineux très-amplifiés, à la condition d'augmenter convenablement la consommation du gaz.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 117, REPRÉSENTANT DIFFÉRENTS BECS DE GAZ POUR LUMIÈRE DE GRANDE INTENSITÉ.

Fig. 1. Section verticale par l'axe du bec Sugg, surmonté de sa cheminée.

Fig. 2. Vue en dessus du même.

a, entrée du gaz dans le bec.

b, régulateur.

c, *c'*, *c''*, couronnes concentriques percées de trous, donnant passage au gaz de la flamme.

d, *d*, ... tubes amenant le gaz aux couronnes *c*, *c'*, *c''*.

e, *e*, espaces libres pour le passage de l'air à l'intérieur de la flamme.

f, enveloppe métallique extérieure.

g, cheminée en verre.

Fig. 3. Vue en élévation de deux becs bougies conjugués, montés sur genouillères. Les traits ponctués indiquent la forme de chaque flamme, lorsque chaque bec redressé verticalement brûle isolément.

Fig. 4. Vue en élévation des deux becs bougies conjugués, dans un plan perpendiculaire à celui de la fig. 3, et montrant la forme que présente la flamme lorsque les deux becs sont réunis.

Fig. 5. Vue en élévation du bec triple Audouin.

Fig. 6. Vue en dessus du même.

h, entrée du gaz arrivant aux trois becs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

i, i, i, becs gros boutons, inclinés vers l'axe central et formant un seul faisceau lumineux.

Fig. 7. Vue en élévation du bec Mallet.

Fig. 8. Vue en dessus du même.

j, becs supérieurs à fente de $0^m,003$, au nombre de cinq.

k, becs inférieurs de $0^m,006$, au nombre de cinq également et conjugués deux à deux avec les précédents.

l, entrée du gaz dans les becs.

m, position du panier en toile métallique, destiné à régler l'afflux de l'air arrivant aux becs.

Fig. 9. Élévation de la flamme produite par le bec Audouin et Bérard, dont la dépense est de 350 litres à l'heure.

Fig. 10. Élévation de la flamme du bec de ville ordinaire, dont la dépense est de 140 litres à l'heure.

(M.)

BIBLIOGRAPHIE.

SUR UN LIVRE DE M. RONNA QUI A POUR TITRE : LE BLÉ AUX ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE, PAR M. RISLER, MEMBRE DU CONSEIL (1).

Le livre de M. Ronna, que j'ai l'honneur de présenter, traite d'une question qui occupe en ce moment beaucoup l'attention des agriculteurs français : quelles sont les conditions dans lesquelles le blé se produit aux États-Unis? Quel est le prix auquel il peut être livré sur les marchés européens? Quels sont les effets de cette concurrence nouvelle, qui est évidemment un bienfait pour les consommateurs, mais qui alarme au plus haut degré les propriétaires fonciers de notre vieux continent?

La culture du blé introduite dans l'Amérique du Nord par les colons européens au commencement du XVII^e^ siècle, ne se développa d'abord que très-lentement et presque exclusivement dans les États de l'Est et du Sud. Jusqu'en 1850, même plus tard, elle ne pouvait guère que satisfaire aux besoins des habitants du pays, qui n'exportaient en Europe que du tabac, du coton, etc. En 1850, la production totale était de 36 millions et demi d'hectolitres pour une population de 23 millions d'habitants, soit à peu près 1 hectolitre et demi par habitant.

(1) Communication faite dans la séance du 27 février 1880.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1860, de 63 millions d'hectolitres pour 31 millions d'habitants, 2 hectolitres par habitant.

Elle diminua pendant la guerre de la sécession, à 55 millions d'hectolitres en 1863.

En 1870, elle était de 94 millions d'hectolitres pour 38 millions et demi d'habitants, presque 3 hectolitres par habitant.

Puis elle s'élève rapidement.

En 1877, elle s'élève à 120 millions d'hectolitres sur 12,500,000 hectares pour 45 millions d'habitants.

En 1879, elle s'élève à 160 millions d'hectolitres sur 18 millions d'hectares.

Ainsi, de 1850 à 1859, la production du blé a quadruplé, tandis que la population n'a même pas doublé. De là un excédant que l'Amérique déverse sur l'Europe.

Quelle est la cause de ce rapide accroissement de production?

La construction des chemins de fer depuis Chicago, extrémité de la série de lacs qui servaient autrefois seuls de moyens de transports dans l'Amérique du Nord, jusqu'aux États de l'Ouest. Jusqu'alors ces États n'avaient pas de routes, les matériaux pour les faire manquaient. Dans la région des prairies, dans le Kansas, etc., se sont d'immenses étendues de terres assez légères et très-riches en humus, mais ni pierres, ni bois. Elles sont couvertes d'une herbe courte et nourrissante, le *buffalo-grass* ou *mosquit-grass*, qui sert de nourriture aux bisons et qui disparaît peu à peu sous l'influence du feu et de l'invasion des graines que le vent apporte de proche en proche, de l'Est à l'Ouest, pour être remplacé par une abondante végétation de graminées (blue-stems).

Dans ces prairies, on élevait des bœufs, bœufs presque sauvages, comme ceux que l'on trouve encore dans le Texas et dans l'Amérique du Sud : Ils ont peu de viande, mais, en revanche, ils ont une peau épaisse, principal produit d'exportation des contrées qui se trouvent réduites à un régime pastoral primitif, par suite du manque de moyens de communication avec les centres de civilisation.

Quelques-uns de ces États n'ont été réunis à la Confédération que depuis peu de temps : le Kansas en 1860.

En moins de vingt ans, on a construit, dans les États de l'Ouest, 61 000 kilomètres de chemins de fer. L'ensemble des États-Unis n'en avait que 54 424 kil. en 1864; il y en a aujourd'hui 131 000 kilomètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est sous cette influence que la culture du blé et du maïs a pris, dans les États de l'Ouest, une si rapide extension.

Les Compagnies de chemins de fer firent de grands efforts pour attirer des colons dans les régions nouvelles où ils avaient pénétré. Des prospectus pompeux célébraient la fertilité des terres et les avantages du climat. Le Homestedact de 1862 donne, à tout citoyen, ou à tout étranger qui déclare vouloir se faire naturaliser Américain, le droit d'acquérir, à son choix et sur le vu du cadastre, parmi les terres encore libres, 65 hectares, en ne payant que les frais d'arpentage (1 fr. 28 à 1 fr. 48 par hectare), à condition qu'il s'engage à y bâtir une habitation, et à en mettre une portion en culture, etc. Le titre définitif de propriété n'est délivré que lorsqu'il a été prouvé que ces conditions ont été remplies. Chacun des fils, à sa majorité, jouit du même privilége, mais une famille n'a pas le droit d'acquérir un lot de plus de 260 hectares.

La plupart des Compagnies de chemins de fer ont reçu des États, à titre de subvention, une certaine quantité de terres situées le long des lignes. Elles les revendent à des prix variables; d'abord à 16 francs l'hectare; puis, à mesure que la demande s'élève, jusqu'à 140 et même 200 ou 300 francs l'hectare, mais en accordant de longs délais pour le payement. En revanche, elles fournissent aux colons des maisons en bois à des prix très-modérés et de grandes facilités pour le transport de ses produits.

D'après un compte communiqué au *Times* par M. Close, et reproduit par M. Ronna, la construction des bâtiments, le creusage d'un puits, les achats d'instruments de culture et de chevaux de travail coûtent, dans l'État d'Iowa, 100 francs par hectare, 6 500 francs pour une propriété de 65 hectares. Il reste à payer la main-d'œuvre, dout la plus grande partie est fournie par le propriétaire ou sa famille. Les ouvriers sont rares. On défriche et ensemence ce que l'on peut avec les moyens de travail dont on dispose. Si l'on réussit, dès la première année, à ensemencer 30 hectares; s'il ne survient ni sécheresse, ni sauterelles, fléaux assez fréquents dans l'Amérique du Nord, et si l'on récolte par hectares 12 hectolitres de blé qui valent sur place 10 francs, cela fait un produit brut de 120×30 ou 3 600 fr., plus de la moitié du capital total; ce serait plus encore si, au lieu de 30 hectares, on en avait ensemencé davantage en blé. Si l'on a, en outre, vendu du maïs, cela fait un produit magnifique dont il n'y a à déduire que les salaires des ouvriers que l'on a pris comme aides et les impôts, qui sont très-faibles. On

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comprend que ces riches perspectives attirent de nombreux émigrants ; mais c'est la rémunération d'un travail opiniâtre au milieu de privations souvent cruelles, et c'est une rémunération très-aléatoire. Tantôt la maladie vient surprendre l'émigrant, avant qu'il ait pu construire son blockhaus, tantôt les maraudeurs qui abondent sur ces confins de la civilisation lui volent ses chevaux ; tantôt des troupeaux de bœufs en passage dévorent une partie du blé en herbe, parce que les clôtures ne sont pas terminées ; tantôt le feu des prairies brûlent les foins, la nourriture des chevaux, tantôt la sécheresse survient et le colon soufre de la soif, si le puits n'est pas encore creusé ; cette sécheresse compromet la récolte et quelquefois les sauterelles la ravagent. Il ne faut pas oublier que, si le compte de culture ou le prix de revient de l'hectolitre de blé ne comprend qu'une faible somme pour l'achat ou le loyer du sol, cela suppose que la propriété acquise est située dans un pays où toutes les ressources de la civilisation manquent encore, et dès lors qu'elle est à une certaine distance de voies ferrées ; il faut donc ajouter, aux frais de production, des frais de transport considérables.

Quand la population augmente dans une région, quand il y a des chemins, des villes qui grandissent dans le voisinage, ou des magasins pour loger le blé, des banques pour faire des avances aux cultivateurs, immédiatement le prix de la terre y augmente également.

Comme dans l'exemple que je viens de citer, la petite ou moyenne culture, c'est-à-dire celle qui peut être faite, presque tout entière, par le propriétaire et sa famille, est celle qui convient le mieux aux États de l'Ouest. Elle prédomine ; mais cependant on trouve aussi, par exemple au nord du bassin du Mississipi, dans le Nébraska, etc., de grandes cultures, quelques-unes très-grandes, placements de riches capitalistes, surpassant tout ce que nous sommes habitués à voir en Europe, dans lesquelles les machines jouent un rôle encore plus important que dans les premières. On cite, entre autre, souvent, les cultures de M. Olivier Dalrymple, qui exploite dans le Minnesota, de compte à demi avec les Compagnies de chemins de fer, une ferme de 30 000 hectares (voir page 109 du livre de M. Ronna). Là, le prix de revient de l'hectolitre de froment n'est, si le rendement est de 18 hectolitres par hectare, comme en 1878 et 1879, que de 6 francs. S'il se vend 10 francs sur place, il y a un bénéfice de 4 francs par hectolitre. En 1879, il y avait sur cette ferme colossale 8 000 hectares de froment qui ont donné $8\,000 \times 18 \times 4$ de bénéfice net, soit 576 000 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En Californie, on trouve aussi d'immenses exploitations agricoles, soit dans la vallée du Sacramento, soit au nord, soit dans celle de Saint-Joachim au Sud.

On laboure avec des *gang-ploughs*, charrues à sept socs, attelées de huit chevaux avec un seul conducteur placé sur un siége. Une seule de ces charrues suffit pour labourer 640 acres, soit 256 hectares, dans la saison des semailles qui est longue, de décembre en mars. On sème le blé avec un semoir de 10 à 12 mètres de largeur, avant le labour dans les terres légères, après, dans les terres fortes, et l'on herse. Pendant ce travail, les chevaux reçoivent du foin et de l'avoine ou du maïs; le reste du temps, ils sont en pâturage.

A partir du milieu d'avril, il ne pleut presque jamais. On moissonne en juin par un temps parfaitement sec.

Avec un *header*, immense moissonneuse qui est poussée par les chevaux, comme celle de Mac-Cornick qu'on a vue à l'Exposition universelle, et qui prend une largeur de 5 mètres, mais qui ne coupe que les épis et laisse la plus grande partie de la paille, on moissonne 20 hectares par jour. Des wagons (trois par moissonneuse), mènent immédiatement le blé non lié à une machine à battre qui fonctionne sur place. Le blé battu est mis en sacs, qui restent au bord des champs jusqu'à ce qu'on les mène au chemin de fer pour les expédier. Pas de magasin.

Les récoltes sont faibles; tous les quatre ou cinq ans une fois, elles sont presque nulles par suite de la trop grande sécheresse; mais évidemment le prix de revient est très modique, 6 à 7 fr. 50 par hectolitre. On n'emploie aucune fumure; c'est de l'agriculture extensive dans toute la force du terme. Dans quelques localités, on se borne à du trèfle enterré comme engrais vert. Ce système pourra-t-il durer longtemps sans épuiser les terres? Il y a lieu d'en douter. Dans un certain nombre d'années, les provisions d'humus seront épuisées, et de deux choses l'une, ou il faudra adopter un mode d'exploitation plus coûteux avec intercalation de fourrages, bétail et fumures, comme cela a lieu déjà dans les États de l'Est, ou rompre de nouvelles terres plus éloignées des voies ferrées, et par conséquent supporter plus de frais de transport.

Pendant ces deux dernières années, 1 hectolitre de blé valait, sur place, dans les États de l'Ouest, 10 francs en moyenne.

Pour arriver en Europe, il avait à supporter 8 fr. 20 de frais de transport, plus 1 fr. 80, en moyenne, pour déchargement, mise sur wagon et transport jusqu'au lieu de consommation, total, 20 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les importateurs avaient ainsi un bénéfice de 2 à 4 francs par hectolitre.

Ces importations considérables ont été un grand bienfait pour les consommateurs. Malheureusement, elles ont empêché les producteurs de trouver dans des prix de vente élevés, une compensation pour les faibles rendements de leur blé pendant les dernières années. Mais après une série de mauvaises récoltes, il faut évidemment que les intérêts des consommateurs soient mis au au-dessus de ceux des producteurs. Il ne pourrait pas être question de droit d'entrée sur le blé, quand les récoltes de la France sont insuffisantes pour nourrir sa population.

Espérons que les saisons nous seront plus propices, et que nous ne reverrons pas de sitôt deux années successives de mauvaises récoltes en France. Mais les agriculteurs et les propriétaires se demandent, avec inquiétude, si, même après des récoltes moyennes en Europe, la concurrence des blés américains n'exercera pas, dorénavant, une influence durable qui déprimera les prix de vente, et diminuera, par suite, la valeur des terres.

Pour cela, il faudrait que le blé américain pût être livré sur les marchés français à un prix inférieur à 22 fr. 14 l'hectolitre, prix moyen en France de 1861 à 1867.

Ce prix, pour les blés américains, peut se décomposer ainsi :

A.	—	6 fr. à 7 fr. 50, prix de revient sur place dans les États de l'Ouest.
B.	2 fr. 50 à	4 fr. bénéfice du producteur.
C.	—	8 fr. 20 frais de transport des lieux de production à New-York et fret.
D.	—	1 fr. 80 droits et frais en Europe.
E.	—	2 fr. 14 bénéfice des négociants.
Total. . .		22 fr. 14

On doit faire les observations suivantes au sujet de ces éléments :

A. *Le prix de revient* du blé, dans les fermes de l'ouest de l'Amérique, a été de 6 à 7 fr. 50, dans les années de bonnes récoltes, comme 1878 et 1879. Mais si, en moyenne, une année sur quatre, il y a des sécheresses ou des sauterelles, qui compromettent les récoltes, le prix de revient devra être porté plus haut, 7 francs ou 8 francs. D'ailleurs, comme je l'ai déjà dit, il faudra, peu à peu, ou défricher des terres nouvelles plus éloignées des voies ferrées, ou employer des engrais pour réparer la fertilité épuisée des anciennes terres.

En même temps, le loyer ou prix d'achat des terres, qui influe sur le prix

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de revient des produits, s'accroîtra avec la population et la demande de ces terres.

Le prix de revient augmentant ainsi, le *bénéfice du producteur*, B, qui est supposé actuellement de 2 fr. 50 à 4 francs, diminuera et ralentira ainsi l'activité avec laquelle les Américains produisent de plus en plus du blé. Mais, il ne faut pas se dissimuler que, sur ce bénéfice de 2 fr. 50 à 4 francs par hectolitre, il y a une marge sur laquelle les producteurs américains pourraient prendre pour livrer leur blé à un prix tel, qu'il revienne à moins de 22 francs sur les marchés de l'Europe.

Par contre, l'élément C, *frais de transport*, est à présent à son taux le plus bas. Les frais de transport ne pourront qu'augmenter, soit les frets sur mer, soit surtout les frais de transport depuis les lieux de production jusqu'au port d'embarquement. Nous avons vu avec quelle rapidité les chemins de fer se sont développés aux États-Unis, depuis 1866. Non-seulement il en est résulté une forte concurrence entre eux, mais aussi, avec les voies navigables (lacs et canaux), qui existaient déjà sur une partie de leur parcours, ou qui ont été améliorés depuis quelques années, par exemple, le Mississipi à son embouchure.

De cette concurrence, il est résulté une baisse de tarif (pages 152 et 170 du livre de M. Ronna), 1 centime par tonne et par kilomètre, pour les céréales, qui est ruineuse pour un grand nombre de Compagnies. En 1876, 86 Compagnies furent mises en vente par licitation, ou sous séquestre. Elles représentent le cinquième des voies ferrées de l'Union, 22 686 kilomètres, avec un capital de 4 742 millions de francs.

En 1877, sur les 814 Compagnies, 106 seulement ou 24 pour 100 distribuaient un dividende.

Dans ces conditions, il est peu probable que les frais de transport subissent encore une diminution. Il faut, au contraire, s'attendre à une augmentation.

D. *Les frais en Europe* ne peuvent guère être réduits.

Quant à E, *le bénéfice des intermédiaires*, il représente à peu près 10 pour 100 du capital; c'est le bénéfice moyen des entreprises commerciales, bénéfice nécessaire pour compenser les chances auxquelles elles sont soumises.

En résumé, il est fort probable que la moyenne du prix de vente du blé, en France, se ressentira de la concurrence des nouvelles régions qui peu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vent, par suite du perfectionnement des moyens de transport, contribuer à alimenter les populations de l'Europe. Mais je doute que la diminution atteigne, en moyenne, 2 francs par hectolitre. M. Ronna dit (page 304) qu'une importation d'Amérique est impossible, si le blé se maintient, en France, par suite de bonnes récoltes, au cours de 18 à 20 francs.

Cette diminution n'en est pas moins grave pour les fermiers, qui ont à payer un loyer, et pour les propriétaires, qui cherchent à maintenir le revenu de leurs terres. Avec la production moyenne de la France, 14 hectolitres et demi, cela fait 29 francs par hectare ; dans les contrées où la production moyenne est plus élevée, par exemple, en Beauce et en Brie, cela fera 35 à 40 francs par hectare.

Que faire ?

Augmenter le rendement brut de 2 hectolitres. C'est possible par une meilleure culture ; l'exemple de l'Angleterre, de la Belgique, et, en France, celui du département du Nord le prouve.

Consacrer une surface moins grande au blé, mais mieux fumer et mieux cultiver cette surface, de manière à augmenter son produit par hectare.

Mettre plus de terres en fourrages et en prés.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878.

CONFÉRENCE SUR LE VERRE, PAR M. CLÉMANDOT.

« Messieurs, le verre est une des matières manufacturées dont l'emploi est le plus répandu ; il suffit d'ouvrir les yeux pour apercevoir du verre ; c'est le verre à vitre qui clôture nos maisons, tout en laissant pénétrer la lumière à l'intérieur ; dans la cave de ces maisons, nous trouvons la modeste bouteille, qui contient le vin dont la valeur s'élève quelquefois au centuple ; dans la salle à manger, nous voyons les cristaux, les services de table ; dans le salon, les glaces, les lustres, dont les magnifiques spécimens ne cessent d'attirer à l'Exposition l'admiration des visiteurs. Si nous pénétrons dans le cabinet de l'amateur, nous remarquons ces verreries anciennes si élégantes, ces verres irisés, gravés, etc. ; enfin dans l'atelier du photographe, dans le cabinet du savant, du chimiste, du physicien, de l'astronome, nous rencontrons du verre, toujours du verre.

« Le verre qui compose tous ces objets, de formes, d'aspects et d'usages si différents, les uns d'un prix si bas, les autres souvent si chers, diffère très-peu par les matériaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui le constituent ; la silice (que les gens du monde appellent le sable) en est l'élément principal ; il faut la fondre à l'aide d'une température très-élevée, en y ajoutant des fondants, qui sont : la chaux, la soude, la potasse, le plomb.

« Commençons par la bouteille, qui, par son prix si minime (12, 15, 30 centimes pièce), est le produit le moins coûteux de la verrerie ; débutons par elle, à cause des échantillons divers que vous avez devant vous et qui représentent toutes les phases de la fabrication verrière ; échantillons que MM. Tumbeuf neveu et neveu, habiles fabricants de bouteilles de la Vieille-Loye, près Montbarrey (Jura), une des plus anciennes verreries de France, ont eu l'heureuse idée de montrer aux visiteurs de l'Exposition. En les prenant pour exemples, il me sera possible de vous démontrer cette fabrication, qui s'appliquera aussi bien à la production de la bouteille qu'à celle des objets les plus riches et les plus luxueux de la verrerie.

« La matière consiste donc en un mélange composé d'un sable ferrugineux, qui se trouve généralement dans les environs de la verrerie, auquel on ajoute, pour le fondre, du calcaire et du sulfate de soude, qui coûte peu de chose, parce qu'il est assez impur et contient encore du chlorure de sodium non décomposé. Quand cette matière est bien fondue dans un creuset, on la puise, en quantité suffisante, avec une *canne* ou tube en fer de $1^m,10$ à $1^m,20$, puis on l'enroule sur la canne ; à ce moment, la pièce est encore massive, on la souffle alors un peu ; ensuite on l'allonge en la laissant pendre et en lui imprimant un mouvement de battant de cloche tout en soufflant ; enfin, on fait dans le fond, en piquant la *paraison* (c'est le terme consacré), une espèce de bouton qui renforce cette partie de la bouteille ; une fois finie de ce côté, on la prend avec un outil qui la saisit par le fond, pour pouvoir faire le goulot et y rapporter un cordon : la bouteille est terminée.

« Un ouvrier fait environ 60 bouteilles à l'heure, autrement dit, il fait une bouteille à la minute, et on comprend la nécessité d'une fabrication si rapide, puisque l'on sait que le verre n'est ductile et malléable que quand il est mou, c'est-à-dire quand il est chaud, et il se refroidit très-rapidement. Quand la bouteille est achevée, on la met dans un four, dit four à recuire, où le refroidissement a lieu le plus lentement possible. C'est à cette condition que cette bouteille pourra résister aux transports, qu'elle pourra surtout supporter les pressions de 5 à 6 atmosphères auxquelles elle est exposée, si c'est par exemple une bouteille à champagne.

« Disons un mot seulement des fours et des creusets dans lesquels le verre est fondu. Ces fours, ces creusets doivent être faits avec des matériaux presque infusibles, réfractaires, c'est-à-dire ne fondant pas à la température de fusion du verre. Pour les verreries fines, même pour les bouteilles (et la verrerie de la Vieille-Loye, de MM. Tumbeuf, est encore dans ce cas), on employait du bois pour le chauffage, et, il faut le dire, c'est encore le meilleur des combustibles, mais le prix en est trop élevé. On l'a remplacé par la houille, bien plus, par le gaz de la houille, non pas le gaz d'éclairage que vous connaissez, mais le gaz que l'on appelle oxyde de carbone, gaz chauffant et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

non éclairant. Aujourd'hui on travaille, on étudie beaucoup la question des fours, car il est important, surtout pour la bouteille, que l'on doit vendre si bon marché, d'arriver à économiser le combustible. Il existe des fours dans lesquels les creusets sont romplacés par des bassins, c'est-à-dire de grands réservoirs contenant le verre ; au lieu de marcher par intermittence, c'est-à-dire en renfournant les matières et les fondants pour les travailler ensuite, on a étudié des fours à *marche continue*, qui donneront une économie de plus de moitié ; par ce nouveau procédé, les renfournements s'effectuent en même temps que la fusion et le travail du verre. Cette modification a été faite par M. Siemens, ingénieur à Dresde, et l'application de ce four est tentée, réussie même déjà en France, grâce à l'intelligente persévérance de M. Petrus Richarme, l'un de nos plus habiles verriers français. Je devais faire cette digression, pour terminer de suite ce que j'avais à dire des fours, et je reviens au verre ordinaire, celui avec lequel on fabrique les verres à vitres, les glaces, et même ce que l'on appelle la gobeleterie fine, une des branches de la verrerie qui a fait depuis la dernière Exposition les plus notables progrès.

« *Verre ordinaire à la soude.* — De quoi se composent ce verre, cette vitre, cette glace que j'ai l'honneur de vous montrer? De silice, de chaux et de soude. Il faut, pour que le verre soit le plus blanc possible, que tous ces matériaux soient purs, c'est-à-dire exempts de fer. Permettez-moi d'ajouter, pour que ma démonstration soit plus saisissante, que, pour faire le verre, il suffit d'un pavé pilé, d'un morceau de moellon et d'un seau d'eau de mer ; avec le pavé vous avez le sable, avec le moellon la chaux, avec le seau d'eau de mer la soude.

« *Verre de Bohême.* — On fabrique aussi un verre très-blanc, très-pur, dont voici des échantillons pris dans l'exposition de M. Lobmeyr, de Vienne (Autriche), en remplaçant la soude par la potasse.

« *Cristal.* — Le cristal, le produit le plus riche, le plus beau de la verrerie, se compose toujours de silice et de potasse ; mais, au lieu de chaux, on introduit l'oxyde de plomb, le minium, qui transmet au verre de la fusibilité et en même temps un brillant, une réfringence, présentant un aspect diamantaire magnifique. Nous retrouvons donc dans ce verre la silice, base de toutes les matières vitrifiées, et le plomb, métal que tout le monde connaît.

« Permettez-moi d'insister sur les sources auxquelles on puise la potasse; cela pourra vous intéresser. Prenez une betterave ou bien une plante, comme la fougère ; prenez, à défaut, une peau de mouton ; vous aurez les éléments nécessaires pour obtenir de la potasse. Comment cela se fait-il? C'est que l'homme sait tirer parti de tous les produits que la nature lui présente. La betterave, par exemple, est un végétal qui absorbe la potasse dans le sol où il a été planté ; retirez d'abord le sucre du jus de cette betterave, et dans les derniers produits de la mélasse vous trouverez, en les brûlant, de la potasse, que vous séparerez par lixiviation. Cette fougère (c'est de là qu'est venu le nom de verre de fougère), si vous la brûlez, vous trouverez aussi dans les cendres la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

potasse, car la fougère, de même que la betterave, est une plante qui puise dans le sol une grande quantité de potasse; il en est ainsi de la vigne. Enfin cette peau de mouton, dont nous avons parlé, comment se fait-il qu'elle contienne de la potasse ? Parce que le mouton, en cela plus habile même que les chimistes, sépare, dans l'herbe qu'il mange, la soude de la potasse et s'assimile la soude; au contraire, il rejette la potasse dans la sueur, et l'on retrouve celle-ci dans le suint en le calcinant et en lessivant les cendres qui en résultent.

« Je me résume relativement à la composition du verre et du cristal : ils ont tous pour base la silice, qui y entre pour 60 à 75 pour 100, et toutes les matières dont je vous ai signalé l'origine. Je ne dois pas passer sous silence ce verre d'une transparence, d'une limpidité, d'une blancheur remarquables, fait, en 1850, à la cristallerie de Clichy; ici le plomb était remplacé par le zinc, dissous à l'aide de l'acide borique ajouté à la composition.

« *Verre à vitre de chaux et de soude.* — Comme je vous l'ai dit, un des emplois les plus considérables du verre à base de chaux et de soude est la fabrication des feuilles de verre, avec lesquelles on fabrique les vitres. On cherche les sables et les produits les plus purs, c'est-à-dire exempts de fer. On souffle de grands cylindres que l'on coupe ensuite en deux, et que l'on étale dans un four dit *à étendre,* en les aplatissant.

« Souvent ces verres à vitre ont l'inconvénient, une fois mis en place, de se détériorer, de s'iriser. Pour obvier à cet inconvénient, M. Renard, un des principaux fabricants de verres à vitres du Nord, a imaginé de tremper ces feuilles, au sortir du four à étendre, dans un bain légèrement acidulé. Cette opération suffit pour détruire un excès d'alcali, qui est la seule cause à laquelle est due cette irisation.

« *Glaces.* — C'est avec le même verre que l'on fabrique les glaces. Là, pas de main-d'œuvre de l'ouvrier verrier; une fois le verre fondu, on sort le creuset du four, on verse son contenu sur une table en fonte, on fait passer un rouleau qui lamine le verre, et c'est ainsi qu'ont été obtenues ces magnifiques glaces qui figurent à l'Exposition, celle entre autres des usines de Saint-Gobain, qui mesure 27 mètres carrés de surface. La glace brute pesait 1 200 kilogrammes; une fois dégrossie, polie par des procédés qu'il serait trop long de vous expliquer, elle ne pèse plus que 700 kilogrammes. C'est la plus grande glace qui ait été produite; plus grande, elle n'eût pu être apportée, il aurait été impossible de la faire passer sous les voûtes et tunnels des chemins de fer.

« *Étamage.* — Je n'ai pas à vous parler de l'étamage des glaces; ce serait m'éloigner de mon sujet. L'étamage dit au *mercure* était autrefois une opération dangereuse, insalubre pour les ouvriers qui la pratiquaient; on l'a remplacé par un procédé dit de *l'argenture*, dû au savant Liebig, mais qui n'a été réalisé pratiquement que par les procédés dits *procédés Petit-Jean.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« *Gobeleterie.* — C'est la fabrication du verre à base de soude et de chaux, ou même à base de potasse, qui donne lieu à des produits si parfaits souvent, qu'ils peuvent être mis en parallèle avec ceux fabriqués en cristal.

« *Cristal.* — Comme nous l'avons dit, le cristal est une combinaison de la silice, de la potasse et du plomb ; chimiquement parlant, c'est un silicate double de plomb et de potasse. Voyez les expositions de Baccarat, de Clichy et de Pantin, de Sèvres, de l'Angleterre ; jamais vous ne trouverez cristaux plus blancs, plus brillants, avec des formes plus riches, plus artistiques et plus variées. Ajoutez à la beauté de la matière les tailles les plus soignées, les gravures les plus merveilleuses qui nécessitent non pas des ouvriers, mais des artistes de premier mérite ; vous aurez constaté les résultats les plus parfaits auxquels on puisse parvenir, en donnant à une matière presque sans valeur, on peut le dire, une valeur quelquefois inimaginable. On parle, dans les expositions anglaises, de carafes d'un prix de 25 000 à 30 000 francs.

« *Lustres.* — Ces lustres magnifiques, dont les branches, les pandeloques, reflètent, comme le font les diamants, les mille lumières dont ils sont garnis, sont fabriqués nécessairement avec le cristal, c'est-à-dire avec le verre le plus réfringent possible.

« *Verres d'optique.* — Puisque nous passons en revue les différents emplois du verre, n'oublions pas les verres destinés à confectionner les télescopes, les lunettes photographiques, les prismes, les verres pour microscopes, etc. Ce sont des verres qui doivent être d'une grande pureté, car il ne faut que les rayons lumineux qui les traverseront soient déviés. Il faut deux verres pour constituer ce que l'on appelle un objectif : un *flint* (le verre lourd) et un *crown* (le verre léger) ; le premier, à base de plomb, très-dense ; le second, à base de chaux. On arrive par la juxtaposition de ces verres, à l'achromatisme ou, pour mieux dire, à éviter la décomposition de la lumière autour des objets examinés, c'est-à-dire *les franges colorées*. Mais, pour parvenir à ce résultat pratique, il a fallu un verrier des plus habiles, qui sût réussir pratiquement ces verres homogènes. Ce verrier fut Guinand, qui eut l'idée première de remuer, de *brasser*, c'est le mot consacré, le verre fondu, exactement comme on remue un verre d'eau sucrée ou un verre de sirop. Cette belle industrie s'est continuée en France par M. Feil, le petit-fils de M. Guinand, qui atteint dans cette industrie un tel degré de perfection, que c'est de chez lui que l'on tire maintenant tous les verres destinés à l'optique.

« C'est encore sur du verre que l'on fait cette opération, on peut dire merveilleuse, exécutée par le savant et si regretté Gustave Froment, de la division d'un millimètre en 500 ou 1 000 parties. A quoi servent ces divisions ? A mesurer les infiniment petits, à faire ce qu'on appelle les *micromètres*. A quoi un résultat semblable peut-il servir ? Tenez, j'ai sous la main un fil de verre d'une finesse extrême ; je vous dirai tout à l'heure comment on le fabrique et quelle en est la finesse. C'est en le mettant sur une des divisions du micromètre, que l'on pourra savoir que ce fil de verre est 175 fois plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fin qu'un cheveu, 45 fois plus fin que le plus ténu fil de soie, qu'il mesure, en un mot, huit dixièmes de millimètre. Cette plaque que vous voyez portant ces divisions, c'est du verre, toujours du verre.

« *Décoration des verres.* — Le verre est une matière qui se prête tout particulièrement à la décoration. Comme première décoration, j'ai à parler de la coloration. Comment a-t-elle lieu? En introduisant dans le verre (et quand je dis le verre, cela veut aussi bien dire le cristal) des oxydes colorants : du cobalt, du cuivre, du fer, de l'or, etc., etc. Ce verre rougi par l'or présente une bien grande singularité : il est incolore quand il est fondu ; si on le refroidit brusquement, il reste toujours incolore ; si on le réchauffe à une température plus basse, celle du ramollissement, la couleur rouge apparaîtra ; et savez-vous quelle est la puissance de coloration de l'or, qui réside entièrement dans son extrême divisibilité? Voici un morceau de verre rougi ; il est noir, tant sa coloration est intense. Eh bien ! il y a 1/10,000 d'or dans ce verre, qui ne servira ensuite qu'à doubler du verre incolore pour obtenir une pièce colorée en rouge intérieurement ou extérieurement.

« *Gravure à l'acide fluorhydrique.* — J'ai déjà parlé de la gravure sur verre à l'aide d'une petite meule ; on peut aussi graver le verre à l'acide fluorhydrique, le seul acide pour ainsi dire qui attaque le verre à la température ordinaire, on le fait par des moyens indiqués par M. Kesler, moyens très-économiques pratiqués par des hommes fort habiles, les Bitterlin, les Lémal, etc. C'est par de véritables décalques de papiers enduits de substances préservatrices que l'on opère ; là où le verre est recouvert de la substance, l'acide n'attaque pas ; là où il est à nu, il le dépolit. Voici encore de M. Kesler un produit très-remarquable : c'est du fluorhydrate de potasse, avec lequel, à l'aide d'une plume de fer, on peut écrire sur le verre exactement comme avec de l'encre. Le verre porte en dépoli la trace des chiffres, écritures ou dessins que l'on y aura tracés.

« Voyez aussi ces portraits à tons différents, faits sur des verres doublés, au moyen d'attaques plus ou moins ménagées du verre ; ces curieux résultats sont obtenus par M. Williaume, un des hommes les plus habiles dans ce genre de fabrication.

« *Irisation.* — Vous avez pu remarquer, dans les expositions anglaise et allemande, des pièces de verrerie recouvertes d'une coloration analogue à celle des bulles de savon ; c'est le produit d'une buée, d'une vapeur déposée sur le verre encore chaud et avant la mise dans le four à recuire. Cette vapeur n'est autre que celle produite par la vaporisation d'un mélange de protochlorure d'étain, de carbonate de baryte et de carbonate de strontiane. L'origine de ce procédé est bizarre : on raconte que, chez un fabricant de Bohême, M. Zahn, les ouvriers, voulant fêter son arrivée, illuminèrent, allumant des feux de Bengale jusque dans les fours à recuire ; les pièces qui sortirent du four se trouvèrent toutes irisées. Ces couleurs sont fort belles, fort variées, comme vous voyez, mais elles ne sont pas absolument solides et disparaissent si on les frotte durement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« *Nacré-irisé.* — Ici l'irisation est toute différente : le verre est nacré et il a des irisations analogues à celles des coquilles; c'est le résultat d'une étude que nous avons entreprise, M. Fremy et moi, pour constater l'action des divers agents chimiques, l'acide chlorhydrique, entre autres, sous une pression de 4, 5, 6 atmosphères; on arrive de la sorte à reproduire de véritables nacres; on approche aussi de l'imitation de ces verres magnifiques, irisés par le temps, dont on trouve dans l'exposition rétrospective des échantillons de toute beauté.

« Quels sont ces effets d'irisation? la formation des lames minces qui, comme sur l'aile du papillon, la gorge du pigeon, etc., produisent ce que l'on appelle les interférences du rayon lumineux, sa décomposition spectrale. Voici de petits cubes mosaïques qui présentent de magnifiques colorations; ce sont des verres qui proviennent d'un temple de Vénus, construit dans l'île de Capry, sur une plage incessamment battue par l'eau de la mer, où se trouvent les ruines contenant ces mosaïques qui présentent ces belles irisations.

« *Dévitrification du verre.* — Entre autres altérations que le verre peut subir, il y a ce qu'on appelle la dévitrification : c'est la séparation des produits vitreux, analogue à celle qui a eu lieu quand un sel se sépare par cristallisation du sel saturé qui lui a donné naissance. M. Péligot a étudié un échantillon semblable à celui que j'ai l'honneur de vous présenter, et avec le soin scrupuleux que ce savant apporte à toutes ses recherches, il a trouvé que ce produit différait, comme composition, de l'*eau mère* du verre dans lequel il s'est formé; il contient plus de magnésie et moins de soude; c'est un échantillon remarquable d'un silicate double de chaux, de soude et de magnésie, provenant d'un four à bouteilles à bassin, construit à Blanzy par M. Videau, ingénieur, et sur mes conseils.

« *Décoration des verres.* — On a dû nécessairement songer à décorer le verre comme on le fait, en céramique, pour la porcelaine, la faïence, etc. On le dore, on le peint avec des émaux, et les Brocard, les Brunetti, présentent à l'Exposition des échantillons d'un grand effet.

« *Produits vénitiens.* — J'arrive maintenant à toute une classe d'objets très-remarquables, ce sont ceux exposés par les Vénitiens. Le docteur Salviati et une Compagnie, celle des produits de Venise, ont exposé la reproduction des spécimens les plus beaux de l'art ancien de Venise; ces produits sont des plus intéressants; il faudrait assister à leur fabrication pour comprendre les tours de main ingénieux et habiles employés pour les produire, et qu'il serait trop long d'expliquer ici.

« *Aventurine.* — L'aventurine, ce produit si bizarre, n'est autre chose qu'un verre à base d'oxyde de *cuivre*, réduit par un verre réducteur à base de fer. C'est en **1720** qu'elle a été découverte par hasard, dit-on, par Vincinzo Miotti. Nous avons, il y a plus de trente ans, fait, avec M. Fremy, de l'aventurine; nous n'avions obtenu que des échantillons de quelques kilogrammes. Ce n'étaient que des expériences, à proprement parler, de laboratoire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« M. Monot, l'habile fabricant de cristaux de Pantin, présente cette année de véritables blocs d'aventurine travaillée, doublée sur le verre, etc., identiques, on peut dire, à l'aventurine de Venise. C'est donc un résultat heureux, qui fait honneur à celui qui l'a produit, qui fait aussi honneur à la France, et nous sommes heureux de le constater.

« *Verres de Venise.* — Voici maintenant des échantillons de ces verres obtenus par des recollements et des superpositions de verres, pour lesquelles il faut utiliser l'adresse de verriers incomparablement habiles. Voici ces verres filigranés, fabriqués au moyen du recollement de baguettes étirées, contenant dans leur intérieur des fils d'émail d'une finesse inouïe résultant de l'étirage de ces baguettes.

« Voici ces *millefiori*, composés de mosaïques formées par le moulage de l'émail du verre : cette matière est si docile, si malléable, qu'on en fait jusqu'à des portraits en plaçant des émaux colorés sur des dessins, en ramollissant le tout, en l'étirant, en l'allongeant.

« Tels sont ces presse-papier dont l'exposition vénitienne nous offre tant de modèles.

« *Verres filés.* — Voici des tissus de verre formés par l'étirage de baguettes, dont on produit pour ainsi dire l'allongement indéfini en les étirant sur un rouet de $4^{m},20$ de diamètre, qui fait 60 tours par minute et qui peut donner avec 100 grammes de verre des fils de 25 kilomètres de long (plus de 6 lieues), fils que l'on peut tisser, tresser comme de la soie ou de l'osier.

« *Verres creusés.* — Voici des objets qui sont la reproduction exacte des anciennes pièces de Venise fabriquées par les mêmes procédés, qui consistent à former des espèces de *pudings* de verres massifs, que l'on taille, que l'on creuse exactement comme on creuse un bloc de bois massif pour en faire une *sébile*, un *sabot*. C'est un procédé semblable à celui que l'on employait pour creuser un bloc de cristal de roche, une pierre dure quelconque, et il n'y avait pas d'autre moyen avant que l'on connût le procédé du soufflage du verre.

« *Laine de verre.* — Voici encore un produit des plus curieux : c'est de la laine, de la soie de verre, on peut dire ; ce sont ces fils si ténus, si fins, dont je vous ai parlé en vous décrivant le *micromètre*. C'est un Français, M. Brunfaut, qui, établi à Vienne, a constitué une véritable industrie, continuée par sa femme et sa fille, qui m'ont fourni ces admirables échantillons.

« *Vitraux.* — Il me reste à parler des vitraux, puisque, considérés comme verre, ils ont été placés dans la classe 19, celle de la verrerie. M. Didron, le peintre verrier habile qui a bien voulu assister à cette conférence, serait bien plus apte que moi à vous expliquer tous ses procédés. Je me bornerai à vous dire que, contrairement à ce que l'on suppose, la peinture sur verre ne consiste pas à enluminer, à placer des couleurs sur des feuilles de verre incolore, mais bien à prendre des feuilles de verre colorées sur lesquelles le peintre verrier n'a qu'à dessiner des contours, des ombres, au moyen

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'émaux, d'espèces de *sépia* formées d'oxyde de fer, de cuivre fondu dans un émail que l'on vitrifie ensuite en le repassant au feu. C'est avec tous ces morceaux de verre, diversement teintés, que l'on forme toutes ces mosaïques, réunies ensuite au moyen de lamelles de plomb. Voyez, dans le vestibule de l'École militaire, dans la galerie du travail de l'Exposition, les belles verrières exposées par M. Didron.

« Je n'en finirais pas, Messieurs, si je devais passer en revue tous les spécimens que vous avez sous les yeux, si j'étais obligé d'entrer dans tous les détails de fabrication, qui varient, on peut presque dire à l'infini. Le verre est, en un mot, une des matières les plus rebelles quand il est dur et quand il est froid ; mais, quand il est encore chaud, encore malléable, il se prête à toutes les manipulations imaginables.

« *Verre trempé.* — Je veux employer le peu de temps qui me reste à vous parler du verre *trempé*, appelé si improprement verre *incassable* ; c'est verre *moins cassant* qu'il faut dire.

« C'est à M. de la Bastie que l'on doit ce précieux résultat, déjà connu, dit-on, mais auquel, dans tous les cas, on n'avait attaché aucune importance. M. de la Bastie, témoin des phénomènes particuliers dus à l'état du verre trempé, s'y est arrêté, en a étudié les phénomènes et a rendu un service que je signale aux hommes d'étude, aux penseurs et aussi aux verriers, lesquels pourront un jour tirer grand parti du progrès déjà réalisé.

« Qu'est-ce que le verre trempé ? C'est un verre refroidi, durci dans des conditions particulières. On prend le verre ou le cristal au moment où il a la forme définitive qu'il doit avoir, puis on le *trempe*, en le jetant dans un bain de graisse chaude, la plus chaude possible, 150, 160, 200 degrés de température. Je dis la plus chaude possible, parce que, pour moi, la théorie est celle-ci : le groupement moléculaire s'opère d'autant mieux qu'il se rapproche davantage du groupement qui produit l'élasticité ; or, pour cela il convient qu'il y ait le moins d'écart possible entre la température du bain de trempe et celle du verre encore mou.

« *Larmes bataviques.* — L'étude de ce que l'on appelle la *larme batavique* nous aidera à expliquer le problème du verre trempé. Qu'est-ce que la larme batavique ? C'est une goutte de verre liquide jetée brusquement dans l'eau froide ; le verre prend alors la forme d'une larme, que l'on pourra frapper fortement sans la casser, mais qui se brisera en poudre si l'on détache l'appendice effilé, la queue de cette larme. Eh bien ! la larme batavique ainsi formée est le verre le plus cassant qui existe. Si l'on essaye de faire une larme batavique dans le bain de trempe de la Bastie, cette larme sera beaucoup moins cassante : on pourra casser la queue de cette larme sans qu'elle se brise ; il n'y aura qu'un point plus rapproché de la partie renflée de la larme où le bris aura lieu. Nous pouvons donc conclure de là que la température du bain n'est pas indifférente pour remplir les conditions plus ou moins grandes de solidité du verre. Je m'arrête, car je ne veux pas me lancer dans une dissertation sur la question

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du verre trempé ; ce sont les études faites par M. de Luynes à ce sujet qu'il faut consulter. Avec sa sagacité, sa science profonde, M. de Luynes s'est livré sur la matière aux recherches les plus intéressantes et les plus utiles.

« Je vais donc me borner à faire sous vos yeux quelques expériences qui vous prouveront que le verre, dit *verre trempé*, ou mieux *durci*, est moins cassant que du verre refroidi, recuit à l'air, c'est-à-dire dans les conditions ordinaires.

« Voici trois gobelets portant une marque ; en voici trois autres qui n'en ont pas. Les premiers ont été refroidis dans l'huile ; les autres l'ont été dans le four à recuire. Si nous plaçons ces six gobelets dans une boîte, que nous agiterons, les trois verres trempés devront ne pas se casser ; les trois autres seront brisés.

« Je prends maintenant cette plaque de verre. Je jette dessus une balle de plomb de 200 grammes, à un mètre de hauteur ; la plaque ne se brise pas, à $1^{m},50$, elle ne se brise pas encore ; à 2 mètres, la brisure a lieu.

« Il est donc certain que le verre la Bastie est moins cassant que tout autre ; il est incontestable que cette invention est bien française ; elle constitue un grand progrès, dont l'expérience améliorera encore les procédés. Mais ce que je tenais à dire, c'est que M. de la Bastie a rendu un très réel service, qu'il a donné un sujet d'études aux savants, je dirai presque aux philosophes, qui n'ont pas besoin d'attendre le succès absolu pour glorifier les résultats déjà acquis ; à tous ceux, enfin, qui se rappellent que toute invention, à sa naissance, rencontre des difficultés et ne peut atteindre du premier coup à la perfection.

« Ajoutons qu'il n'est pas impossible de prévoir que de la trempe du verre jailliront peut-être un jour des observations utiles et intéressantes au point de vue de la trempe de l'acier.

« J'ai fini, Messieurs, c'est-à-dire que j'ai ébauché rapidement tout ce qu'il y avait à dire sur le verre, sa fabrication, ses applications ; il m'aurait fallu trois et même quatre conférences pour entrer dans tous les détails relatifs à la production de tous ces objets, si multiples et si variés. Je souhaite qu'après m'avoir entendu, vous arriviez plus facilement à vous rendre compte de la fabrication de tous les produits de la verrerie que présentent les expositions de France, d'Angleterre, d'Autriche, etc., etc.

« Si j'y suis parvenu, ma tâche n'aura pas été inutile ; mais ce résultat vous le devrez surtout à l'attention bienveillante que vous m'avez prêtée, bien plus qu'au savoir que j'ai pu mettre à la disposition de ceux qui m'ont appelé à l'insigne honneur de vous entretenir et de faire passer sous vos yeux ces mille merveilles de notre industrie nationale et de celle des laborieux et savants étrangers, qui sont en ce moment les hôtes bienvenus de la France ! »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Quelques chiffres relativement à l'importance de la télégraphie électrique. — En Angleterre on compte, en nombre rond, 10 000 stations télégraphiques desservant 150 000 milles de fil (241 350 kilom.) et transmettant 30 millions de dépêches par an.

En Europe, il y a 20 000 stations télégraphiques, appartenant aux différents gouvernements; il existe, en outre, 15 000 autres stations, soit spéciales, soit de chemins de fer, desservant 300 000 milles de fil (482 700 kilom.) et transmettant 100 millions de dépêches payées et 25 millions de dépêches internationales, au moyen de 50 000 appareils et de 70 000 employés.

En France, le réseau télégraphique suit un développement systématique; soixante et un départements ont leur chef-lieu en relation directe avec Paris; les autres villes communiquent par des relations intermédiaires.

A Paris viennent aboutir 113 fils directs, venant de différents points du territoire; quelques villes possèdent même simultanément plusieurs fils pour la transmission des dépêches d'affaires. Entre Versailles et Paris, il n'y a pas moins de quarante fils. Enfin Paris est en communication directe avec Amsterdam, Anvers, Bâle, Berne, Berlin, Bruxelles, Cologne, Florence, Genève, Londres, Hambourg, Milan, Rome, Turin, Vienne, etc.

L'Asie possède 500 stations avec 10 000 milles de fil (16 090 kilom.), qui transmettent 2 millions de dépêches; l'Australie en a 800 pour 30 000 milles de fil (48 270 kilom.) et 3 millions de dépêches.

(M.) (*American paper.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 14 mai 1880.

Présidence de M. Dumas, président.

Correspondance. — M. *Dandois*, peintre sur verre, rue de la Prévoyance, 44, Vincennes (Seine), présente des vitraux montés en fonte-feuilturée à appliques de retenue, et des vitraux métalliques d'un nouveau genre. (Constructions et beaux-arts.)

M. *de Saillet* (Ch.) demande à la Société de l'aider à résoudre un problème de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mécanique pour lequel, dit-il, ses connaissances sont insuffisantes. — M. *de Saillet* n'est pas inconnu à la Société ; en 1843 elle a approuvé un procédé de lui pour la fabrication des bouchons ; depuis cette époque, il s'est signalé par trois inventions qui ont réussi : Une machine pour coudre les tulles et les blondes, une autre pour faire les franges des châles et une troisième consistant en un piston sans fuite possible. (Arts mécaniques.)

M. *Maurel,* ancien manufacturier, rue du Faubourg-Saint-Denis, 191, présente un nouveau système de rouleau-buvard, objet de papeterie. (Arts économiques.)

MM. *Darte* frères, décorateurs en porcelaine, faubourg Saint-Martin, 210, à Paris, présentent une lampe pour les huiles minérales qui supprime tout danger d'explosion, même avec l'emploi des hydrocarbures les plus volatils. (Arts économiques.)

M. *Pelte*, préposé des manufactures de l'État, avenue Daumesnil, 222 *bis*, envoie un Mémoire détaillé, avec dessins, sur un nouveau propulseur pour les navires qui remplace les roues et les hélices par la projection dans l'eau, vers l'arrière, d'une nappe d'air comprimé, et il annonce qu'il a construit un modèle qui fonctionne très-bien. (Arts mécaniques.)

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* envoie deux exemplaires des numéros 5, 9, 10, 11, 12 (1re et 2e partie) du Catalogue des brevets d'invention.

Le Commissaire général de l'Exposition universelle de 1878 envoie un exemplaire des huit derniers volumes publiés de la collection des comptes-rendus des congrès et conférences de cette Exposition.

M. *Douay* (Léon), avenue Marie-Thérèse, à Nice, demande l'appui de la Société pour une pétition qu'il adresse aux Chambres, afin d'obtenir l'exemption du service de la réserve et de l'armée territoriale pour les Français ayant satisfait au service de l'armée active et résidant hors de France. (Comité du commerce.)

MM. *Massignon* frères envoient une note sur l'extraction des parfums et sur les progrès de cette industrie. (Arts chimiques.)

M. *Hauvel* (Ch.), ingénieur des arts et manufactures, boulevard Voltaire, 48, à Paris. Surchauffeur-différentiel réalisant un nouveau mode d'emploi de la vapeur dans les traitements industriels. (Arts mécaniques et arts chimiques.)

M. *Adam* (Alexandre), membre correspondant du Conseil pour le comité du commerce et président honoraire de la Chambre de commerce de Boulogne-sur-Mer, envoie le Rapport annuel des travaux de cette Chambre pour la présente année et les années précédentes. Il y joint des notices sur le port actuel de Boulogne et sur le nouveau port en eau profonde qu'on construit en ce moment.

M. *Goetz*, boulevard de Latour-Maubourg, 74, à Paris, a adressé directement à M. le *Président* une réclamation sur la décision qui paraît avoir été prise à son égard par le comité d'agriculture, et la constatation des résultats obtenus, jusqu'en 1879, dans la ferme de M. *Cothias*.

A la même époque, M. *Goetz* a adressé au siége de la Société une réclamation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

semblable en annonçant qu'il se tient à la disposition du Conseil, avec offre de satisfaire aux questions qui pourraient lui être faites sur sa méthode et sur ses résultats. (Ces deux pièces sont renvoyées au comité de l'agriculture.)

M^me^ la marquise *de Manoury d'Ectot*, née *Nicolas Le Blanc*, rue Bonaparte, 27, adresse une Notice sur la vie et les découvertes de *Nicolas Le Blanc*, qu'elle vient de publier sous les auspices du cercle républicain du Berry.

M. *Armengaud* aîné, fils, rue Saint-Sébastien, 45, à Paris, demande, au nom de M. *Blanc*, ingénieur, représentant de MM. *Siemens* et *Hesse* pour la construction d'un nouveau four à action continue pour la cuisson des objets en céramique, que ces fours soient examinés par la Société d'encouragement. (Arts chimiques.)

MM. *Paulet* (A.) et *Chabrand* (E.), ingénieurs civils, font présenter à la Société, par M. *Lecœuvre*, membre du comité des arts mécaniques, un écrou indesserrable et à serrage gradué, système *Delpech* (P.), qu'ils ont fait breveter. (Arts mécaniques.)

COMMUNICATIONS. — *Giroscope électro-magnétique*. — M. W. *de Fontvielle*, physicien, rue des Abbesses, 50, à Paris (Montmartre), expose tant en son nom qu'en celui de M. *Lontin*, une nouvelle propriété des courants électriques qui produisent un mouvement giratoire dans une pièce de fer doux soumise à leur influence dans certaines conditions.

Le *giroscope électro-magnétique*, dit M. *de Fontvielle*, est un appareil destiné à mettre en évidence, par des rotations aussi nombreuses que curieuses à observer, l'existence de courants d'induction d'un nouveau genre, produits par des masses de fer magnétisées placées sous l'influence de courants interrompus.

Nous allons essayer de montrer que ces réactions d'un nouveau genre se rattachent aux lois d'*Ampère*, qui ont été attaquées en Allemagne dans ces dernières années, et qu'elles fournissent un nouvel argument en faveur de leur extension absolue. En effet, elles démontrent, d'une manière irrécusable, que l'on peut produire des mouvements giratoires d'une rapidité très-grande, en laissant les mobiles à distance des conducteurs électrisés et de tous les corps influencés. On ne saurait dès lors admettre, dans ce cas compliqué, que les actions rotatives soient produites par les attractions exercées sur des masses liquides entraînant dans leur mouvement les parties mobiles rigides qui y sont plongées. L'explication imaginée par quelques physiciens de l'autre côté du Rhin, et trop facilement acceptée de ce côté, se trouve donc renversée par les expériences actuellement présentées à la Société d'encouragement.

La première expérience consiste à mettre un disque en fer doux dans l'intérieur du cadre dont la description a été donnée dans le numéro du journal l'*Électricité*, du 5 avril.

Ce disque prend immédiatement un mouvement de rotation de droite à gauche, qui est accompagné de l'émission d'un son strident.

En écoutant ce son avec attention, il est facile de reconnaître qu'il est de même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hauteur que celui qu'émet le trembleur de la bobine d'induction, ce qui conduit à l'idée bien simple qu'il est produit par une série d'aimantations très-rapides, suivies de désaimentations dont la vitesse est considérable. Ce son clair et argentin serait produit par les petits déplacements éprouvés par les molécules de fer, chaque fois qu'elles glissent les unes sur les autres pour prendre les positions d'équilibre qui résultent de l'aimantation.

Le pouvoir aimantant du cadre peut être prouvé d'une façon bien simple, en plongeant une aiguille d'acier trempé dans la direction perpendiculaire aux spires.

On peut, en effet, s'assurer en la présentant à une aiguille aimantée, qu'on retire l'aiguille avec une polarité.

Si on la retourne, c'est le pôle opposé qui prend cette polarité, à quelque époque que l'introduction ait lieu.

Il faut donc que la résultante des courants d'induction qui circulent dans le cadre galvanométrique, donne lieu à une aimantation pour produire un effet. L'expérience prouve du reste que les rotations giroscopiques ne se produisent point avec des courants dont l'action totale ne produit pas une résultante magnétique assez énergique pour que l'aiguille se mette en croix, comme si le cadre était parcouru par un courant continu.

Ces circonstances ont donné lieu à une explication qui semble, au premier abord, très-plausible, et qui, en tout cas, est très-ingénieuse. Elle est due à M. Jamin (voir les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 12 avril), qui attribue le mouvement du disque à la persistance du magnétisme pendant le temps très-court qui sépare la production de deux courants successifs d'induction, de l'espèce de ceux dont la force d'aimantation prédomine.

Sans nier que l'intervention de la force coercitive invoquée par le savant professeur de l'École polytechnique, doive exercer une influence sur la mise en mouvement, il est facile de montrer que l'action de cet élément a été singulièrement exagérée dans cette explication, et que la force motrice se trouve située dans le voisinage immédiat des spires du cadre galvanométrique, quoiqu'elle puisse s'exercer à distance comme on le verra ci-après.

En effet, si l'on approche lentement un aimant du cadre galvanométrique dans lequel circulent les courants d'induction, on voit l'aiguille aimantée s'écarter progressivement de la ligne axiale et se rapprocher de plus en plus de la direction des spires du solénoïde. C'est seulement lorsque son axe est devenu parallèle à cette ligne que l'action rotative commence à se développer. Encore est-il indispensable que la dernière phase du mouvement soit assez brusque pour qu'il en résulte une espèce de choc, à la suite duquel elle dépasse une position d'équilibre nouvelle, instable, puisqu'elle ne peut plus y revenir, mais qu'elle ne saurait quitter d'elle-même, si elle n'y est point sollicitée.

En effet, en approchant avec une lenteur suffisante un nombre quelconque d'ai-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mants, on n'obtient pas de mouvement ; mais si l'on a déterminé la rotation, elle ne fait que s'accélérer à mesure qu'on augmente le nombre de ces aimants, pourvu que les mêmes pôles soient placés du même côté de l'axe de rotation; il est indifférent de plus de les placer soit au-dessus, soit au-dessous du plan de rotation.

Cette expérience montre, d'une façon bien nette, que la rotation n'est déterminée que par la prépondérance de l'action magnétisante des pôles de l'aimant sur celle du solénoïde. Par conséquent, si dans l'expérience précédente, il y avait lieu de se préoccuper de la force coercitive, il faudrait se préoccuper non pas de celle qui a lieu à l'extrémité de l'axe perpendiculaire au cadre, mais bien, au contraire, de celle qui résulte du passage des molécules de fer sous les pôles de l'aimant.

Une autre expérience imaginée le matin même (14 mai), et dont la théorie ne peut encore rendre compte d'une façon complète, vient ajouter de nouvelles difficultés aux précédentes, si l'on veut donner à la force coercitive une importance trop grande dans l'explication de tous ces phénomènes.

On sait que l'action du cadre ne s'exerce pas seulement dans la partie intérieure du solénoïde, mais qu'elle s'épanouit, pour ainsi dire, au dehors, dans une région assez étendue de l'espace.

Si l'on place en ligne droite le long du cadre trois disques sur trois pivots verticaux disposés, l'un au milieu et les deux autres à égale distance, l'un à droite, et l'autre à gauche, on les voit tourner tous trois dans le même sens, lorsqu'on couche un barreau aimanté sur le cadre. Si l'on intervertit le sens du courant primaire, le sens de la rotation des trois disques change aussitôt que la force vive du mouvement accumulé s'est éteinte. Il est facile de voir que le changement de sens se produit plus rapidement sur le disque médian que sur les deux disques extrêmes, ce qui prouve que l'action est plus énergique dans le voisinage des pôles de l'aimant horizontal que dans la ligne axiale où le maximun d'effet aurait lieu suivant la théorie de la force coercitive.

L'on comprend qu'un calcul, trop compliqué pour pouvoir être improvisé, puisse seul permettre de tirer des conséquences absolues d'expériences de cette nature ; mais la seconde partie des phénomènes observés avec trois disques, paraît encore bien moins facile à faire coïncider avec les idées que nous combattons.

En effet, si au lieu de placer l'aimant à plat sur le cadre, on le place verticalement dans le prolongement du pivot autour duquel tournait le disque, on voit les deux cercles latéraux tourner avec vitesse, tandis que le cercle central reste immobile et ne tourne qu'avec une vitesse beaucoup moindre.

Cette variation de l'expérience, qui semble indiquer l'existence d'une ligne neutre le long de la position d'équilibre de l'aiguille aimantée, serait sans réplique, s'il n'arrivait que les deux cercles extrêmes tournent en sens inverse l'un de l'autre, ce qui indique que l'expérimentation est exécutée dans des circonstances toutes particulières.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La spécialité des conditions, sous l'influence desquelles on se trouve placé dans cette action unipolaire, est mise en évidence d'une autre façon.

Si l'on intervertit le sens du courant primaire, la rotation ne change pas de sens, elle cesse de se produire ; si l'on change la nature du pôle influent, elle recommence alors, mais chaque disque extrême tourne en sens inverse de sa rotation précédente ; si l'on intervertit alors le sens du courant primaire, les trois mobiles rentent dans la repos.

Il reste à savoir si ce repos est absolu, ou s'il provient uniquement de ce que les forces agissantes sont trop peu énergiques, dans ce cas, pour vaincre les faibles frottements produits sur les pivots par la rotation.

On doit ajouter que lorsque les petits disques explorateurs présentés latéralement sont mis en rotation, le sens de la rotation dépend toujours de celui du courant primaire, mais qu'il n'est pas le même à droite du cadre de ce qu'il est à gauche ; la symétrie se trouve rompue.

Une autre expérience montre qu'on ne peut assimiler le mobile à un aimant unique. En effet, on obtient la même rotation qu'avec un disque plein, en plaçant au milieu du cadre un disque composé de quatre segments pareils, réunis par un centre commun en cuivre, c'est-à-dire isolés magnétiquement.

L'indifférence absolue de la forme se manifeste d'une façon bien saillante par la rotation de deux spirales enroulées en sens inverse, c'est-à-dire l'une *sinistrorsum* et l'autre *dextrorsum*.

En permutant l'une avec l'autre, on s'assure que le sens de la rotation est le même pour les deux hélices, quelle que soient leurs positions respectives. Il est donc indépendant du sens de l'enroulement aussi bien que de la position dans le plan de rotation. Mais il ne cesse pas de dépendre de la nature des pôles influents, aussi bien que de la direction du courant primaire ; en effet, les deux solides ne cessent point de changer de sens quand on intervertit, soit la position des pôles, soit la direction du courant primaire.

Il semble difficile d'admettre que le mobile fonctionne, dans certaines circonstances, comme un aimant possédant un pôle à chaque extrémité. En effet, il faudrait admettre que les deux extrémités polaires des deux spirales fussent douées de magnétisme antinomique, et que ce fut par cette différence de polarité induite que se trouverait composée la différence de direction de la traction exercée relativement à la position des centres de rotation. Les mêmes phénomènes peuvent se produire à l'aide d'un disque en cuivre entouré d'un cadre formé par un ruban en fer doux. La grande rapidité avec laquelle ce solide se met en mouvement (quoique toute la partie centrale soit inutile), ne peut s'expliquer que par le plus grand rapprochement des molécules de fer et des spires du cadre galvanométrique ; c'est donc la preuve que ces réactions ont lieu dans les régions latérales au lieu d'avoir lieu dans les régions axiales, comme la théore de la force coercitive l'exigerait.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut, du reste, s'assurer directement que ces régions sont le siége d'actions très-vives. En effet, on sent un tremblement très-énergique chaque fois que l'on présente latéralement au disque en mouvement une pointe de fer. Ces effets sont bien moins énergiques dans la ligne axiale.

Nous ajouterons que la spirale placée sur le cadre entre également en rotation, laquelle est soumise aux mêmes causes d'inversion que si la spirale se trouvait placée dans le cadre; mais dans toutes les circonstances, la rotation a lieu en sens inverse. Il resterait à la théorie de la force coercitive à rendre compte des circonstances de ce mouvement.

Mais une expérience bien simple permet de démontrer que le mouvement engendre des réactions dynamo-électriques entre les spires du cadre et les molécules magnétisées qui le traversent avec une rapidité plus ou moins grande, suivant l'énergie des courants d'induction et des pôles influents.

Si l'on place en tension deux cadres l'un derrière l'autre, et qu'on mette dans l'intérieur de chacun d'eux une couronne, chacune de ces couronnes se mettra à tourner avec un sens et une vitesse dépendant des conditions ordinaires. On peut s'en assurer en changeant le sens de l'une des deux couronnes, en intervertissant l'ordre des pôles influents, ou le sens de toutes deux à la fois, en changeant l'ordre des pôles du courant primaire. Les deux rotations paraissent donc indépendantes l'une de l'autre; cependant il n'en est rien, et elles sont en réalité dans une dépendance des plus étroites. En effet, si l'on enlève l'un des deux mobiles, on voit le mouvement de l'autre s'accélérer. Cet effet n'est-il pas produit par la réaction sur les courants d'induction moteurs de l'action inductrice produite par le mouvement des molécules de fer traversant le cadre d'induction ?

Cet effet n'a pas besoin pour se produire que le fer soit en mouvement, car on peut le déterminer en plaçant dans l'intérieur du cadre des feuilles de fer doux. Mais il paraît plus énergique dans le cas où il se produit une rotation. Les courants d'induction qui donnent l'aimantation seraient donc modifiés par ceux qui résultent de la rotation.

Les courants d'induction, produits par certaines machines électro-médicales telles que celles que construit M. Trouvé, conviennent parfaitement, quoique la rotation soit moins énergique qu'avec la bobine d'induction préparée *ad hoc*. La machine médicale de M. Trouvé permet de recueillir à volonté l'extra-courant ou le courant induit. Ces deux genres d'électricité conviennent également; l'effet de l'extra-courant paraît même être préférable. On sait qu'il suffit du reste d'une interruption produite sur le circuit direct de la pile, pourvu que la tension soit notable et le nombre d'interruptions considérable.

J'ai présenté à la Société d'encouragement une bobine d'induction d'une assez grande puissance, et dont la construction n'offrait aucune particularité. Quoique le circuit induit donnât des étincelles considérables, il ne produisait aucune aimanta-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion notable, et l'aiguille du galvanomètre ne se mettait point en croix; aussi n'y avait-il (conformément à la théorie émise plus haut) aucune action rotative sous l'influence des aimants. Mais en se bornant à recueillir l'extra-courant en attachant les deux fils au trembleur, on a obtenu une rotation assez rapide de la couronne. Cette dernière expérience a permis de mettre en évidence, d'une façon bien curieuse, la puissance des réactions qui ont lieu entre les différentes parties d'un système d'induction. En effet, si, au moyen d'un fil supplémentaire, on ferme le circuit induit, on voit la rotation du mobile s'arrêter immédiatement. Mais cette jonction peut avoir lieu d'une façon telle que les phénomènes de giration ne soient point affectés d'une façon sensible; si l'on opère cette fermeture à l'aide d'un tube de Geissler, la rotation continue.

On exécute à la fois deux expériences à l'aide du même appareil. Le circuit inducteur permet de faire tourner le giroscope, tandis que le circuit induit montre la lueur de tubes de Geissler avec toutes les particularités connues.

Cette dernière expérience, ainsi que celle qui la précède, doivent être exécutées avec des piles faibles pour réussir complétement. Il faut s'assurer que les aimants sont placés dans une situation symétrique par rapport à l'axe du cadre; sans cela, les solides portés sur une simple chape perdent leur équilibre et ne peuvent se mettre en rotation.

Jusqu'à ce jour, le giroscope électro-magnétique n'est qu'un appareil de démonstration scientifique; mais j'ai la satisfaction d'annoncer à la Société d'encouragement que j'ai tout lieu de croire qu'il ne restera pas toujours réduit à figurer dans les cabinets de physique. Je pense (sous peine de l'augmentation possible de la force motrice dont il n'est pas temps de s'occuper) qu'il pourra être mis en mouvement par l'électricité naturelle et qu'il servira à déterminer, mieux que tous les électromètres actuellement en usage, la valeur et le signe de la tension électrique de l'air. Aussitôt que j'aurai des résultats pratiques, je me ferai un devoir de les présenter à la Société. (Renvoi au Comité des arts économiques.)

NOMINATION DE MEMBRES. — Est nommé membre de la Société : M. *Lebon* (Georges), capitaine d'artillerie, à Paris.

Séance du 28 *mai* 1880.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — M. *Hélouis*, ingénieur chimiste, à Colombes (Seine), envoie à la Société deux échantillons de cuivre rosette en fils renfermant chacun un fil de platine au centre. — Dans l'échantillon n° 1, le fil de platine enveloppé a un trentième de millimètre de diamètre. — Dans l'échantillon n° 2, le fil de platine a été amené, sans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

solution de continuité, à l'extrême finesse d'un centième de millimètre. (Renvoi au Comité des arts chimiques.)

M. *de Sapincourt* envoie un spécimen des statuts définitifs d'une association qui vient d'être fondée à Rouen pour prévenir les accidents de fabrique. Il y joint le Rapport qui a été fait par M. *de Coëne*, ingénieur, sur la nécessité de cette fondation. L'Association fonctionne depuis le 1er mai. (Arts mécaniques.)

M. *Bohn* (S.), comptable, au Pauvre-Jacques, maison Georges et comp., place de la République, et rue Crozatier, 72, à Paris, envoie la liste des inventions et perfectionnements qu'il a faits dans une pratique de plus de 25 ans. Cette liste comprend : 1° une machine à peigne pour tissage; 2° un frein automatique pour la scie circulaire avec débrayage instantané; 3° un ferme-porte indicateur; 4° un contrôleur indicateur pour coffre ou caisse; 5° un duplicateur classeur, etc. (Comité des arts économiques.)

M. *Adam* (Alexandre), président honoraire de la Chambre de commerce de Boulogne-sur-Mer, membre correspondant du Conseil de la Société, envoie un exemplaire de la Notice publiée en 1878 sur le port de Boulogne à l'occasion de l'Exposition.

M. *Lemoine* (F. F.), capitaine au long cours, officier des Messageries nationales, place Dauphine, 13, à Paris, envoie un cahier autographié de ses recherches sur un système de construction de paquebot, bateau-salon et canot assurant le sauvetage des passagers de l'équipage, sur un gouvernail de fortune et sur l'éclairage des navires. (Arts mécaniques.)

MM. *Darte* frères, faubourg Saint-Martin, 210, soumettent à l'examen de la Société des spécimens de décoration opérée sur porcelaine par des procédés d'impression en taille-douce et lithographie, or et couleur, qu'ils ont inventés.

Ces procédés sont actuellement du domaine public et ont complétement remplacé l'ancienne méthode à la main, pour tout ce qui concerne la décoration des services de table.

A l'appui de cette communication, MM. *Darte* frères présentent diverses assiettes de porcelaine décorée suivant leurs procédés, des mosaïques en terre cuite incrustée d'outre en outre, de diverses couleurs, avec ou sans émail, des peintures murales produites par des procédés spéciaux et qui ont donné lieu, dans leur nouveauté, à un Rapport très-favorable de la Société centrale des architectes. (Arts chimiques.)

M. le baron *Baude*, l'un des vice-présidents du Conseil, fait hommage de deux volumes in-4° reliés, des mémoires et documents publiés par la *Revue générale* mensuelle des chemins de fer en 1879, dont M. *Dunod* est l'éditeur. (Le *Bulletin* publiera un compte-rendu de cet ouvrage.)

M. *Bobierre* (Adolphe), correspondant du Conseil de la Société, à Nantes, fait hommage à la Société d'un Rapport sur les travaux du laboratoire de chimie agricole de la Loire-Inférieure en 1879.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. le Dr *Quesneville* fait hommage à la Société d'un exemplaire de la Biographie de M. *Dumas*, par *Hofmann* (A. W.), traduite en français pour le *Moniteur scientifique*. Édition de luxe, enrichie d'un magnifique portrait in-4°.

M. *Thirion* (Ch.), ingénieur civil envoie un exemplaire d'un ouvrage qu'il vient de publier sous le titre de *Carnet de l'inventeur et du breveté*. (Comité du commerce.)

La *Société royale de la Nouvelle-Galle du Sud* envoie le Journal de ses procès-verbaux, un Rapport sur la situation des écoles publiques en 1878 et le Rapport annuel du département des mines pour 1877.

M. *Casalonga* (D. A.), envoie un exemplaire de son mémoire sur l'Exposition universelle de 1878.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Réduction de l'impôt sur le sucre.* — M. *Lavollée* présente, au nom du Comité de l'agriculture et du commerce, un Rapport relatif à la réduction de l'impôt du sucre demandée par les fabricants du Nord.

Le rapporteur propose de demander instamment que la taxe de consommation des sucres soit réduite à 25 francs, et que cette réduction soit immédiate.

Les conclusions de ce rapport, mises aux voix, sont adoptées par le Conseil. (Voy. plus haut, p. 285.)

Nickel malléable. — M. *Troost* fait, au nom du Comité des arts chimiques, un Rapport sur le nickel malléable, présenté par MM. *Gaspard* et *Belle*, 62, rue Saintonge, à Paris.

Le Comité des arts chimiques propose de remercier MM. *Gaspard* et *Belle* de leur intéressante communication et de voter l'insertion du Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions mises aux voix sont adoptées par le Conseil.

M. *le Président*, pour compléter les intéressants détails contenus dans le Rapport du Comité des arts chimiques, ajoute qu'il a eu occasion de soumettre ce métal malléable à un genre particulier d'analyse qui peut rendre des services aux chimistes, et qui est remarquable par la netteté et la précision de ses résultats.

En chauffant des lames de ce nickel au rouge-vif presque blanc jusqu'à atteindre le ramollissement de la porcelaine, dans une cornue de porcelaine dans laquelle on maintient le vide au moyen des appareils de physique connus, le nickel se dépouille d'abord de tous les gaz qu'il contient, hydrogène, hydrogènes carbonés divers et autres gaz, qui représentent environ deux fois le volume du métal. Il abandonne ensuite tous les métaux volatils qu'il contient et qui viennent se déposer dans le col de la cornue en une pellicule métallique brillante qu'on peut recueillir, et sur laquelle on peut faire toutes les déterminations et dosages nécessaires.

Le résultat de cette expérience est d'une netteté complète. D'une part on a du nickel aussi pur qu'on peut le désirer, et on constate un point important, c'est qu'il n'a rien perdu de sa malléabilité; d'autre part, on trouve que la pellicule brillante, produite par le dépôt des métaux volatils, se compose uniquement de zinc. Les fabricants

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui préparent le nickel malléable sembleraient donc s'être bornés, dans la pratique, à l'emploi du zinc pour obtenir l'effet qu'ils voulaient atteindre.

Remise à l'heure télégraphique des horloges. — M. le comte *du Moncel* fait, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur le système de remise à l'heure des horloges publiques de M. *Fenon* (57, quai de Valmy).

Le Comité des arts économiques propose que des remercîments soient adressés à M. *Fenon* pour son ingénieuse invention, et que le présent rapport soit inséré au *Bulletin* avec les dessins des appareils.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil.

Séance du 11 *juin* 1880.

Présidence de M. Dumas, président.

Correspondance. — M. *Desgranchamps* (Edouard), sous-chef des ateliers de Paris-Lyon-Méditerrannée, ancien boursier de la Société d'Encouragement à l'École nationale des Arts-et-Métiers d'Angers, rue du Charolais, n° 1, Paris, présente les divers perfectionnements qu'il a apportés aux machines à fraiser. (Arts mécaniques.)

M. *Bizot*, rue de Chantraine, à Épinal, a inventé un nouveau tiroir simplifié pour détente variable, applicable à toutes les machines à vapeur. Il demande que la Société lui accorde un secours pour la première annuité du brevet à prendre. (Arts mécaniques.)

Nomination de membre perpétuel. — M. *Betz-Penot*, plusieurs fois lauréat de la Société et l'un de ses plus anciens membres, demande à être nommé membre perpétuel.

La formalité du versement prescrit ayant été remplie par M. *Betz-Penot*, sa nomination, mise aux voix, est votée par le Conseil.

Rapports des comités. — *Essai des huiles.* — M. *de Luynes* fait, au nom du Comité des arts économiques, un Rapport sur l'*aréomètre thermique* à indications concordantes, pour l'essai des huiles, de M. *Pinchon*, pharmacien et professeur de chimie à la Société industrielle d'Elbeuf.

Le Comité propose de remercier M. *Pinchon* de son intéressante communication et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin*.

Appareil télégraphique à cadran. — M. le colonel *Sebert* fait, au nom du Comité des Arts économiques, un Rapport sur le télégraphe à cadran-imprimeur de M. *Chambrier*, contrôleur des lignes télégraphiques à Charleville.

Le Comité propose de remercier M. *Chambrier* de la présentation qu'il a faite, et d'autoriser l'insertion du présent Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Fabrication des bougies. — M. *Aimé Girard* fait un Rapport au nom du Comité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des arts chimiques sur les machines à couler les bougies de M. *Paul Morane* aîné, ingénieur-mécanicien, rue du Banquier, 10, à Paris.

Le Comité propose d'insérer le présent Rapport dans le *Bulletin* et en y joignant une description et les dessins des machines construites par M. *Paul Morane*.

Ces conclusions mises aux voix sont adoptées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *De l'unification de l'heure.* — M. *Collin*, fabricant d'horloges, rue Montmartre, 118, fait une communication sur les moyens qu'il propose pour opérer l'unification de l'heure à Paris et dans toute la France.

En voici un extrait :

Avant d'aborder son sujet, M. *Collin* dit un mot du réglage qu'il a imaginé. A l'aide d'organes très-simples, il fait en sorte qu'une horloge-type, reliée électriquement avec une horloge à régler, arrête la roue d'échappement de cette dernière. Pendant cet arrêt qui ne dure que très-peu de temps, le balancier de l'horloge à régler bat à blanc. Bientôt après, et quand l'horloge à régler qui avançait quelque peu, se trouve à l'heure exacte de l'horloge-type, celle-ci met en liberté la roue d'échappement de l'horloge à régler, qui reprend sa marche jusqu'à ce qu'intervienne une nouvelle remise à l'heure : les remises à l'heure pouvant avoir lieu toutes les heures, ou toutes les six heures, ou même toutes les vingt-quatre heures.

M. *Collin* conserve à toutes les horloges leur existence propre, de façon qu'en cas de défaut de transmission électrique faisant manquer le réglage, elles puissent néanmoins continuer à donner l'heure, à sonner, à rendre en un mot les services que le public attend d'elles, juqu'à ce que le réglage se rétablisse et corrige les erreurs qui se sont accumulées.

Ce système intermittent fonctionne à Paris et à Roubaix où, notamment dans divers établissements publics, depuis plusieurs années, toutes les horloges de la ville et celles de certains particuliers sont réglées par son système.

Les bases du système de M. *Collin* pour l'unification de l'heure sont les suivantes :

1° Emploi, pour les transmissions électriques produisant les remises à l'heure, des lignes télégraphiques ou des lignes téléphoniques ;

2° Emploi des horloges ou pendules existantes, quelle qu'en soit la qualité.

Voici maintenant comment on pourra et devra procéder.

A l'observatoire de Paris se trouvent les garde-temps; à côté d'eux se placeront les régulateurs-types, les têtes de ligne de l'unification de l'heure. Ces régulateurs-types, pièces de précision, seront munis de tous les contacts électriques. Ils auront pour fonction de régler les centres horaires. Les centres horaires pourront être de deux sortes : ou ils seront réglés par les régulateurs-types à chaque seconde, par la synchronisation des oscillations de leurs pendules, ou ils seront, conformément à l'opinion de l'auteur, indépendants des régulateurs-types et seulement remis à l'heure par eux toutes les heures, toutes les six heures, toutes les douze heures ou même toutes les vingt-quatre heures, de façon à être toujours d'accord, à très-peu près, avec les régulateurs-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

types. Les centres horaires auront la mission de donner l'heure au public exactement à la seconde et de remettre périodiquement à l'heure les horloges qui leur seront rattachées.

L'application à Paris serait celle-ci :

L'un des régulateurs-type de l'Observatoire réglerait l'heure d'un centre horaire principal placé à l'Hôtel-de-Ville, et ce, si l'on veut, au moyen d'un fil spécial ou d'une ligne spéciale. Le centre horaire de l'Hôtel-de-Ville prendrait le rôle de régulateur-type à l'égard de vingt centres horaires moins importants, mais bien établis, qui auraient leur siége aux vingt mairies. On se servirait des fils déjà existants entre l'Hôtel-de-Ville et les vingt mairies. Au besoin, les horloges publiques des mairies pourraient tenir lieu de centres horaires. M. *Collin* vient de disposer l'horloge de la mairie du XVI[e] arrondissement selon son système, de façon qu'elle puisse jouer au besoin le rôle de centre horaire. En outre, un centre horaire principal et très-important, placé rue de Grenelle, à l'administration centrale des télégraphes, enverrait l'heure aux centres horaires établis dans les divers bureaux télégraphiques de Paris. Les divers centres horaires secondaires, périodiquement remis à l'heure au moyen des fils existants, seraient eux-mêmes chargés de remettre à l'heure les divers horloges ou pendules qu'on voudrait y rattacher, et alors l'unification de l'heure serait faite à Paris et sans grands frais.

A l'administration centrale des télégraphes, rue de Grenelle, où toutes les lignes télégraphiques viennent aboutir, on établirait un deuxième centre horaire qu'on pourrait appeler : Le *Centre horaire de la France.* Comme les autres, il serait réglé par l'un des régulateurs-types de l'Observatoire. Ce centre horaire principal enverrait l'heure dans toutes les directions.

Les régulateurs qui existent actuellement dans ces stations pourraient être disposés de façon à remettre à l'heure les horloges qu'on y rattacherait, en sorte que l'heure des horloges des villes voisines serait unifiée. Il suffirait, pour envoyer l'heure de Paris aux centres horaires des départements, de choisir les heures de nuit, afin de ne pas interrompre le service télégraphique. Les fils existent, on peut les emprunter ; le personnel du télégraphe est tout prêt.

M. *Collin* fait remarquer que depuis dix ans il propose cette application.

A Roubaix, les fils posés par M. *Collin* dans la ville, il y a quatre ans (1876), n'ont pas seulement été établis pour unifier l'heure des horloges, mais aussi pour relier électriquement l'Hôtel-de-Ville avec les postes de police, et, aussi, pour servir à ses signaux d'incendie brevetés en 1876, et déjà appliqués à Paris, au grand Opéra.

L'auteur satisfait, au moyen de ce qu'il appelle ses signaux automatiques, ceux qui veulent l'heure avec une grande précision. Ces signaux automatiques permettront de constater, avec l'exactitude la plus absolue, la différence entre l'heure de l'Observatoire de Paris et celle que marqueront les régulateurs de précision auxquels on les aura adaptés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A une heure convenue, heure de Paris, une aiguille de seconde, qui d'ordinaire est cachée par l'aiguille de seconde du régulateur, s'arrête et reste stationnaire pendant cinq secondes, tandis que l'aiguille de seconde du régulateur continue sa marche. Ces cinq secondes suffisent pour que la différence entre l'Observatoire de Paris et le régulateur soit constatée. Au bout de cinq secondes, l'aiguille-signal rattrape subitement l'autre aiguille, et reste de nouveau cachée jusqu'au signal suivant.

M. *Collin* présente, en outre, deux centres horaires de son invention, qu'il peut être utile de comparer l'un à l'autre. Le premier doit être soumis à un courant électrique assurant le synchronisme des oscillations de son pendule avec les oscillations du régulateur-type de l'Observatoire.

On remarquera qu'il donne l'heure, la minute et la seconde sur les deux faces, et qu'il peut régler les horloges toutes les heures ou toutes les douze heures seulement. La disposition particulière du châssis est aussi à signaler ; elle permet d'effectuer sur le pendule toutes les opérations de réglage possibles, sans avoir besoin de recourir à aucun poids additionnel, et sans faire varier la distance entre le fer doux et l'électro-aimant.

Le second centre horaire est disposé pour être indépendant du régulateur-type, sauf au moment des remises à l'heure, qui doivent avoir lieu toutes les heures.

M. *Collin* présente encore :

1° Une horloge de clocher de fortes dimensions, où il a établi, outre son premier système de remise à l'heure de 1866, diverses dispositions permettant le réglage à l'avance et au retard (brevets plus récents) ;

2° Un mouvement de pendule ;

3° Deux mouvements de régulateurs de kiosques de voitures de place, où se trouve son nouveau système de réglage à l'avance et au retard, avec cônes d'entraînement ;

Enfin 4° un spécimen de son signal automatique.

Les appareils de M. *Collin* sont renvoyés à l'examen du comité des arts économiques.

Séance du 25 *juin* 1880.

Présidence de M. Dumas, président.

Nécrologie. — M. le *Président* annonce avec une émotion que le Conseil partage, la mort inattendue de M. *Lissajous*, membre du Conseil, naguère recteur de l'Académie de Besançon.

En attendant que le *Bulletin* publie une notice biographique détaillée, M. le *Président* rappelle les beaux travaux sur l'acoustique que la science doit à M. *Lissajous*, ainsi que les remarquables expériences qu'il a faites autrefois devant la Société et qui ont été publiées dans les journaux scientifiques de tous les pays sous le titre de *courbes de Lissajous*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Conseil de la Société perd, en M. *Lissajous,* un collaborateur précieux et la science un de ses représentants les plus autorisés.

Correspondance. — M. *Petit* (Émile), ingénieur des arts et manufactures, à la papeterie de Villeret-sur-Loire, adresse une réclamation de priorité au sujet d'un moyen de conserver les liquides à l'abri du contact de l'air en employant des récipients à capacité variable, moyen présenté par M. *Puiraveau* dans la séance du 9 avril 1880. Comme preuve à l'appui, M. *Petit* indique qu'il y a dix ans au moins, il a construit des appareils de ce genre, les uns à capacité extérieure mobile et les autres à capacité intérieure variable. (Comité de l'agriculture.)

M. *Anthoni* (G.), constructeur-mécanicien, rue Fouquet, 38, à Levallois-Perret (Seine), adresse sa brochure sur la carrosserie à l'Exposition universelle de 1878.

M. *Lacroze* (Jules), ingénieur civil, rue de la Chaussée-d'Antin, 8, à Paris, présente un mémoire sur un système entièrement métallique de voie de chemin de fer ou de tramway, dans lequel les traverses et les attaches forment avec le rail un assemblage par encastrement. (Arts mécaniques.)

M. *Varengue,* cultivateur, demande que les économistes français fassent une enquête pour déterminer la quantité de terre cultivable non utilisée et le nombre d'habitants valides disponibles. (Comité de commerce.)

M. *Purper* (L.), rue Turbigo, 45, à Paris, soumet à l'examen de la Société un mécanisme nouveau de son invention pour moulins à vent. (Arts mécaniques.)

Rapports des comités. — *Vinaigrerie.* — M. *Troost* lit, au nom du comité des arts chimiques, un Rapport sur le procédé de fabrication du vinaigre de M. *Michaelis*, importé en France par M. *Barbe,* ingénieur civil, boulevard Voltaire, 156.

Le rapporteur conclut en demandant que des remerciements soient adressés à M. *Barbe* pour sa communication et que le rapport soit inséré au *Bulletin* avec le dessin des appareils.

Ces conclusions, mises aux voix, sont adoptées par le Conseil.

Communications. — *Teinture.* — M. *Grawitz* fait une nouvelle communication sur l'emploi dans la teinturerie des couleurs dérivées de l'alizarine. (Arts chimiques.)

Nomination de membres. — Par décision du Conseil, est nommé membre de la Société M. *Michaelis* (Frédéric), à Luxembourg (Grand-Duché).

Le Conseil se forme en comité secret.

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5. — 1880.
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A

Fig. 2.

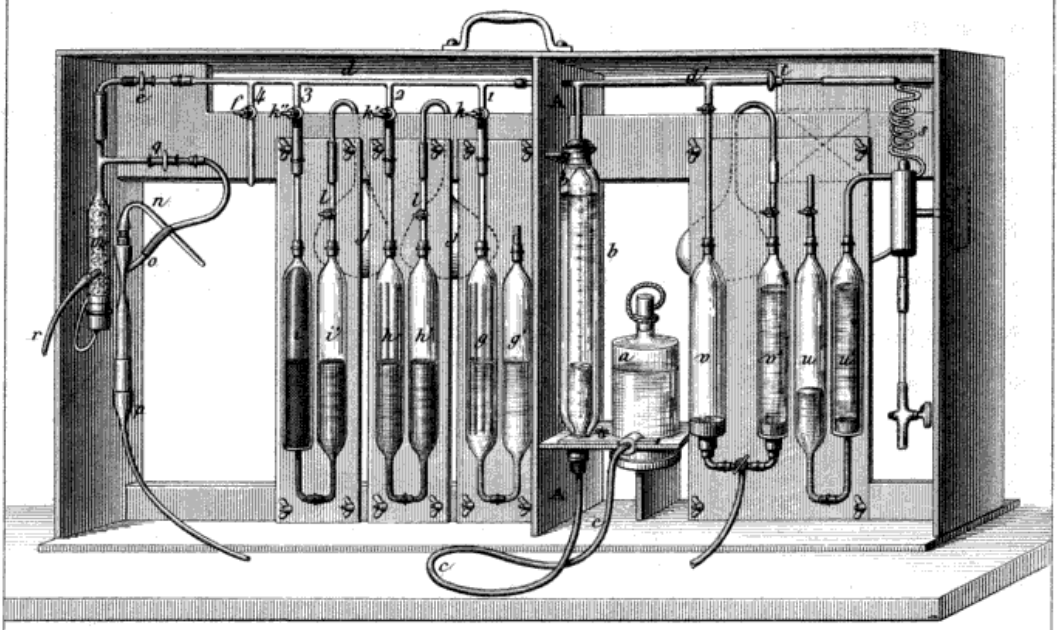
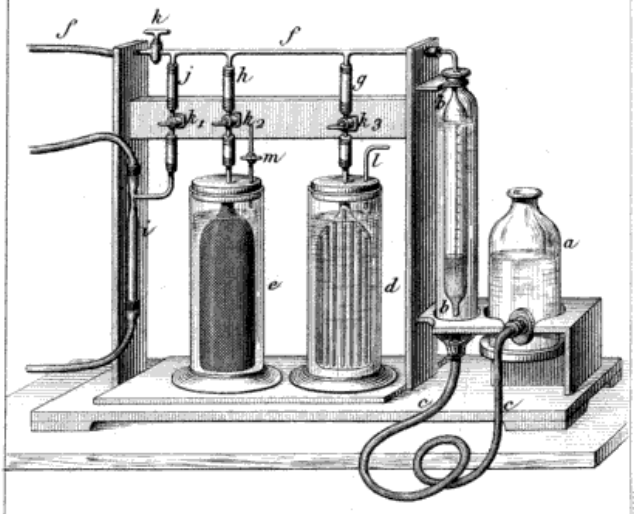


Fig. 1.

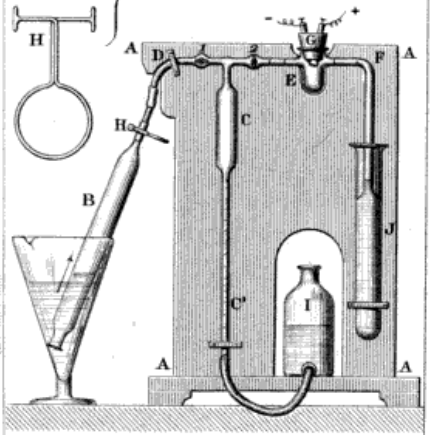


B

Fig. 4.



Fig. 3.



Echelle de 1/10 p^r les Fig. 1 et 2.

Echelle { *de 1/9 pour la Fig. 3.* / *de 1/3 pour la Fig. 4.*

Imp. R. Taneur, Paris. *Leblanc del. L. Chaumont et Bertrand sc.*

A. APPAREIL DESTINÉ À L'ANALYSE INDUSTRIELLE DES GAZ, PAR M. ORSAT.

B. APPAREIL POUR LA DÉTERMINATION RAPIDE DU GRISOU, PAR M. COQUILLON.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

79e année. Troisième série, tome VII. Juillet 1880.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

SÉANCE GÉNÉRALE DU 9 JUILLET 1880.

PRÉSIDENCE DE M. DUMAS,

MEMBRE DE L'ACADÉMIE FRANÇAISE,
SECRÉTAIRE PERPÉTUEL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale a procédé, le 9 juillet 1880, en séance générale, à la distribution des récompenses (prix et médailles) instituées par elle.

Le fauteuil de la présidence était occupé par M. Dumas, Président de la Société, membre de l'Académie française, Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences.

A ses côtés siégeaient MM. Ed. Becquerel, de l'Institut, l'un des Vice-Présidents; le comte de Mony-Colchen, conseiller-maître à la Cour des comptes, l'un des censeurs; Ch. de Laboulaye, l'un des secrétaires du Conseil, et Legrand, Président de la Commission des fonds.

La séance a été ouverte par un rapport de M. Legrand, sur la situation financière de la Société, embrassant les exercices 1876, 1877 et 1878, rapport suivi de celui de MM. les Censeurs, dont M. le comte de Mony-Colchen a donné lecture.

Des notices biographiques, sur deux anciens membres du Conseil, ont ensuite été lues, l'une par M. F. Le Blanc, membre du Comité des arts chimiques, sur M. De La Morinière; l'autre par M. Rousselle, membre du Comité des arts économiques, sur M. Homberg.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Puis les récompenses ont été distribuées dans l'ordre suivant :

Grand prix fondé par M. le marquis d'Argenteuil, décerné à M. Poitevin pour les progrès importants dont l'industrie de la photographie lui est redevable ;

Grande médaille des beaux-arts, à l'effigie de Jean Goujon, décernée à M. Charles Garnier, architecte, membre de l'Institut ;

Prix Elphège Baude, pour le matériel du génie civil et de l'architecture, décerné à M. Hersent, constructeur de grands travaux publics ;

Prix de 1,000 francs à M. de Bisschop pour un petit moteur destiné à un atelier de famille ;

Encouragement de 500 francs à M. G. Anthoni, ingénieur des arts et manufactures, pour ses recherches sur un moyen pratique d'amortir les secousses produites par les marteaux mécaniques (prix non décerné) ;

Prix de 1,000 francs à M. Camille Vincent, professeur de chimie à l'École centrale des arts et manufactures, pour l'utilisation des résidus de fabrique non encore employés ;

Encouragement de 1,000 francs à M. Jean-Abel Martin pour ses recherches sur un procédé rendant les tissus et les bois ininflammables (prix non décerné) ;

Médaille d'argent à M. Idrac, fabricant de parquets à Toulouse, pour ses recherches sur la dessiccation rapide des bois (prix non décerné) ;

Encouragement de 500 francs à M. Gœtz pour ses travaux relatifs aux prairies artificielles ;

Encouragement de 1,500 francs à M. Ch. Guillaume Petit, photographe à Paris, pour ses recherches sur un procédé permettant de transformer sans retouche un cliché photographique en une planche typographique (Prix non décerné ;

Enfin, médailles de différentes classes aux industriels, contre-maîtres et ouvriers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

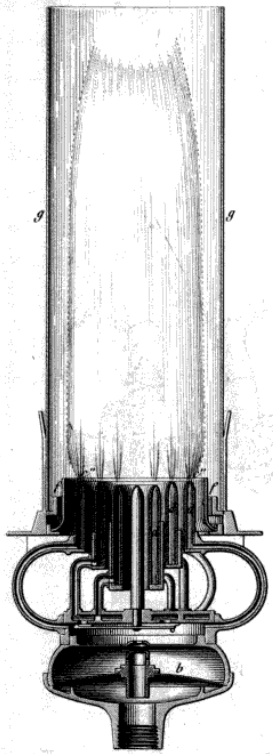


Fig. 2.

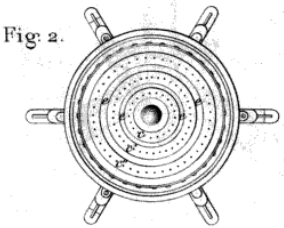


Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.

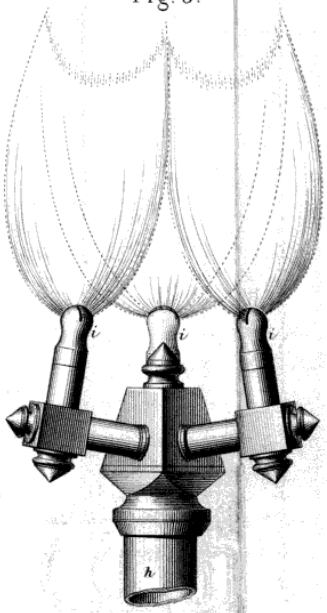


Fig. 6.

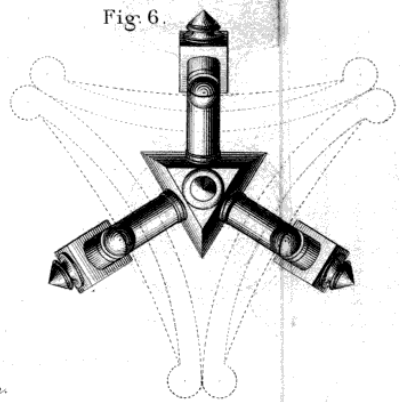


Fig. 7.

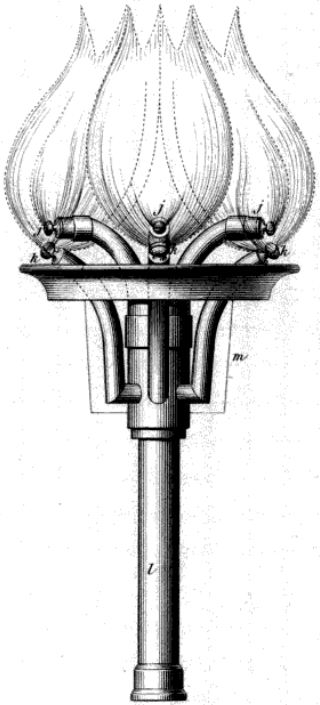


Fig. 8.

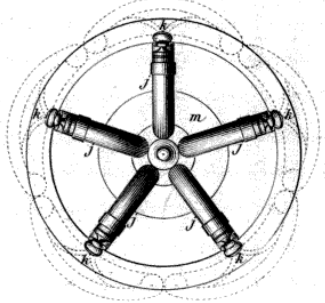


Fig. 9

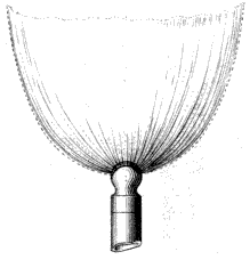
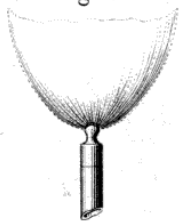
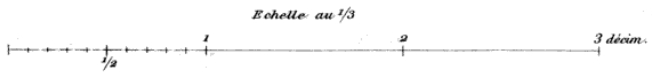


Fig. 10



Echelle au 1/3



Imp. R. Taneur, Paris.

Leblanc del. L. Chaumont et Bertrand sc.

BECS DE GAZ POUR LUMIÈRE DE GRANDE INTENSITÉ.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIOGRAPHIE.

NOTICE SUR DE LA MORINIÈRE (JEAN-FRANÇOIS-HENRI) INGÉNIEUR DE 1re CLASSE DE LA MARINE, MEMBRE HONORAIRE DU COMITÉ CONSULTATIF DES ARTS ET MANUFACTURES, ANCIEN MEMBRE DU COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES AU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, PAR M. FÉLIX LE BLANC, MEMBRE DU CONSEIL.

De La Morinière (Jean-François-Henri), est né à Meudon (Seine-et-Oise), le 13 décembre 1791. Laborieux et animé du désir de devenir, plus tard, le soutien de sa famille, dont les ressources étaient bien modestes, le jeune De La Morinière se livra avec ardeur à l'étude des mathématiques et fut admis à l'Ecole Polytechnique, avec le grade de sergent d'artillerie, le 28 septembre 1809. Il en sortit au bout de deux ans pour entrer comme élève dans le génie maritime.

A la fin de ses études d'élève ingénieur, il fut envoyé à Anvers, le 11 janvier 1813, l'année suivante au port de Toulon.

De juin à septembre 1815, il fut attaché, en qualité de lieutenant au 8e bataillon des ouvriers militaires de la marine, et fit la campagne de l'armée de la Loire.

Sous-ingénieur de 2e classe en 1816, il fut envoyé, dans cette même année, à Rochefort. En 1817, il fut embarqué sur un navire de l'Etat et fit plusieurs voyages maritimes, notamment à la Martinique, à bord de la frégate la *Bellone* et du vaisseau l'*Hector*. Nous le retrouvons directeur des travaux à Bayonne, en 1819 (1).

De bonne heure, se révélèrent chez De La Morinière le goût de la mécanique appliquée et les aptitudes, qui, en se développant, de plus en plus, lui permirent de rendre, plus tard, des services signalés dans les établissements divers, auxquels il fut attaché, ou qu'il dirigea.

Comme élève de l'École Polytechnique et du Génie maritime, il s'était familiarisé avec la théorie ; mais, pendant toute sa vie, il ne cessa de proclamer

(1) Les états de service ci-dessous ont été relevés aux archives du ministère de la Marine : Sous-ingénieur de 2e classe le 21 août 1816 ; sous-ingénieur de 1re classe le 15 janvier 1821 ; ingénieur de 2e classe le 10 août 1831 ; ingénieur de 1re classe le 29 avril 1838 ; chevalier de la Légion d'honneur le 26 avril 1831 ; officier du même ordre le 26 avril 1843 ; secrétaire du Conseil des travaux de la marine du 13 avril 1832 au 5 août 1834 ; directeur de l'établissement d'Indret du 26 mai 1839 au 27 mai 1840. (Extrait des *Archives du Ministère de la Marine.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'utilité de la prépondérance des études pratiques et de recommander une direction plus technique pour la carrière de l'ingénieur sorti des Ecoles du Gouvernement.

De bonne heure, il approfondit l'étude des machines à vapeur et se tint constamment au courant de leurs perfectionnements. Aussi, fut-il considéré par l'Administration de la marine, comme capable de rendre de grands services dans les diverses usines, où il fut détaché et, finalement, dans la direction de l'usine d'Indret, où il fut appelé en 1839.

Ce fut à cette époque que notre savant collègue, M. le vice-amiral Pâris, membre de l'Institut, eut l'occasion d'apprécier les mérites de l'habile directeur de l'usine d'Indret, pour la construction des navires à vapeur, lorsqu'il visita cet important établissement (1839-1840).

Avant d'avoir occupé cette position, De La Morinière avait été autorisé à diriger, en 1827, les forges de Charenton, après MM. Mamby et Wilson, et, en 1829, l'usine de Garchisy, près Fourchambault (Nièvre), où il eut pour collaborateur, M. Emile Martin.

Dans ces milieux qui convenaient à ses goûts, De La Morinière perfectionna encore des qualités qu'il mit bientôt au service de l'Administration de la marine.

En 1830, il fut nommé secrétaire du Conseil des travaux de la marine.

De 1833 à 1841, De La Morinière a appartenu au comité des arts mécaniques du Conseil de la Société d'encouragement. Il s'y est rendu très-utile, pendant le temps qu'il a passé à Paris, en raison de la variété de ses connaissances et de sa grande compétence dans les questions de mécanique pratique.

En 1841, après la mort de Savart, de l'Institut, le comité consultatif des arts et manufactures, au ministère de l'agriculture et du commerce, fit, auprès du ministre, une démarche, consignée dans une lettre des plus honorables pour celui qui en était l'objet, à l'effet d'obtenir la nomination de De La Morinière, comme membre de ce comité. Dans cette lettre, les signataires faisaient valoir que cette nomination permettrait de remplir une lacune, en amenant au comité un ingénieur capable de déterminer des bases certaines d'estimation, en matière d'importation de machines. Ils représentaient l'utilité de l'introduction dans le comité d'un collaborateur, possédant des connaissances pratiques très-étendues à l'égard de la composition, de l'exécution et de la valeur des machines de toute espèce. La haute honorabilité, l'indépendance de caractère de De La Morinière, promettaient au comité une judi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cieuse, mais sévère application des tarifs des objets importés, malgré les sollicitations de toute nature, si souvent importunes, des intéressés . Le comité terminait en rappelant que De La Morinière avait dirigé avec succès des usines importantes.

Il rappelait encore, que chargé de l'outillage des ports par le ministère de la marine, De La Morinière avait été placé à la tête de la grande usine d'Indret pour couronner sa carrière d'ingénieur.

Qu'on veuille bien me pardonner de m'être étendu sur l'analyse de ce document, émanant du comité et dont celui-ci s'empressa d'adresser une copie à son nouveau collègue, après sa nomination par le ministre. Ce choix ne tarda pas à être justifié, en raison de la part active et importante que De La Morinière prit aux travaux du comité. A cette époque, le comité était présidé par le baron Thénard, le célèbre chimiste. L'illustre successeur de Thénard à cette présidence, M. Chevreul (de l'Institut) a, aussi, rendu pleinement justice à son collègue De La Morinière qui n'a cessé de prendre part aux travaux du comité du 5 mai 1841 au 11 décembre 1864. La note ci-dessous (1)

---

(1) Quelques mots sur les attributions de ce comité, dont les travaux si utiles échappent presque complétement à la vue du public.

Le 24 ventôse, an XIII (15 mars 1804), le Ministre de l'Intérieur, Champagny, fit décider la création, au Ministère de l'Intérieur, « d'un comité, sous le titre de Bureau consultatif, chargé « d'examiner les découvertes nouvelles et, généralement, tout ce qui peut contribuer à l'amélio- « ration de nos manufactures. »

Ce bureau, composé de membres rétribués, était consultatif, seulement. Les premiers membres furent Molard, Conté et Montgolfier ; plus tard, Ampère fut adjoint comme secrétaire, puis remplacé, en 1810, par Thénard. Gay-Lussac y entra cette même année. Arago n'en fit partie qu'en 1829.

Depuis 1816, le comité avait pris le nom de *Comité consultatif des arts et manufactures*. Les lois du 6 mai 1841 et du 10 juin 1845, chargent le comité de déterminer la valeur des machines à vapeur pour prime d'exportation, de vérifier les déclarations de poids et mesures et les inventaires qui accompagnent les machines importées en France.

Dès la création du comité, les brevets d'invention lui furent soumis, afin de s'assurer s'il n'y avait pas déjà des brevets manifestement pris, sur la matière. Ainsi, la délivrance d'un brevet était précédée de la déclaration (après délibération du comité), que rien ne s'opposait à cette délivrance; en cas contraire, on avertissait le postulant que l'affaire n'était pas brevetable. Souvent des lois sont sorties des projets élaborés par le comité.

La loi du 1er juillet 1844 retira au comité l'examen officieux des brevets. La loi du 10 juillet 1845 attribua au comité l'examen des déclarations d'importation des machines, ce qui augmenta le chiffre des affaires à examiner.

Le décret du 20 mai 1857 a réorganisé le comité, réglé sa composition et ses attributions. C'est, au surplus, un simple développement de l'arrêté de 1804. Depuis un certain nombre d'années, le comité était passé dans les attributions du ministère de l'agriculture et du commerce.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et la date de l'entrée en fonctions, au comité, de l'honorable ingénieur feront aisément comprendre l'étendue des travaux auxquels il apportait, non seulement, une compétence reconnue, mais aussi une grande activité et un zèle consciencieux.

L'illustre président actuel, M. Chevreul, a bien voulu autoriser M. Paul Bérard, l'excellent secrétaire du comité, à communiquer à l'auteur de cette Notice les procès-verbaux des séances du comité de 1841 à 1864. Ces procès-verbaux témoignent de la part très-active prise par De La Morinière à ses travaux par la trace de ses nombreux et lumineux rapports. Les attributions du comité, relativement à l'examen des brevets, à cette époque, rendaient encore plus laborieuse la tâche des rapporteurs.

En 1844, De La Morinière fut nommé membre du jury des récompenses à l'Exposition universelle. Il fit partie de la 3e Commission des machines et fut rapporteur pour l'examen des machines-outils. Dans la 4e Commission, il a collaboré avec Savart, aux rapports sur les orgues.

En 1834, De La Morinière, sollicité d'accepter la direction de l'importante manufacture des glaces de Saint-Gobain, obtint un congé du ministre de la marine et remplit, de mai 1834 à Avril 1837, les fonctions de directeur de l'établissement précité. Cette direction était indépendante de celle de la belle fabrique de produits chimiques de Chauny, appartenant à la même société.

La bienveillance de l'illustre Guy-Lussac, conseil de la manufacture, ne fit pas défaut au nouveau directeur.

A cette époque, la fabrication des glaces à Saint-Gobain différait peu de celle qui est décrite dans l'encyclopédie méthodique.

L'auteur de cette Notice a eu le bonheur de passer, peu après sa sortie de l'école des mines, un mois chez De La Morinière, alors directeur de la manufacture, et l'accueil cordial qu'il a reçu, lui a permis d'apprécier beaucoup de modifications apportées par l'habile directeur dans l'usine et, particulièrement, dans le travail des machines.

Ainsi que le constate une adresse touchante des chefs de service et contremaîtres de la manufacture, présentée à De La Morinière, au moment où il quitta Saint-Gobain, entouré de l'estime et de la considération de toute la population, l'action du directeur s'est exercée d'une manière très-utile pour la manufacture.

Il sut établir une solidarité sympathique entre les divers employés, en vue du bien et de la confiance réciproque, si utile à la bonne gestion des affaires. La moralité des ouvriers laissait à désirer et, malgré la fermeté des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chefs de service, la discipline s'était relâchée. Quelques mois suffirent pour faire cesser cet état de choses et, généralement, il n'y eut ensuite que des éloges à donner aux ouvriers pour leur bonne conduite.

De La Morinière savait conduire les hommes ; il aimait la classe ouvrière et, sans la flatter, savait se concilier sa sympathie, en cherchant à élever son niveau moral.

Ainsi qu'il l'avait déjà fait dans d'autres établissements qu'il avait dirigés, il avait créé, dans la Manufacture, des cours de dessin, de calcul, de géométrie descriptive, etc., pour les jeunes ouvriers. Les enfants et les jeunes gens auxquels il donnait ses ingénieuses leçons, le soir, en ont profité avec reconnaissance et le succès a répondu aux efforts du maître, toujours pratique dans son enseignement. La digne compagne de sa vie, Madame De La Morinière, qui a survécu à son mari (1), le secondait dans la voie de la bienveillance et de la charité.

L'un des côtés de ce caractère si ferme, de cette probité rigide et exquise, chez De La Morinière, ne peut être passé sous silence. A une époque, où les préoccupations n'étaient pas, autant qu'aujourd'hui, dirigées vers le soulagement de la classe ouvrière, déshéritée de la fortune et de l'éducation, De La Morinière considérait comme un devoir de s'occuper de l'instruction, de la moralisation des ouvriers par le travail, avec une bienveillance et une sympathie qui lui gagnaient les cœurs. Les témoignages de reconnaissance ne lui firent pas défaut ; plus d'un ouvrier, qui avait profité de ses leçons, est devenu capable de remplir les fonctions de contre-maître. Les leçons du soir de ces jeunes élèves leur faisait aimer le travail du jour.

Quelques mots, maintenant, sur les perfectionnements introduits à Saint-Gobain dans le travail et la fabrication, par De La Morinière, de 1834 à 1837.

Sans doute, il s'est opéré, depuis, de nouvelles transformations, sous l'habile direction de MM. Biver. M. Pelouze, d'abord, succédant à Gay-Lussac, M. Frémy, ensuite, devenus conseils de la Société, ont exercé une influence très-utile, mais on ne saurait contester que De La Morinière ait laissé une trace sérieuse de son passage à la direction de la Manufacture.

La fabrication des glaces, restée stationnaire pendant près d'un siècle, fit, à partir de 1834, de notables progrès ; le travail fut moins abandonné au

(1) Elle a succombé à Saint-Gobain, depuis la lecture de cette notice.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hasard et le travail de l'affinage fut amélioré, au point de n'avoir plus de glaces néantes.

Le chauffage des cuvettes (qui, aujourd'hui, est transformé par l'emploi bien réglé des fours Siemens), fut amélioré. L'emploi du bois pour le chauffage des fours fut mieux réglé; des étuves furent construites pour la dessiccation préalable du bois. On *tréjetait* encore pour l'affinage, à cette époque, où l'emploi du sulfate de soude n'avait, d'ailleurs, pas encore remplacé celui du carbonate. Une installation mécanique rendit plus facile cette opération du *tréjetage*.

Avant 1835, la couleur des glaces, qui dépend en grande partie du sel de soude, entrant dans la composition, était très-variable. Le directeur de la soudière de Chauny, à cette époque, souvent préoccupé des marchés particuliers à remplir, pouvait difficilement fournir à Saint-Gobain des sels identiques. De La Morinière se décida à établir un atelier spécial pour le raffinage du carbonate de soude, destiné à la fabrication du verre à glaces. Depuis cette époque, la couleur des glaces s'est affaiblie et est restée uniforme.

Deux halles de travail furent reconstruites; on établit les nouveaux fours sur des principes nouveaux; de nouvelles *carcaises* furent construites; il fallut apporter de notables changements aux bâtiments. On appliqua, aux nouveaux ateliers, des cheminées, dont l'avantage fut de régler le feu et, en même temps, d'éviter la fumée, si nuisible à la fabrication des glaces.

De nouveaux charriots roulant sur rails furent appliqués au déplacement des tables de coulée des glaces. Pour le dressage des tables, De La Morinière employa une machine très-simple, de son invention, que Cavé adopta ensuite, pour raboter les tables qu'il fournit, plus tard, à la Manufacture.

Un atelier mécanique, une machine à embattre fut établie.

De La Morinière organisa, aussi, un atelier entièrement nouveau avec un moteur à vapeur, fonctionnant pour la première fois à Saint-Gobain et appliqué à la préparation des terres à pots, à briques, aux tines à malaxer les terres, à un tordoir d'un nouveau système, dont De La Morinière était l'inventeur, à des lapidaires pour le travail du verre coulé en moules, entre autres, les verres lenticulaires, à l'usage de la Marine, dont la forme ellipsoïdale était obtenue rigoureusement, au moyen de petites machines spéciales, non encore employées.

De nouvelles voitures, d'un dispositif mieux conçu, furent construites pour le transport des glaces à Chauny, où s'exécutent les derniers travaux de polissage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le système de fabrication mécanique des briques, breveté par De La Morinière, fut appliqué ; il fournissait, tous les 15 jours, 28 à 30 milliers de briques excellentes.

Lorsque De La Morinière quitta la Manufacture et reprit son service dans la Marine, en passant à la Direction de l'usine d'Indret en 1839, la substitution du sulfate au carbonate de soude était en voie d'essai avec chances de réussite.

On sait qu'aujourd'hui le carbonate de soude a été complètement remplacé par le sulfate. Les conditions de la réussite de cette substitution ont été parfaitement étudiées par M. Frémy, qui a fixé la proportion de charbon à ajouter au sulfate de soude et au sable blanc, pour la réaction qui s'accomplit conformément à l'équation :

$$2(NaO, SO^3) + 2SiO^2 + 4C = 2(NaO, SiO^2) + SO^2 + S + 4CO \quad (1)$$

Les expériences faites par M. Frémy, assisté par M. Henrivaux, chimiste de la Manufacture, aujourd'hui sous-directeur, ont parfaitement démontré la mise en liberté du soufre dans cette réaction.

On sait que la décomposition du sulfate de soude est réalisable par la silice seule, avec dégagement d'acide sulfureux et d'oxygène ; mais cette réaction n'a lieu qu'à une température très-élevée, dont les creusets auraient eu à souffrir. Aussi, les essais tentés, autrefois, dans cette voie, par Clément Désormes, n'avaient-ils pas réussi.

En 1844, De La Morinière fut admis, sur sa demande, à faire valoir ses droits à la retraite. Il cessa d'habiter Paris en 1865 et fut nommé membre honoraire du Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Rappelons qu'en 1847, feu Séguier (de l'Institut) a lu à l'Académie des sciences (t. XXV) plusieurs Mémoires sur les perfectionnements de la navigation à vapeur, et sur un bateau à vapeur d'un nouveau mode de construction, muni de roues à palettes d'une disposition particulière, etc., et qu'il a déclaré que ces travaux avaient été réalisés avec la collaboration de De La Morinière (2).

Déjà fort âgé, mais ayant, néanmoins, conservé ses facultés, il transféra,

---

(1) Dans l'équation ci-dessus, il n'est pas fait mention, pour abréger, de la présence du carbonate de chaux, dont la décomposition fournit la chaux entrant dans la composition du silicate double de chaux et de soude qui constitue le verre à glace.

(2) Mémoire publié à la librairie Bachelier (1848).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en 1868, son domicile à Saint-Gobain, où il dirigea lui-même la construction d'une habitation modeste, au milieu de cette population qu'il aimait et qui avait conservé respectueusement son souvenir. La croix de commandeur de la Légion d'honneur vint le trouver dans sa retraite. De La Morinière et sa compagne dévouée recevaient tous les ans, pendant quelques mois, leur fille et leur gendre (1).

Le 30 mars 1878, De La Morinière, souffrant depuis peu de temps, rendit le dernier soupir, assisté des soins de sa digne compagne et de sa fille, veuve depuis peu de mois. Il vit arriver sa fin avec la sérénité d'âme du philosophe et du chrétien. Conformément à ses dernières volontés, ses funérailles ont eu lieu avec la plus grande simplicité. A ses derniers moments, il avait prié le curé de Saint-Gobain d'adresser sur sa tombe quelques paroles d'affection et des conseils, qu'il jugeait utiles, à la bonne population ouvrière de Saint-Gobain.

En terminant, je crois remplir un devoir en remerciant le Bureau et le Conseil de m'avoir permis d'offrir un dernier témoignage de respect et d'affection à un ingénieur distingué et à un homme de bien.

BIOGRAPHIE.

NOTICE SUR M. E. HOMBERG, INSPECTEUR GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES, ANCIEN MEMBRE DU COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES AU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, PAR M. ROUSSELLE, MEMBRE DU CONSEIL.

Messieurs, je viens aussi vous parler de l'une des pertes que nous avons éprouvées, de M. Homberg qui, parmi les membres de la Société d'encouragement, était, sans nul doute, l'un de ceux qui avaient su mériter et obtenir le plus d'estime et de respect. Si la mort de M. Homberg a causé les plus vifs regrets à votre Conseil d'administration et plus spécialement au Comité des arts économiques dont il faisait partie, c'est que ses collègues appréciaient en lui, non seulement un grand savoir et une haute expérience, mais aussi une affabilité et une bienveillance tout à fait exceptionnelles. J'ose ajouter que, malgré l'extrême modestie de notre collègue, nous connaissions presque tous

(1) Charles Fèvre, retraité lieutenant-colonel d'état-major, fils de l'honorable inspecteur général des ponts et chaussées, qui avait fait partie de l'expédition d'Égypte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sa générosité inépuisable, sa charité ardente, son noble désintéressement. Ces belles vertus qui étaient rehaussées par une parfaite tolérance, par le respect des opinions d'autrui, nous les aimions chez M. Homberg; nous les admirions, sans espérer les égaler.

M. Homberg, né à Paris le 27 avril 1804, est entré à l'école polytechnique en 1824. Classé à sa sortie dans le Corps des ponts et chaussées, il fut, lorsqu'il quitta l'École spéciale, en 1831, envoyé en mission en Angleterre. Il put ainsi étudier la construction et l'exploitation des chemins de fer qui, même chez nos voisins, étaient alors à leur début. Rentré en France, notre collègue seconda Navier dans les expériences prescrites par le ministre des travaux publics pour constater l'effort du tirage des voitures suivant le mode de construction et suivant l'état des routes.

Nommé ingénieur du département de la Seine, il mena à bonne fin d'importants et utiles travaux et sut donner la preuve d'un courageux dévouement. L'épidémie cholérique sévissait, en 1832, avec une terrible intensité dans les quartiers bas de Grenelle, et il était reconnu nécessaire de faire disparaître, au moyen d'un écoulement souterrain, un redoutable foyer d'infection. Notre collègue fit construire un égoût de deux kilomètres de longueur. Sans cesse présent aux postes dangereux, il fut atteint par les premiers symptômes de la maladie sans que sa fermeté en fut ébranlée.

En 1846, après douze années d'excellents services, il devint ingénieur en chef et fut attaché à ce que l'on appelait alors le pavé de Paris. Plus tard et jusqu'en 1865, il occupa dans les services municipaux de notre grande capitale diverses situations qu'il serait trop long d'énumérer.

Les circonstances ont donc appelé M. Homberg à prendre une part importante à l'œuvre qui a été entreprise dans cette partie du XIX^e^ siècle et que l'on a justement appelée la *Transformation* de Paris, œuvre colossale, car les problèmes qui ont été posés et résolus comprenaient toutes les questions qui peuvent intéresser une vaste agglomération humaine. Permettez-moi d'insister sur ce point.

La plupart d'entre nous, Messieurs, ont peut-être oublié ce qu'était Paris en 1850. Malgré les efforts des administrations précédentes, la situation était peu brillante et ne se trouvait pas en rapport avec les nécessités que la création des chemins de fer avait fait surgir. La circulation des voitures et des piétons était fort difficile, car, en exceptant nos anciens boulevards et l'avenue des Champs-Elysées, aucune des voies magistrales, aujourd'hui si fréquentées, n'existait alors. La rue de Rivoli se heurtait contre la rue de Rohan. Dans la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

partie centrale de la ville, la circulation du nord au sud avait pour toutes ressources les rues Saint-Denis, Saint-Martin et du Temple sur la rive droite; les rues de la Harpe et Saint-Jacques sur la rive gauche.

Pour atteindre l'une quelconque de nos gares de chemins de fer, il fallait, aux prix de quelles peines et de quels retards, suivre un dédale de rues étroites.

Au point de vue de la salubrité, la situation n'était guère meilleure. Quelques égoûts avaient été construits ; mais ils ne pouvaient préserver les quartiers bas de la submersion par les pluies d'orage; leur profondeur dans le sol n'était pas suffisante pour permettre l'assèchement des caves. Ces égoûts ne recevaient que les eaux des voies publiques ; toutes les eaux ménagères étaient déversées dans les ruisseaux.

La distribution des eaux propres était pareillement très-incomplète. Le volume accordé chaque jour aux parisiens étaient de 114 000 mètres cubes, dont les 4/5 environ en eau de l'Ourcq.

On comptait 7 000 abonnés presque tous industriels, la distribution de l'eau dans les appartements étant à peu près inconnue et même très-redoutée.

Enfin les voies plantées étaient peu nombreuses et assez pauvrement soignées. Les jardins des Tuileries, du Luxembourg et du Muséum d'histoire naturelle, les Champs-Elysées dépourvus alors de fleurs et de gazons et médiocrement sûrs constituaient les seuls promenoirs ouverts aux enfants.

Le programme de 1850 a été, vous le savez, Messieurs, conçu avec une ampleur de vues tout à fait remarquable ; il a été exécuté avec la plus énergique persistance.

Sous l'habile et vigoureuse direction de M. le baron Haussmann, secondé et contrôlé par un Conseil municipal dans les rangs duquel on comptait des représentants distingués de la grande industrie parisienne, de la science, de la magistrature et du barreau et qui a eu l'honneur d'avoir longtemps à sa tête notre illustre président, tous les agents de l'édilité de Paris ont rivalisé de zèle.

Je serais entraîné trop loin, si je vous parlais des difficultés vaincues, des résultats obtenus. Qu'il me suffise de rappeler que, lors de l'Exposition universelle de 1867, la ville de Paris a pu exposer, non sans une certaine fierté, des cartes contenant la comparaison de l'état du moment avec celui de 1850. Voici sommairement ce qui en ressortait :

On avait augmenté de près d'un tiers l'étendue superficielle de la voie publique ; ouvert 14 boulevards, 13 avenues, plus de 15 voies magistrales telles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que les rues de Rivoli, Lafayette, de Châteaudun, etc., créé de nouveaux quartiers à Chaillot et près du parc Monceau.

Le nombre des arbres avait été doublé; les bois de Boulogne et de Vincennes transformés; les parcs de Monceau, des Buttes-Chaumont, de Montsouris, ainsi que de nombreux squares répartis dans toute la ville et ayant ensemble une surface de 95 hectares, avaient été livrés aux promeneurs.

Le réseau des égoûts s'était accru de près de 500 kilomètres, dont 20 kilomètres de grands collecteurs rejetant en dehors de Paris les immondices qui souillaient autrefois la Seine au cœur même de la ville. Les eaux ménagères avaient été presque partout évacuées souterrainement.

Le volume de l'eau pure distribuée avait été porté à 300 000 mètres cubes, au moyen de l'adduction des eaux dérivées aux sources de la Dhuis et de la Vanne ; de vastes réservoirs avaient été construits ; plusieurs machines élévatoires installées, afin de puiser dans la Seine et dans la Marne ce qu'elles pouvaient fournir. La distribution d'une eau pure et limpide, dans les habitations, avait ainsi été rendue facile et devenait la règle au lieu de l'exception.

L'éclairage public avait obtenu un développement égal.

On avait édifié en outre ou reconstruit 15 grands ponts, 17 églises ou temples, 24 établissements hospitaliers, 160 collèges ou maisons scolaires, 9 mairies et 5 théâtres.

Cette énumération rapide et nécessairement incomplète suffit pour montrer la colossale étendue de l'opération entreprise. L'on voit qu'aucun des grands intérêts de notre capitale n'a été négligé. Si une part importante a été faite au bien-être et même au luxe (et nous ne saurions nous en plaindre nous qui en jouissons aujourd'hui), l'on a songé aussi aux intérêts moraux, à ce qui élève l'esprit, soit par l'étude, soit par les séductions de l'art.

L'œuvre a été féconde, puisque la population de Paris s'accroît incessamment. Quant à son utilité, elle est d'autant moins à démontrer que nous assistons aujourd'hui à la poursuite du même but, à la continuation des mêmes efforts.

L'Administration actuelle termine plusieurs travaux laissés inachevés; elle complète l'assainissement de notre cité; elle va augmenter encore la distribution des eaux. Ai-je besoin d'ajouter que ce ne sont pas là ses seules préoccupations, et qu'elle s'efforce de multiplier, avec une véritable largesse, les établissements scolaires, afin que l'instruction élémentaire et professionnelle ne soit refusée à aucun des enfants de la capitale de la France.

M. Homberg, Messieurs, a été l'un des plus utiles et des plus dévoués col-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

laborateurs des ingénieurs éminents qui ont dirigé la transformation de Paris. A côté de Darcy, de Dupuit, de Michal, de Belgrand et de M. Alphand qui continue encore brillamment les travaux si bien commencés, notre collègue a concouru à de nombreuses opérations de voirie et d'asssainissement. Veillant à la rédaction des projets, à l'application scrupuleuse des règles d'une bonne administration et d'une exacte comptabilité, il s'est montré, pour les ingénieurs qui travaillaient sous ses ordres, un guide sûr et un modérateur prudent.

M. Homberg était inspecteur général des ponts et chaussées depuis 1865, lorsqu'il est entré à la Société d'encouragement. En 1869, vos suffrages l'ont appelé au Conseil d'administration et il a été placé dans le Comité des Arts économiques. Il a mis au service de notre Société, non seulement des connaissances variées et étendues, mais aussi l'attention la plus consciencieuse et la plus patiente bienveillance. Il ne décourageait jamais un inventeur et savait, au besoin, donner de bons conseils et des indications utiles.

Vous n'avez pas oublié les importantes communications qu'il vous a faites : en 1867, sur les voies publiques de Paris; en 1872, sur l'asphalte et ses applications aux travaux publics. J'abuserais de votre attention si je citais les nombreux rapports lus dans vos séances, rapports toujours clairs, précis et parfaitement étudiés.

Lorsque la création de la rue de Rennes a obligé la Société d'encouragement à reconstruire son hôtel, M. Homberg a fait partie avec MM. Baude, de Laboulaye et Paliard, de la Commission qui a été chargée de discuter les projets et de suivre l'exécution des travaux. La tâche imposée à nos honorables collègues ne laissait pas que d'être difficile. Il fallait satisfaire à toutes les convenances, assurer les besoins du présent, prévoir ceux de l'avenir; il fallait aussi, et cela était d'une importance majeure, ménager les finances de la Société afin que ses ressources ne fussent pas détournées de leur véritable destination. M. Homberg apporta dans l'examen de ces questions complexes le bon esprit auquel il vous avait habitué, et son concours fut aussi utile que dévoué.

Marié à Mlle Lamandé, petite fille et fille d'ingénieurs qui ont illustré le corps des ponts et chaussées, M. Homberg devint le chef aimé et vénéré d'une très-nombreuse famille. Il sut inspirer à tous ses enfants l'amour du bien et le sentiment profond du devoir. Ses fils et petits-fils ont suivi ses excellents exemples et continué ses nobles traditions dans la magistrature, dans l'armée et dans l'administration.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les fatigues et les douleurs, qui l'accablaient en 1870 et 1871, altérèrent sa santé déjà chancelante, et il eut à lutter pendant de longues années contre la maladie. Après de cruelles souffrances qu'il supporta sans faiblesse ni découragement, il succomba le 24 août 1876 dans les sentiments de la plus touchante résignation chrétienne.

Telle fut, Messieurs, la vie de M. Homberg entièrement consacrée à l'accomplissement des plus hauts devoirs, à la recherche de ce qui est vrai, bon et utile, à l'assistance du prochain. La mémoire de cet homme de bien vivra dans les souvenirs de tous ceux qui l'ont connu ; elle restera gravée, je n'en doute pas, dans le cœur de ses anciens collègues de la Société d'encouragement.

GRAND PRIX D'ARGENTEUIL.

RAPPORT SUR LE CONCOURS POUR LE GRAND PRIX FONDÉ PAR LE MARQUIS D'ARGENTEUIL, PAR M. DAVANNE.

(Prix de 12 000 francs.)

Messieurs, la Société d'encouragement décerne le grand prix du marquis d'Argenteuil à M. Alphonse Poitevin. Pour apprécier les titres de M. Poitevin à cette récompense élevée, il faut se rendre compte de ce mouvement d'expansion par lequel la photographie se rattache désormais aux grandes industries graphiques, leur apporte des méthodes nouvelles, devient non pas la rivale, mais l'auxiliaire des arts de l'impression sous leurs diverses formes, et pénètre ainsi dans presque toutes les branches des connaissances humaines ; il faut comprendre comment les études de ce savant chercheur ont été le point de départ et le point d'appui de ces progrès généraux.

Nous avons vu, au début, la photographie faire naître les espérances les plus légitimes. En effet, obtenir la représentation d'un objet par le reflet lumineux qui le rend visible, c'est saisir la vérité, c'est pour la science une immense conquête ; aussi, à ce moment, nous trouvons reliés aux recherches photographiques les noms de savants illustres, et peut-être les progrès eussent-ils été plus considérables si ce concours ne s'était pas ralenti.

Mais bientôt une application presque inespérée, due à ces recherches et à la découverte de moyens rapides, sembla s'emparer de toute la photographie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et la restreindre à une spécialité artistique, lucrative et relativement facile; photographie devint synonime de portrait. Alors le premier mouvement scientifique s'atténue; il semble que les savants s'écartent de ce nouveau-né qui, dès ses premiers pas, s'engage dans une voie pratique où ils n'ont pas à le suivre.

M. Poitevin cependant qui, dès 1842, avait tenté des essais pour arriver à des procédés de gravure photographique, n'abandonna pas ses recherches, et il les a continuées sans relâche pendant plus de trente ans, comprenant qu'au delà d'une application spéciale, il y avait de grands services à rendre.

La science et les arts avaient compté, en effet, sur une méthode de vulgarisation, qui leur a manqué lorsqu'il s'est agi de la mettre en œuvre. Dès les premiers essais faits pour substituer à la satisfaction intime d'avoir quelques épreuves, une production large pouvant servir à l'instruction de tous, on s'aperçut vite que les tirages d'épreuves purement photographiques étaient lents et capricieux, car la force qui leur donne naissance, la lumière, est elle-même inégale et capricieuse; ils étaient coûteux, car les produits employés, or et argent, sont les métaux les plus précieux; enfin, défaut plus capital encore, l'épreuve obtenue souvent à grande peine et à grands frais, n'avait aucune solidité; nous savons qu'à moins de soins minutieux, elle s'altère et s'efface en quelques années.

Donc, la photographie ne devait réaliser les espérances si légitimement conçues, que du jour où de nouvelles méthodes permettraient de s'affranchir des caprices de la lumière, de faire des épreuves solides et économiques, et elle ne pouvait prendre son importance réelle que si, cessant de se restreindre en elle-même, elle parvenait à se relier à ces grandes industries graphiques, qui répandent partout les éléments de l'étude et de l'instruction.

Aujourd'hui le problème est résolu. L'est-il dans les conditions telles que la photographie vienne remplacer les anciens moyens d'exécution, en donnant des résultats identiques? Non, les résultats diffèrent comme les méthodes qui leur donnent naissance; mais la photographie, par de nouveaux procédés de gravure, de typographie, de lithographie s'est alliée et non substituée à ces modes d'impression; elle a gardé, en outre, divers modes d'exécution où elle reste elle-même, tout en donnant des épreuves inaltérables; elle s'est donc affranchie des limites qui lui semblaient posées et ce progrès considérable, nous le devons, pour la majeure partie, aux études de M. Poitevin.

Parmi les inventions nombreuses qui ont valu successivement à M. Poitevin les encouragements si mérités de la Société (médaille de 500 fr. en 1848),

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ceux de la Société de photographie (le prix du duc d'Albert de Luynes), de nombreuses insertions dans les comptes-rendus de l'Académie des sciences et la croix de chevalier de la Légion d'honneur, à la suite de l'Exposition universelle de Londres en 1862, nous rappellerons principalement celles qui ont amené les applications les plus pratiques.

Une partie de ces études ont porté sur les propriétés nouvelles que prennent, sous l'influence de la lumière, certaines matières organiques comme l'albumine, la gélatine ou analogues, lorsqu'elles sont additionnées d'un bichromate soluble.

Dejà les travaux de Mungo Ponton, en 1838, ceux de M. Ed. Becquerel, en 1840, avaient appelé l'attention sur ces modifications. MM. Paul Pretsch et Fox Talbot avaient cherché à utiliser l'insolubilité de la gélatine bichromatée après son insolation ; mais ce fut M. Poitevin qui fit de ces réactions l'étude la plus complète, et chacune d'elles est devenue le point de départ d'applications importantes.

Il serait beaucoup trop long d'entrer dans les détails techniques nécessaires pour donner une explication de ces divers procédés ; je dois donc me borner à l'énumération des principaux, ainsi :

Puisque la gélatine, l'albumine ou autres subtances analogues, additionnées d'un bichromate alcalin, deviennent insolubles plus ou moins profondément et proportionnellement à la somme de lumière qui les a frappées, il suffit, dit M. Poitevin, d'incorporer à l'avance, dans ces substances, une matière colorante inerte quelconque (charbon, sanguine, sépia, etc., etc.). Ces couleurs restent emprisonnées dans la gélatine insolubilisée, en quantités proportionnelles à la lumière qui a traversé le cliché négatif, et l'on obtient ainsi des épreuves de la couleur choisie. Cette méthode donne la photographie dite *au charbon*, ou mieux aux matières colorantes inertes ; elle nous fournit des épreuves indélébiles pour les portraits, les vues, les dessins et facsimile de grands maîtres, etc.

Sur les indications du même inventeur, cette insolubilité partielle est utilisée d'une autre manière : après insolation du mélange bichromaté sensible sous un cliché de traits ou de points, la surface insolée est entièrement recouverte de noir d'impression, puis lavée ; les parties insolubles gardent le noir qui fait l'image ; les parties solubles, au contact de l'eau, se dissolvent et entraînent le noir inutile ; le résultat est une épreuve à l'encre grasse. Mais si, comme on le fait presque toujours, cette encre grasse est une encre de report, l'image peut être immédiatement reportée sur pierre ou sur zinc pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les procédés lithographiques ou typographiques, et cette méthode est fréquemment utilisée, concurremment avec les procédés au bitume de Judée, pour les travaux typographiques obtenus au moyen du *gillotage*.

Ce même mélange, employé en couches très-minces directement sur pierre, donnera, surtout pour les dessins de traits, les résultats de la lithographie ordinaire.

Si au contraire, on emploie sur une surface plane, glace ou métal, une couche relativement épaisse de gélatine bichromatée, cette couche devient lithographique sous l'influence de la lumière, c'est-à-dire qu'elle prend l'encre grasse et repousse l'eau là où elle a reçu l'impressiou lumineuse; au contraire, elle repousse l'encre et prend l'eau dans les parties non insolées, ce qui permet d'obtenir à l'encre grasse, par la presse lithographique, les modelés les plus délicats.

Nous venons de dire que la gélatine bichromatée, non insolée, absorbe l'eau comme la gélatine ordinaire, c'est-à-dire qu'elle gonfle et prend un relief relativement considérable, tandis que la gélatine insolée repousse l'eau et ne gonfle pas. On obtient donc ainsi, par l'action seule de la lumière, des reliefs et des creux proportionnels à son intensité, et M. Poitevin, par le moulage de ces reliefs photographiques, a produit des empreintes utilisables pour la gravure en creux ou en relief. Par ces mêmes moulages au moyen de matières céramiques, il a pu faire des lithophanies, ou encore, en remplissant les creux avec un émail vitrifiable légèrement teinté, il a obtenu au feu de moufle des images à teintes dégradées. Dans ce dernier ensemble de manipulations, on retrouve en germe un des procédés les plus curieux et les plus élégants de la photographie actuelle, la photoglyptie.

A ces travaux nous devons joindre des recherches sur l'emploi de la gélatine pour obtenir les clichés, sur la formation d'épreuves positives directes à la chambre noire, et beaucoup d'autres parmi lesquelles nous devons mentionner plus particulièrement l'étude des modifications que la lumière fait éprouver à un mélange de perchlorure de fer et d'acide tartrique.

Après avoir constaté que, sous l'influence de la lumière, le perchlorure de fer, ainsi mélangé, est ramené à l'état de protochlure, l'esprit sagace de M. Poitevin comprit de suite les applications de cette réaction.

Si on interpose un cliché photographique, cette réduction est proportionnelle à la lumière transmise; il se fait donc une épreuve, mais elle est à l'état latent. Le protochlorure de fer est plus hygrométrique que le perchlorure; il attire l'humidité ambiante, et il suffit de passer avec un blaireau une poudre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

colorée quelconque pour que le dessin soit accusé immédiatement avec une merveilleuse finesse.

Si on remplace la poudre colorée par une poudre d'émail, on a les éléments d'une épreuve vitrifiable.

Cette image, obtenue ainsi par le saupoudrage, peut être reportée par diverses méthodes sur papier, sur verre, sur bois, et donner une variété d'épreuves colorées, des émaux, des vitraux, des calques pour gravure, etc., etc.

Cette même tranformation du perchlorure de fer en protochlorure, si elle est suffisamment accentuée, est accusée par le cyanoferrure de potassium, qui ne colore plus les parties réduites; elle est la base du procédé de M. Pellet pour les copies de plans, procédé assez développé aujourd'hui pour que le papier préparé pour cet usage soit livré au commerce, en quantités dépassant plusieurs mille mètres par mois.

Ainsi, par ses études, M. Poitevin a créé la photographie dite au charbon ou matières colorantes diverses, puis, différentes méthodes pour faire les épreuves aux encres grasses, directes ou par report en lithographie et en typographie, les moulages pour céramique ou autres ; par les réactions des sels de fer, il a donné d'autres méthodes pour faire des images colorées, des émaux, des vitraux, des copies de plans, etc.

L'influence de ces travaux sur le progrès photographique a paru tellement importante, qu'à l'Exposition de 1878, M. Poitevin, non exposant, a été reclamé par les jurés de France, d'Autriche et de Russie, qui l'ont proclamé collaborateur des trois nations, et lui ont fait décerner un grand prix exceptionnel, le seul inscrit comme tel au catalogue. Nous avions l'espoir, qu'appuyés sur le réglement qui prévoyait, comme récompenses, des allocations pécuniaires souvent utiles et désirées, les jurés obtiendraient que ce grand prix exceptionnel fut traduit autrement que par la médaille d'or des autres grands prix. Cet espoir est allé rejoindre tant d'autres espérances évanouies de M. Poitevin.

Nous ne savons que trop, en effet, que celui qui se livre à son génie d'inventeur, oublie souvent les nécessités de l'existence et s'il récolte la gloire, presque toujours les fruits plus positifs de sa découverte sont recueillis par ceux qui ont su les cultiver. Cette amertume n'a pas manqué à M. Poitevin. Il a vu glisser de ses mains les profits d'inventions trop tôt venues, dont les applications, mûres aujourd'hui, sont fructueusement exploitées, alors que ses brevets sont depuis longtemps expirés.

Aussi ce n'est pas à une invention, ni à un inventeur que vous décernez

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aujourd'hui le grand prix du marquis d'Argenteuil, c'est au savant créateur d'un ensemble de méthodes qui se sont épanouies en une foule d'applications diverses, qui, par la lithographie, la gravure, la typographie, la photographie inaltérable, facilitent pour le profit de tous la vulgarisation des sciences et des arts.

C'est la haute récompense bien méritée de ses longs et utiles travaux, qui, en le faisant inscrire sur ces tablettes murales où la Société d'encouragement compte les noms illustres de ses précédents lauréats, lui assure à jamais une large part de gloire.

GRANDE MÉDAILLE DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS.

(MÉDAILLE DE JEAN GOUJON.)

RAPPORT FAIT AU NOM DU COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS SUR LES TITRES DE M. CHARLES GARNIER A LA GRANDE MÉDAILLE DE JEAN GOUJON, PAR M. ROSSIGNEUX.

Messieurs, votre rapporteur n'a nullement l'intention de vous faire suivre pas à pas la construction de l'Opéra pendant cette période relativement très-courte de quatorze ans qui a suffi à son achèvement, non plus qu'une critique raisonnée de cette œuvre capitale. Un volume n'y suffirait pas, et il lui faudrait plus de temps et d'espace qu'il ne lui en est laissé pour faire tenir même une simple description dans le cadre étroit d'un rapport. Il se bornera donc à résumer et à mettre en lumière, d'une manière aussi concise que possible, les causes déterminantes qui ont fixé votre choix.

Tout d'abord votre attention fut attirée par un sentiment de haute sympathie sur le caractère si honorable de l'artiste qui, fils de ses œuvres, ne devait qu'à lui-même, à son énergique volonté, à son travail persévérant, la grande autorité, la haute position qu'il occupe aujourd'hui à l'Académie et dans les arts ; ensuite, par les conditions mêmes qui l'avaient désigné, tout inconnu qu'il était alors, au choix du gouvernement pour mener à bonne fin cette vaste entreprise.

En effet, c'est à la suite d'un décret impérial, en date du 29 septembre 1860, déclarant d'utilité publique la construction d'une nouvelle salle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'Opéra sur un emplacement de forme et d'espace déterminés, qu'un concours fut ouvert le 29 décembre suivant sur un programme donné et qui n'accordait qu'un délai d'un mois pour l'exécution des plans et devis. Garnier se mit sur les rangs, les architectes les plus en renom se firent un honneur de prendre part à ce concours, et 171 projets, représentés par 700 dessins, attestèrent l'ardeur de la lutte.

Un premier examen fit rejeter 128 projets ; puis, successivement, les admissions furent réduites de 16 à 7, et, après ce dernier examen, le jury déclara qu'il n'y avait pas lieu d'accorder le grand prix.

Un nouveau concours se trouvait dès lors tout indiqué.

Le jury supprima encore deux projets, en exprimant le vœu que celui des cinq concurrents restants qui sortirait vainqueur de cette lutte suprême fût chargé, à titre de récompense, de l'exécution de l'édifice. Ces concurrents, tous gens de premier mérite, qui déjà avaient donné des preuves matérielles d'un talent incontestable et incontesté, étaient, en première ligne, M. Ginain, puis MM. Garnaud, Duc, Botrel, Crépinet, et enfin Garnier.

Les juges n'étaient rien moins que les membres, au grand complet, de la Section d'architecture de l'Académie des Beaux-Arts, auxquels furent adjoints quatre des membres les plus autorisés du Conseil général des bâtiments civils.

A la suite de ce concours définitif, le projet de Charles Garnier fut jugé tellement supérieur à ceux de ses concurrents, qu'il fut choisi à l'unanimité.

Tout aussitôt, Garnier se livra à l'étude des plans d'exécution ; mais, par un sentiment de modestie qui l'honore, il voulut soumettre au jugement du public et des critiques la conception de son œuvre avant qu'elle fût réalisée. Il exposa donc l'année suivante, au Palais de l'Industrie, un plan en relief du monument tel qu'il pensait devoir l'exécuter. Ce modèle, qui excita vivement la curiosité universelle, obtint un tel succès d'enthousiasme, que dès lors l'artiste n'eut plus à douter du succès de son entreprise.

Votre rapporteur, Messieurs, a voulu, en vous remettant en mémoire ces préliminaires, associer votre jugement à celui des personnages qui désignaient, pour ainsi dire, votre candidat d'aujourd'hui à la haute récompense dont vous le jugez digne.

L'œuvre est maintenant terminée. A-t-elle tenu toutes ses promesses? Le moment est-il venu de la juger définitivement?

Sur ces graves questions, votre rapporteur vous demandera la permission de garder le silence; car, ainsi que le dit si bien Caton l'ancien, « c'est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chose difficile que de faire comprendre aux hommes qui seront dans d'autres siècles, ce qui justifie notre vie. »

Ce qu'il y a de certain, ce qu'on peut affirmer dès à présent, c'est que cette œuvre, incontestablement grandiose, a été à son origine non moins violemment attaquée qu'elle a été vivement défendue ; et ce qui domine toute critique et tout éloge, c'est qu'elle trahit à première vue une conception puissante, aussi hardie que raisonnée. Elle reflète le génie même de l'artiste qui l'a conçue et on y retrouve partout, suivant la belle expression des poëtes, l'empreinte de la griffe du lion.

Il est bon de rappeler, du reste, qu'à de rares exceptions près, tous les monuments devenus célèbres ont eu le privilège d'exciter l'admiration et les dédains des contemporains ; pour ne citer qu'un exemple, Saint-Pierre de Rome lui-même n'a pu échapper à cette loi commune et, aujourd'hui encore, la grande ombre de Michel-Ange ne suffit pas à le mettre à l'abri des dénigrements.

La supériorité de l'architecte de l'Opéra s'est si bien imposée, son autorité a été telle, et tellement reconnue dans son entourage, que ses nombreux collaborateurs, qui cependant avaient été choisis parmi les individualités les plus puissantes dans les sciences, les arts et l'industrie, n'occupent juste que la place qui leur a été assignée pour concourir à la perfection de l'ensemble. Et ce n'est pas, croyez-le bien, un mince résultat : il suffira pour le prouver d'évoquer le souvenir de ce monument funèbre de bronze et de marbre qui consacre la mémoire d'un des hommes de guerre dont la France s'honore le plus, du général de Lamoricière. Le tombeau conçu très-correctement dans le style de la renaissance, est incontestablement l'œuvre d'un architecte de mérite et de conscience, et cependant elle se trouve complètement éclipsée par la pure et rayonnante figure de la Charité qui attache à tout jamais le nom du sculpteur Dubois à ce mausolée dans lequel il n'aurait dû occuper qu'un rang secondaire.

Une des qualités maîtresses de l'Opéra, celle dont on doit louer le plus Garnier, est d'avoir su lui imprimer sa physionomie propre, si bien qu'il serait impossible aux esprits les plus prévenus d'y voir autre chose qu'un théâtre et, qui plus est, un théâtre de musique et de danse. Et ce qui est non moins intéressant, c'est que les services intérieurs ont leur relief accusé à l'extérieur, de telle sorte qu'un peu d'attention suffit pour juger au dehors des nécessités du dedans, problème à coup sûr l'un des plus difficiles à résoudre pour ne pas troubler l'harmonie de l'ensemble et dont l'artiste s'est tiré avec un tel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bonheur qu'il peut être donné comme un des meilleurs exemples à suivre et à imiter.

Du reste, la supériorité du plan général de cet immense édifice n'a jamais été contestée; la critique n'a eu, en définitive, à s'exercer que sur des détails en quelque sorte secondaires; et maintenant que la passion du premier moment est apaisée, il ne reste plus à signaler que de légers défauts; encore faut-il les attribuer aux modifications qu'a dû subir ultérieurement l'agencement de la façade si parfaite dans le projet original. Votre rapporteur se hâte de vous les signaler pour vous faire toucher du doigt le peu d'influence qu'en somme ils exercent sur la majesté de l'ensemble.

L'attique manque évidemment de proportion, sa hauteur est trop grande; et ce défaut est rendu plus apparent encore par la facture un peu mince de son ornementation; par suite de cette élévation, qui a été nécessitée pour lutter de hauteur avec les édifices privés qui entourent la place trop étroite et mal mouvementée de l'Opéra, les frontons circulaires des deux extrémités de la façade perdent de leur effet et deviennent illogiques en s'adossant à la surface du mur qui les domine. Les masques du couronnement sont lourds. Les grands chapiteaux bien conçus, bien composés dans leur ensemble, pèchent un peu par la lourdeur des détails. Enfin les modillons placés dans les frontons circulaires sont à blamer. Puis, vous avez beau regarder, scruter, vous ne trouvez plus rien à reprendre. La Loggia surtout est un véritable chef-d'œuvre, et votre rapporteur n'en connaît aucune qui puisse lui être comparée.

Reste la décoration polychrome. C'est là affaire de goût et de couleur. Du goût et des couleurs, les anciens ont dit qu'il ne fallait pas disputer; tel n'est pas l'avis des modernes, chez lesquels la bile ne saurait être mise plus en mouvement que par le goût et la couleur.

La question n'est cependant pas nouvelle parmi nous : à chaque renouvellement dans les arts, correspondant aux ères de paix, de richesse et de prospérité de la France, l'imagination des artistes, architectes, peintres, sculpteurs, décorateurs, s'est toujours laissée séduire par les effets rêvés de la polychromie. Déjà au VII^e^ siècle, suivant du Sommerard, Saint-Didier, évêque d'Auxerre, orna la cathédrale de Saint-Etienne, qu'il avait mis dix-huit ans à construire, d'un dôme enrichi d'or et de mosaïque; deux édifices ainsi décorés furent élevés par son successeur; Autun possédait aussi un monument de ce genre. Malheureusement, il ne nous est rien resté de ces ouvrages. Ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il y a de certain, c'est qu'au x^e^ siècle, sous la puissante influence de Gerbert, la mosaïque, dont l'emploi n'a jamais été que très-restreint en France, disparait complètement pour faire place à la sculpture.

Ce n'est qu'à la suite des guerres d'Italie entreprises par Charles VIII et François I^er^, que le goût des marbres précieux, des mosaïques et des faïences émaillées reparaît, et, comme toujours, excite parmi les artistes français les plus vives controverses. — Philibert de Lorme, cet architecte si éminemment français, avec lequel Charles Garnier a plus d'un point de ressemblance, se prononça hardiment contre cette tendance. Les raisons qu'il en donne sont curieuses à méditer; car, tout en cédant dans une certaine mesure au goût du jour, à cette tendance qu'a « l'esprit de plusieurs François de mercurialiser en inconstance et mobilité », il trouve que ces sortes de décorations sont plus propres « en Espagne, en Italie et pays chauds, qu'en ce pays de France et « lieux septentrionaux. Et jaçoit que nous tirions vers les parties occiden- « tales, si est-ce que pour le voisinage du Septentrion, nous sommes sujects à « grandes froidures, qui nous durent quelquefois, je ne dirai quatre et cinq « mois; ainsi, après l'hyver, bien souvent tout le printemps et bonne partie « de l'esté, ainsi que nous le voyons cette présente année 1565, et l'avons « veu en plusieurs autres précédentes, signamment en l'année 1555, qui fut « toute entièrement froide et pluvieuse, laquelle chose causa que les vins y « furent si verds, qu'on n'en pouvait boire, et furent pour ce appelez Gin- « guets, dont le nom dure encore. Il sera donc très-bon et fort utile, de re- « garder en ce pays à quelle habitation on appliquera les marbres. »

Ne dirait-on pas ce passage écrit d'hier ? Comme l'abbé de Saint-Serge, son ancêtre en art, Charles Garnier, qui, lui aussi, fait des traités où il professe sa propre architecture, semble lui répondre comme à l'un de ses contemporains. La riposte est vive et la décoration polychrome pourrait bien en sortir victorieuse. En voici l'exorde :

« Oh ! là, c'est non seulement affaire de goût, mais surtout affaire de rou- « tine, et j'aurais bien du mal à ramener les gens, si déjà le temps n'était « mon auxiliaire. Il a rendu les tons de la façade moins éclatants, et il a « permis aux yeux de s'habituer à ce qui les choquait d'abord.

« Mais je ne veux pas profiter de ces avantages sur lesquels je comptais « du reste; j'aurais l'air de plaider les circonstances atténuantes et de dé- « fendre timidement les marbres et les ors, tandis, qu'au contraire mon in- « tention est de les glorifier. Je veux, si cela est possible, faire passer un peu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« de ma conviction dans l'esprit des autres, et montrer que Paris ne doit pas « être déshérité plus qu'Athènes ou Venise des charmes de la couleur et de « la richesse des marbres. »

Quel que soit le résultat de la lutte, nous devons savoir hautement gré à Garnier de l'avoir engagée; et, quand même son exemple ne serait pas suivi, quand même il ne porterait pas tous ses fruits, l'artiste n'en mériterait pas moins l'estime de tous les gens d'art et de goût pour avoir tenté et mené à bonne fin une entreprise où a échoué la volonté, toute-puissante cependant, de l'empereur Napoléon, qui, lui aussi, au retour de l'Italie, avait voulu doter la France de cet art magnifique si longtemps pratiqué en Égypte, en Grèce, en Italie, dans la Rome ancienne et moderne, dans tous ces pays qu'il avait traversés en vainqueur et dont il avait rêvé d'éclipser la gloire militaire, tout en s'appropriant le génie de leurs arts et de leurs industries.

Votre rapporteur croit devoir se borner maintenant à vous signaler les parties de l'édifice qui se recommandent par leur grande perfection d'art ou de construction.

Une des parties les plus intéressantes de l'Opéra, celle dont le public ne saurait juger, par cela seul qu'elle échappe à ses regards et à ses investigations, ce sont les *dessous* de cette vaste scène. La description suivante en est empruntée à M. Charles Nuitter, l'archiviste bien connu de l'Opéra.

« Dès le début de ces vastes travaux, on avait à lutter avec une des princi- « pales difficultés de l'entreprise. On savait que dans le sol on allait rencon- « trer les eaux. Il était toutefois impossible de prévoir l'abondance de la « nappe, sa hauteur, sa vitesse. Des constructions édifiées dans les environs « ne pouvaient fournir une base au calcul, car une partie des fondations du « nouvel Opéra devait être poussée à une profondeur exceptionnelle.

« Au nouvel Opéra, les dessous, construits en prévision des effets les plus « compliqués de la mise en scène, devaient permettre de faire disparaître « d'une seule pièce et sans brisure un décor haut de quinze mètres. Il fallait « donc, en ajoutant à ce chiffre la hauteur des constructions nécessaires pour « établir le sol des dessous, que l'ensemble fut porté à vingt mètres au-des- « sous du niveau de la scène, et, d'autre part, afin que le public n'eût pas « trop d'étages à monter, il convenait que ce niveau de la scène ne fut pas « trop élevé.

« C'est donc au milieu d'un sol envahi par les eaux qu'il fallait faire péné- « trer un ensemble de fondations, à la fois parfaitement solide, puisque cer- « taines parties devaient soutenir un poids de dix millions de kilogrammes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« et parfaitement asséché, puisque ces vastes sous-sols devaient abriter des « toiles, des bois couverts de peintures et de dorures et des agents mécaniques « multiples et délicats, sans que l'éclat des unes et la précision des autres « eussent à souffrir de l'humidité.

« Il est intéressant de faire connaître tout le système de constructions, en « partie nouveau, d'après lesquels furent édifiées les fondations de la scène « du nouvel Opéra.

« Il fallait, en prévoyant le retour des eaux qui devaient baigner les cons- « tructions, résister à la sous-pression que l'on pouvait évaluer à une force « de deux millions de kilogrammes. L'architecte lui opposa naturellement le « poids des matériaux ; mais il combina ce poids et le fit reposer sur une série « de voûtes renversées, de telle façon que la pression souterraine ne pût que « consolider l'œuvre au lieu de l'ébranler.

« Le fond de la cuve fut formé successivement d'une couche de béton, de « deux couches de ciment, d'une couche de béton et d'un lit de bitume. Le « pourtour se compose d'un gros mur construit en batardeau, d'un mur de « briques, d'une couche de ciment et d'un mur d'un mètre d'épaisseur.

« Enfin, quand tous ces travaux furent achevés, afin de les rendre complè- « tement imperméables, on les inonda, de façon que l'eau, pénétrant dans les « moindres interstices, y déposât peu à peu un limon qui devait les obstruer « plus sûrement et plus profondément que n'eût pu le faire la main de « l'homme. Quand on jugea que l'effet était produit, la cuve fut de nouveau « mise à sec.

« Depuis, plus de seize ans se sont écoulés, et l'on a pu vérifier que, mal- « gré tant d'obstacles, les précautions prises ont parfaitement réussi à donner « à l'ensemble des fondations une solidité et une imperméabilité à toute « épreuve. »

Vous connaissez tous l'effet puissant que produit sur le regard ébloui et charmé la vue du grand escalier apparaissant tout à coup au sortir de ce vestibule circulaire sombre, bas de plafond, situé au-dessous de la salle.

De l'aveu de tous, cet escalier est à lui seul un monument dans un monument. C'est un pur chef-d'œuvre qui ne laisse de place que pour l'admiration. Il est un vrai triomphe pour cet art polychromique si fort en honneur chez les anciens, et qui justifierait peut-être à lui seul la récompense que nous sollicitons pour cet enchanteur, qui a su donner un corps à ce rêve de marbre, de bronze, d'or, de soie, de couleur et de lumière qu'avait entrevu le magique pinceau de Veronèse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La scène de l'Opéra est la plus vaste du monde, du moins dans le sens de la hauteur et de la largeur, qui sont les deux dimensions, par excellence, pour faire produire aux décors tout leur effet de trompe-l'œil et de perspective. Toutefois, comme, dans une mise en scène exceptionnelle, une grande profondeur peut devenir nécessaire, l'architecte a d'avance résolu ce problème en reliant à la scène le vaste couloir qui la sépare du foyer de la danse. Ce dernier, étant situé dans l'axe de la salle, permet de porter à cinquante mètres la profondeur réelle de la scène. Si vous ajoutez que la paroi du fond de ce foyer est entièrement garnie d'une glace pouvant réfléter l'ensemble de la scène et de la salle, il vous sera facile, par l'imagination, de vous rendre compte de l'effet que produirait un décor étudié pour la circonstance par un architecte tel que Garnier.

Quant aux dessous du théâtre, et à la machination correspondante des ceintres, rien de mieux entendu, de plus parfait. Toutes les découvertes modernes de la science et de l'industrie, vapeur, presses hydrauliques, électricité, mécanique, sont venues apporter leur aide puissant aux innombrables innovations de l'architecte, qui a su affirmer dans ces arts multiples la supériorité de son art.

Les bâtiments de l'administration méritent une mention spéciale pour la science avec laquelle ils ons été aménagés. Le problème à résoudre, et il a été parfaitement résolu, était de laisser au public le libre accès des bureaux, sans qu'il lui fût possible de pénétrer dans la salle ou sur la scène. Cette mesure s'explique d'elle-même.

Ces bâtiments renferment, outre les services spéciaux du théâtre, les archives, la bibliothèque, avec une salle de lecture où le public peut être admis, une bibliothèque musicale, et une autre consacrée à l'art dramatique.

Parmi les services spéciaux, le gaz tient une place des plus importantes : les jeux de sa lumière doivent varier à l'infini avec la plus grande spontanéité. Grâce à une ingénieuse machine, « le jeu d'orgue », on peut à volonté, à l'aide d'une roue graduée, produire : le lever de l'aurore, le jour, le crépuscule, la nuit, l'éclat des étoiles ou bien encore la lumière argentée de la lune.

Les artistes n'ont plus à redouter d'être brûlés vifs par les feux de la rampe, et les danseuses peuvent laisser flotter leurs robes de gaze au-dessus des appareils sans crainte de les voir s'enflammer comme celle de la regrettée Emma Livry. Cet heureux résultat, dont on ne saurait trop louer l'inventeur, est connu sous le nom de système d'éclairage à flamme renversée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La lumière électrique, celle de Drummond, dirigée et conduite par les plus ingénieux appareils, produit à la scène de l'Opéra des effets inconnus jusqu'à ce jour; l'un des plus curieux résulte de cette pile portative qui, cachée dans la coiffure d'un artiste, fait scintiller l'étoile qui rayonne à son front. Les sonneries électriques font concurrence aux cornets acoustiques, tout en se complétant par un emploi simultané.

Il va de soi que l'aération et le chauffage ont été l'objet des études les plus approfondies. On se fera une idée de cette savante installation, quand on saura qu'en dehors des autres parties du bâtiment, passe sous le plancher de chaque loge, à tous les étages, une double conduite de chaleur et d'air. Quant à l'air vicié, le lustre, faisant fonction de cheminée d'appel, suffit amplement à débarrasser la salle des gaz délétères, indépendamment des conduits placés dans la voûte du vestibule circulaire situé au-dessous de la salle qui l'aspirent de leur côté.

L'eau a été aussi le sujet d'une attention particulière. Elle provient en abondance du canal de l'Ourcq et de la Seine, et elle est répartie dans neuf réservoirs et quatre tonnes qui permettent de maintenir en réserve plus de 100 000 litres distribués dans toutes les parties de la salle. En dehors des besoins du service journalier et, par suite d'un aménagement spécial d'une grande perfection, l'incendie, ce fléau plus redoutable dans un théâtre que partout ailleurs, peut donc être rapidement et efficacement combattu.

Enfin, Messieurs, quelques chiffres pourront vous donner une idée plus nette de l'importance de l'œuvre sur laquelle nous appelons votre plus scrupuleuse attention.

Le nombre des dessins exécutés, soit par Garnier directement, soit par ses collaborateurs, d'après ses compositions et ses croquis, peut se chiffrer par plus de 35,000 dessins grand aigle représentant une longueur de plus de 38 kilomètres.

15 peintres d'histoire, 75 statuaires, 19 sculpteurs ornemanistes, soit 109 artistes de premier ordre, de ceux qui honorent le plus les arts en France, ont concouru à la décoration de l'Opéra, tandis que les 30 corps de métiers qui ont pris part à sa construction, y sont représentés par 43 entrepreneurs.

33 sortes de marbre de qualité, de coloration et de provenance variées, ont été utilisées dans la décoration de l'Opéra. La France y figure pour 16 variétés, l'Algérie pour 1, l'Italie pour 9, l'Espagne pour 1, la Belgique pour 2, l'Ecosse pour 1, la Suède pour 1, la Finlande pour 2.

Le nouvel Opéra est aujourd'hui la plus vaste salle de l'Europe; aucune,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas même celle du théâtre de Vienne, qu'on s'est plu quelquefois à lui opposer, ne saurait lui être comparée en capacité, en richesse et en étendue.

En effet, le nouvel Opéra de Paris occupe une surface totale de 11 237^{m2},70, son cube est de 428 666, tandis que le nouvel Opéra de Vienne ne mesure en étendue que 8 567^{m2},50 et en cube que 222 777.

Viennent ensuite dans l'ordre suivant les principaux théâtres de l'Europe : le grand théâtre de Saint-Pétersbourg, celui de Munich, le théâtre Alexandra à Saint-Pétersbourg, Carlo Felice à Gênes, le grand théâtre de Bordeaux, celui de Turin, le nouveau théâtre de Berlin, le théâtre de Versailles, celui de Marseille, l'opéra de Berlin, enfin le théâtre de l'Odéon de Paris.

Il ne reste plus à votre rapporteur, Messieurs, qu'à vous rappeler qu'en dehors de la question d'architecture proprement dite, Charles Garnier, en utilisant les découvertes les plus récentes de la science moderne, en les mettant en œuvre, en leur créant souvent lui-même de nouvelles applications, au plus grand profit de l'industrie nationale, se trouve, par cela même, tout indiqué à l'honneur de vos suffrages.

Tout, jusqu'aux moindres détails, est sorti de son cerveau, a passé par ses mains. Sa plume rapide a tracé tous les programmes, son crayon souple et facile a fixé les nombreuses compositions que ses éminents collaborateurs ont eu à traduire sur le papier, la toile, la pierre, le marbre ou le bronze : ce qui explique cette tenue dans l'ensemble, ce qui en indique le style, ce qui fait que le monument peut se passer de signature.

Bien que les plus hautes récompenses soient venues trouver Garnier, bien que tous les honneurs possibles lui aient été rendus dans les sphères officielles, bien qu'il soit de l'Académie et que les Académies étrangères se soient fait gloire de le compter au nombre de leurs élus, il ambitionne, et votre Comite des Constructions et des Beaux-Arts ambitionne pour lui, « la Grande Médaille des Beaux-Arts ».

Le secret de cette ambition s'explique de lui-même : c'est que cette récompense enviée ne saurait être obtenue par l'intrigue, qu'elle ne peut être donnée par condescendance, que la bienveillance n'y a point part, qu'elle n'est décernée qu'au plus digne, à la suite d'enquêtes minutieuses faites par des juges compétents et désintéressés, qu'elle va chercher son candidat, sans attendre ses sollicitations, qu'elle met en lumière le génie qui s'ignore, qu'elle encourage et soutient dans la lutte ces trop nombreuses victimes de la science dont les inventions enrichissent trop souvent la société sans les enrichir eux-mêmes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Charles Garnier est dans ces conditions. Son point de départ a été des plus humbles, son labeur considérable : il a préféré à la richesse la bonne renommée de son art, il lui a donné son âme tout entière ; ses œuvres parlent pour lui, elles plaident sa cause, et voilà pourquoi, Messieurs, le Comité des Constructions et des Beaux-Arts vous prie, par la voix de son rapporteur, de reconnaître ces mérites si divers en accordant à Charles Garnier la plus haute récompense dont dispose la société : « la médaille de Jean Goujon. »

Comme dit le magistrat intègre affirmant son jugement, « ce sera justice ».

PRIX ELPHÈGE BAUDE.

RAPPORT DE M. VOISIN BEY SUR LE CONCOURS POUR LE PRIX QUINQUENNAL, FONDÉ PAR ELPHÉGE BAUDE.

(Prix de 500 francs.)

Messieurs, la Société disposait cette année du prix quinquennal Elphège Baude destiné, vous le savez, à récompenser *les perfectionnements apportés au matériel et aux procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.*

Ce prix est décerné à M. Hersent, entrepreneur de travaux publics, auteur d'une combinaison nouvelle pour la construction de deux nouvelles formes de radoub de grandes dimensions, actuellement en cours d'achèvement au port de Toulon (1).

Le nouveau procédé de construction, imaginé par M. Hersent, consiste dans un ensemble de dispositions habilement combinées, permettant d'appliquer sur une vaste échelle le mode de fondation à l'air comprimé et d'échapper ainsi aux très-sérieuses difficultés de bonne exécution que présentent les procédés ordinaires de construction lorsque l'on a à établir, à de grandes profondeurs sous l'eau, des ouvrages de très-grandes dimensions. Tel était précisément le cas pour les deux nouvelles formes de radoub du port de Toulon. Ces ouvrages, destinés au radoub des nouveaux cuirassés, avaient dû être projetés, en effet, avec des dimensions notablement plus grandes que

(1) Un rapport détaillée, avec planches, sur ces nouvelles formes de radoub, paraîtra prochainement dans le *Bulletin*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celles des formes précédentes ; chacun d'eux ne devait pas présenter, hors œuvre, une longueur de moins de 144 mètres sur une largeur de 41 mètres, et la fondation devait en être descendue jusqu'à une profondeur de 18 mètres au-dessous du niveau de la mer. Dans de telles conditions de dimensions et de profondeur, l'exécution par le procédé habituel de béton coulé sous l'eau pour la confection du radier général de l'ouvrage eut certainement présenté des difficultés, sinon insurmontables, du moins extrêmement sérieuses. C'est alors que M. Hersent proposa à l'Administration de la marine son nouveau procédé d'exécution, consistant à construire chacun des deux nouveaux bassins de radoub dans un grand caisson en tôle à fond très-rigide, devant s'immerger au fur et à mesure de l'exécution des maçonneries, et muni à sa partie inférieure de chambres de travail permettant de visiter, au moyen de l'air comprimé, le fond sur lequel devait reposer finalement la construction, de le nettoyer des vases que le dragage préalable aurait pu y laisser, et d'en faire disparaître les inégalités impossibles à éviter à une pareille profondeur.

Ce nouveau procédé d'exécution était incontestablement d'une grande hardiesse. Il ne s'agissait de rien moins, en effet, que d'assurer la parfaite rigidité et la descente régulière d'un immense caisson flottant métallique, progressivement chargé de maçonnerie, et qui devait atteindre, au moment où il toucherait le sol, le poids énorme d'environ 99 000 tonnes. Mais, en même temps, le nouveau procédé offrait l'avantage de permettre la construction à sec de toute la maçonnerie du bassin, ce qui est une précieuse, et, à vrai dire, la seule garantie de parfaite exécution ; il répondait d'ailleurs à la nécessité impérieuse qui s'imposait, au point de vue du succès final des travaux, de pouvoir faire reposer cette immense construction sur un sol purgé de vase, bien uni et parfaitement horizontal ; enfin, il offrait encore cet autre avantage de faire disparaître tous les imprévus quant au chiffre des dépenses et à la durée d'exécution des travaux. En présence de pareils avantages, et malgré la hardiesse et la nouveauté du procédé, l'Administration de la marine, après avoir examiné attentivement tout le programme d'exécution de M. Hersent et vérifié les calculs de résistance, n'hésita pas à approuver le nouveau mode d'exécution.

L'œuvre, entreprise à la fin de 1876, touche maintenant à son terme. L'une des deux formes de radoub est, en effet, à peu près complétement terminée, et le caisson de l'autre forme est déjà arrivé à fond, en sorte que les travaux qui restent encore à y exécuter ne peuvent plus présenter d'imprévu. On peut donc affirmer aujourd'hui que le nouveau système de construction imaginé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par M. Hersent a été couronné du succès le plus complet. Non seulement la forme déjà terminée est parfaitement étanche, ce qui arrive bien rarement avec les procédés ordinaires de construction ; mais elle aura été exécutée dans le délai, extrêmement court pour un ouvrage d'une telle importance, de trois ans et demi. La seconde forme, suivant le programme arrêté, sera certainement prête à son tour une année après la première. En résumé, la belle et grandiose entreprise en cours d'achévement au port de Toulon, fait le plus grand honneur à M. Hersent, à qui l'art des constructions hydrauliques est déjà redevable de nombreux perfectionnements dans les appareils et dans les méthodes d'exécution. A tous les titres, M. Hersent méritait le prix que la Société est heureuse de lui décerner.

PRIX DES ARTS MÉCANIQUES.

RÉSUMÉ DU RAPPORT SUR LE CONCOURS POUR UN PETIT MOTEUR DESTINÉ A UN ATELIER DE FAMILLE, PAR M. TRESCA (1).

(Prix de 1 000 francs.)

Le programme de ce concours indique nettement le but qu'il fallait atteindre :

« *On a souvent signalé l'intérêt qu'il y aurait, pour le petit fabricant en chambre, à se procurer commodément et à bon marché, toutes les fois qu'il en aurait besoin, la petite quantité de travail pour laquelle il a ordinairement recours à l'assistance momentanée d'un tourneur de roue.*

« *Un prix est proposé, dans ce but, pour un moteur à arbre rotatif, pouvant mettre, à peu de frais, à la disposition de l'ouvrier en chambre un travail de* 6 *à* 20 *kilogrammètres par seconde. Les dispositions 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 recherches les plus convenables, suivant la nature de l'opération à effectuer.* »

La machine de M. de Bisschop est la seule qui remplisse l'ensemble de ces conditions. Bien qu'elle fonctionne par le gaz, qui est toujours un combusti-

(1) Le rapport *in extenso* sera publié prochainement avec un dessin de la machine qui a obtenu le prix.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ble cher, elle rachète cet inconvénient par l'économie qu'elle procure en n'exigeant pas les soins d'un chauffeur, dont la présence plus ou moins continue est une cause de dépense relative beaucoup trop grande pour les très-petits moteurs. Il faut toutefois allumer le gaz une demi-heure à l'avance pour éviter les condensations, toujours un peu acides dans ces sortes de machines. Il est vrai que cette précaution permet de ne pas graisser le cylindre, de sorte que la machine fonctionne véritablement seule, et même, en raison de la forme spéciale de son bati, sans exiger aucun refroidissement par un courant d'eau, comme dans toutes les machines antérieures.

Le modèle de 5 kilogrammètres ne dépense ainsi pas plus de 10 centimes de gaz par heure, au prix de celui de Paris, et celui de 25 kilogrammètres, 25 centimes.

Il ne faut donc pas s'étonner qu'il se soit vendu près de mille exemplaires déjà de ce dernier modèle, auquel on ne peut vraiment reprocher que d'être d'un prix d'achat trop élevé (900 francs), ce qui est encore plus avantageux toutefois que le plus petit modèle à 500 francs. Ces machines sont construites chez MM. Mignon et Rouart, avec toute la perfection dans le travail qui est indispensable pour supprimer presque complètement les réparations.

Par ces motifs, la Société d'encouragement décerne, sans hésitation, le prix qu'elle avait offert pour la solution de cet intéressant problème, à M. Alexis de Bisschop, parce que sa machine lui semble absolument pratique et qu'il y a lieu d'en propager l'emploi, comme elle le mérite, dans les petits ateliers.

RAPPORT SUR LE CONCOURS POUR UN MOYEN PRATIQUE D'AMORTIR LES ÉBRANLEMENTS ET LES VIBRATIONS QUI RÉSULTENT DE L'EMPLOI DES MARTEAUX MÉCANIQUES, ETC., PAR M. PIHET.

(Prix de 2 000 francs.)

Les vibrations provenant de l'emploi des machines à percussion, telles que marteaux-pilons, balanciers, moutons d'estampeur, ont des inconvénients tellement graves que, dans bien des cas, leur emploi est interdit dans les villes.

Parmi les solutions très-diverses présentées à la Société, la plus efficace est celle de M. Anthoni.

Elle consiste dans l'interposition de plaques et de rondelles de caoutchouc,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

placées entre la base des machines et leurs fondations, de manière à ne laisser aucun contact entre le métal et le sol, si ce n'est par l'intermédiaire des calles et rondelles élastiques. L'expérience a indiqué à M. Anthoni les dimensions convenables suivant les divers cas.

Ce procédé affecte la stabilité des machines. Des expériences comparatives seraient nécessaires pour démontrer que l'action des marteaux n'est pas amoindrie. Cependant trois applications faites par l'inventeur, l'une sur un marteau-pilon à vapeur de 300 kilog., l'autre sur une batterie de cinq moutons d'estampeur et la troisième, sur un marteau atmosphérique du système Chenot, démontrent que les vibrations ont été atténuées suffisamment pour rendre l'emploi de ces machines possible, sans gêner le voisinage.

Une expérience plus prolongée et des applications plus diverses sont nécessaires pour bien affirmer l'efficacité du procédé, qui paraît devoir réussir, du moins en ce qui concerne les petites machines.

Dans ces circonstances, la Société d'encouragement accorde à M. Anthoni, ingénieur des arts et manufactures, à Levallois-Perret, un encouragement de 500 francs.

PRIX DES ARTS CHIMIQUES.

Rapport sur le concours pour l'utilisation des résidus de fabriques, par M. F. Le Blanc.

(Prix de 1 000 francs.)

Messieurs, votre Comité des arts chimiques m'a chargé de vous rendre compte du résultat du concours pour le prix destiné à récompenser l'auteur de l'utilisation d'un produit industriel resté, jusqu'alors, sans application.

Un seul candidat s'est présenté, en adressant un travail complet. Disons, de suite, que ce candidat est M. Camille Vincent, ingénieur civil, professeur de chimie industrielle à l'École centrale des arts et manufactures.

Le Conseil se rappelle que les remarquables travaux de M. Vincent ont déjà été l'objet de deux rapports, au nom du Comité des arts chimiques, l'un par notre regretté collègue M. Lamy, l'autre par notre savant collègue, M. le professeur Schützenberger. Dans sa dernière séance générale, la Société a décerné à M. Vincent une médaille d'or pour ses découvertes industrielles. La

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

classe 47 du Jury des récompenses à l'Exposition universelle de 1878 lui a décerné une médaille d'or « *pour la création des industries nouvelles, dont il est l'inventeur* » (sic).

Ces renseignements préliminaires pourront excuser votre rapporteur, si, dans l'exposé qui va suivre, il n'entre pas dans de plus longs détails pour développer les travaux et découvertes de l'auteur, afin de justifier la proposition du Comité.

Pour apprécier la direction et l'importance des travaux industriels de l'auteur, nous vous demanderons, d'abord, la permission de reproduire un passage du rapport d'un juge bien compétent, feu M. Lamy. Il s'exprimait ainsi, à la date du 11 mai 1877 (1) :

« On sait que les *vinasses* constituent le produit obtenu, lorsqu'après avoir » fait fermenter les mélasses des sucreries, on soumet le liquide provenant » de cette fermentation, à la distillation, pour en retirer l'alcool.

» Le résidu ou *vinasse* est un liquide très-aqueux, contenant la plupart des » matières non volatiles, organiques et minérales, qui accompagnent le sucre » contenu dans la betterave. En 1837, un industriel éminent, M. Dubrunfaut, » créa une nouvelle industrie, celle des *salins* de betteraves. La production » de ces sels et, notamment, du carbonate de potasse qu'ils fournissent, » s'élève, annuellement, pour la France seule, à 2 000 tonnes.

» A l'ancien traitement qui consistait (après concentration et dessication) » à calciner les matières sur la sole d'un four à réverbère spécial (2) pour ob- » tenir le salin de betteraves, M. Camille Vincent a substitué, une décompo- » sition en vase clos, soit une véritable distillation, permettant de recueillir » et de condenser des produits qui, autrefois, étaient perdus, parce qu'ils se » trouvaient brûlés ou entraînés, avec les gaz de la combustion, dans la che- » minée et dispersés dans l'atmosphère. »

Nous devons dire que l'idée de recueillir ces produits, de constitution alors inconnue, avait déjà été émise, il y a une trentaine d'années; mais, comme le fait remarquer, avec insistance, M. Lamy, c'est par M. Vincent que l'idée a été réalisée *industriellement*, à Courrières (Pas-de-Calais), dans la grande distillerie de MM. Tilloy, Delaune et comp., l'un des plus grands établissements de ce genre, en France.

Les résultats des études de M. Vincent sur les produits de la distillation

(1) Voy. *Bulletin* de 1877, 3e série, t. IV, p. 556.
(2) Principalement, le four *Porion*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des vinasses de betteraves ont fait l'objet de plusieurs communications insérées dans les Comptes rendus de l'Académie des sciences.

Les vinasses (qui, concentrées, d'abord, à l'air libre, ont été coulées, ensuite, dans des cornues en fonte) donnent un *salin* plus facile à lessiver et plus riche en carbonate de potasse que le salin obtenu, antérieurement, dans les fours à réverbère.

Les corps gazeux, ou en vapeurs, ayant été dirigés dans des appareils réfrigérants, donnent lieu à des produits de condensation très-complexes, tandis que les gaz, relativement permanents et qui sont combustibles, sont dirigés sous les grilles des foyers qui chauffent les cornues et servent, par conséquent, à alimenter la combustion.

Dans l'eau ammoniacale et le goudron condensés, M. Vincent a constaté, non seulement, la présence du carbonate, du sulfhydrate et du cyanhydrate d'ammoniaque, mais encore de l'esprit de bois (ou alcool méthylique), du sulfate d'ammoniaque, des sels à base de triméthylamine (sorte d'ammoniaque composée); enfin, des sels contenant les principaux acides de la série grasse.

La reconnaissance et la séparation de ces produits témoignent de l'habileté et de la sagacité de l'auteur, comme chimiste.

Chaque jour, 90 000 kilogrammes de mélasse fournissent, à Courrières, 250 hectolitres d'alcool fin, à 90° centésimaux et 400 000 kilogrammes de vinasses donnant 10 000 kilogrammes de salin de potasse.

Or, le procédé de M. Vincent permet d'extraire, journellement, comme produits accessoires (autrefois perdus, aujourd'hui rémunérateurs), 1 600 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque, 100 kilogrammes d'alcool méthylique et 1 800 kilogrammes d'eaux mères concentrées de sels de triméthylamine. (Nous dirons tout à l'heure le parti que M. Vincent a su tirer de ce dernier produit.) Ajoutons qu'on obtient, en outre, 5 000 kilogrammes de goudron fournissant 360 kilogrammes d'huiles, 200 kilogrammes d'eaux ammoniacales et 1 600 kilogrammes de brai.

Pour emprunter les termes mêmes du rapport de M. Lamy, ce travail de M. Vincent « *est d'une haute importance théorique et pratique.* »

Depuis ces premiers travaux, M. Vincent a continué ses recherches avec un zèle infatigable, soit dans le laboratoire de Courrières, soit dans le laboratoire de l'École centrale et il est arrivé à des résultats très-intéressants sur les sels de triméthylamine et leur décomposition par la chaleur.

Disons, seulement, que le chlorhydrate de triméthylamine, chauffé à 305°, peut fournir de l'ammoniaque ordinaire, condensable et du chlorure de mé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

thyle, ou éther méthylchlorhydrique, l'un des produits découverts par MM. Dumas et Péligot dans leurs magistrales recherches sur l'esprit de bois. On sait que ces travaux les ont autorisés à considérer l'esprit de bois comme un alcool nouveau, comparable au seul alcool, connu jusqu'alors, l'alcool vinique. Depuis, le nombre des alcools s'est accru et l'on peut dire, aujourd'hui, qu'il existe une *famille* d'alcools.

Or, le chlorure de méthyle (préparé aujourd'hui *industriellement* par les procédés de M. Vincent) est un véritable gaz, qui n'est liquéfiable, à la pression ordinaire, qu'à la température de 24° au-dessous de zéro. A la température de + 15°, il suffit d'une pression de 4 atmosphères pour le liquéfier.

L'installation d'appareils, effectuée par M. Vincent, dans l'usine de M. Brigonnet, à Saint-Denis, donne, sans difficultés, 800 kilog. de chlorure de méthyle commercial et sous forme transportable, par jour. Ce chlorure, industriellement purifié, est chimiquement pur.

Liquéfié par la pression, il peut être utilisé pour la production du froid, lorsqu'on le fait repasser de l'état liquide à l'état gazeux. Si l'on active l'évaporation du liquide par une injection d'air sec, la température de la partie restée liquide, peut s'abaisser jusqu'à 55° au-dessous de zéro. On peut dans les cours de chimie, réaliser ainsi, d'une manière élégante, la cristallisation presqu'instantanée, du mercure en décantant la partie non encore solidifiée comme on le fait, pour mettre en évidence la cristallisation du soufre et du bismuth, préalablement fondus. Mais, les applications frigorifiques du chlorure de méthyle ne sont pas les plus importantes. Le chlorure de méthyle peut intervenir avec succès pour la production des matières colorantes artificielles, dérivées de l'aniline.

Aujourd'hui, à Saint-Denis, à l'usine de M. Brigonnet, accrue et transformée par les installations dues à M. Vincent, on fabrique de l'aniline, pour ainsi dire chimiquement pure, en partant, successivement, de la benzine purifiée, puis de la nitro-benzine. Celle-ci est convertie par réduction en aniline sur laquelle on fait, ensuite, réagir, sous pression, dans un autoclave, le chlorure de méthyle, fabriqué dans l'usine, à l'effet d'obtenir l'aniline méthylée. Ces produits, livrés aux fabricants de couleurs, leur fournissent le violet de méthylaniline, le violet Hofmann, etc. ; en un mot, des matières premières, facilement transformables en produits colorés. Le chlorure de méthyle, préparé par M. Vincent, comme il sera dit plus bas (1), remplace, avec avan-

(1) La production industrielle du chlorure de méthyle, par les procédés de M. Vincent, a déjà été l'objet d'un Rapport favorable, fait au Conseil par M. Schützenberger (*Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 430).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tage, les autres composés méthyliques employés jusqu'à présent, tels que bromure, iodure et azotate de méthyle. (On sait que ce dernier peut devenir une cause de dangers.)

Disons, de suite, que M. Bardy est l'auteur d'un procédé qui réussit bien pour la préparation de la méthylaniline, point de départ de la production d'une belle matière colorante ; à cet effet, l'auteur fait réagir l'aniline sur le chlorure de méthyle naissant.

Or, M. Vincent, dans l'usine de Saint-Denis, substitue à ce procédé la réaction graduée du chlorure de méthyle sur l'aniline, opérée dans un autoclave, à une pression déterminée, qui ne doit pas dépasser dix atmotphères.

Le chlorure de méthyle s'écoule d'un récipient métallique, où il a été amené à l'état liquide par la compression ; il arrive, peu à peu, au contact de l'aniline, dans l'autoclave, pour produire (à l'aide d'un dosage effectué avec poids et mesure, comme dans un laboratoire de chimie) (1) la *diméthylaniline*, presque complétement exempte de monométhylaniline, circonstance qui la fait préférer, par plusieurs fabricants, à la diméthylaniline préparée par l'autre procédé. Le rendement est, d'ailleurs, supérieur dans le mode opératoire de M. Vincent.

Nous ne pouvons entrer ici dans les détails de l'installation de l'usine de Saint-Denis, laquelle fait le plus grand honneur à la sagacité et à l'habileté de M. Vincent. La précision des opérations d'un laboratoire de chimie est transportée dans l'usine, en fabriquant sur une échelle singulièrement amplifiée. En effet, l'usine fournit, en ce moment, 5 000 kilog. de diméthylaniline par mois.

Après avoir indiqué les applications industrielles que M. Vincent a déjà réalisées pour le chlorure de méthyle, ajoutons quelques mots sur la production industrielle de ce gaz à l'usine, à Saint-Denis.

Les eaux mères incristallisables, qui ont fourni, à l'usine de Courrières, le sulfate d'ammoniaque (2), en troisième cristallisation, sont traitées par un lait de chaux et décomposées ; on recueille et on condense dans l'eau les gaz alca-

---

(1) Le récipient de chlorure de méthyle taré reste, en effet, sur la bascule jusqu'à la fin de la réaction.

(2) La nouvelle industrie du traitement des vinasses a déjà fourni 2 000 tonnes de sulfate d'ammoniaque.

Les méthylamines carbonatées commencent à être employées à l'usine de Croix, dans le Pas-de-Calais, pour remplacer le carbonate d'ammoniaque et pour fabriquer le carbonate de potasse par un procédé analogue à celui de la soude à l'ammoniaque.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lins, qui contiennent des méthylamines et peuvent être livrés au commerce. Les produits gazeux sont convertis en chlorhydrates, en passant dans l'acide chlorhydrique.

Les liquides, purifiés de sulfates, sont évaporés et lorsque le thermomètre marque 150°, mis dans des *pipes* en fer et expédiés à l'usine de Saint-Denis, pour préparer le chlorure de méthyle et ses dérivés.

Le liquide contenant le chlorhydrate de méthylamine est chauffé, à Saint-Denis, dans des chaudières closes. Lorsqu'on a atteint 260°, environ, il se dégage du chlorure de méthyle gazeux et de la triméthylamine libre. En continuant à chauffer, jusqu'à 320°, tout est sublimé et on a un mélange d'ammoniaque, de triméthylamine et de chlorure de méthyle. On dirige les produits dans l'acide chlorhydrique, et le gaz chlorure de méthyle est lavé à l'eau, purifié par une lessive alcaline et recueilli dans un gazomètre sur l'eau. La dissolution de chlorhydrate de triméthylamine et de chlorhydrate d'ammoniaque, évaporée, fournit, par cristallisation, du sel ammoniac qui est vendu. L'eau mère rentre dans la fabrication.

Il est très-intéressant de voir à l'usine le chlorure de méthyle gazeux, parfaitement purifié, desséché ensuite sur le chlorure de calcium, se rendre à la pompe qui l'aspire et le comprime, ensuite, de façon à le liquéfier. Le liquide est, alors, emmagasiné dans des réservoirs, à parois métalliques très-résistantes, munis de robinets d'écoulement spéciaux. Ces réservoirs sont tarés sur une bascule, et l'introduction du liquide cesse lorsque la masse de ce liquide a atteint 80 kilog.

On se sert de ces récipients pour les réactions dans l'usine, ou bien on les expédie, au dehors, aux fabricants de diméthylaniline, qui en réclament, à Genève et à Bâle, par exemple.

Depuis le rapport de M. Schützenberger, M. Vincent a signalé une application nouvelle du chlorure de méthyle, parfaitement purifié, consistant dans l'extraction des parfums des végétaux. Le chlorure de méthyle dissout, en effet, les huiles essentielles et les abandonne, ensuite, par l'évaporation, en conservant à leur odeur toute leur *suavité*.

En résumé, M. Vincent a fondé plusieurs industries nouvelles, en utilisant les produits de la distillation des vinasses en vase clos, produits autrefois perdus dans l'atmosphère et, cela, en améliorant même la qualité des salins obtenus. Il extrait des produits rémunérateurs sous forme de sels ammoniacaux, etc. Quant aux eaux mères qui accompagnent la cristallisation des sels

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ammoniacaux, elles deviennent le point de départ d'une industrie nouvelle : la production du chlorure de méthyle en grand. Ce produit intéressant a déjà reçu, entre les mains de l'auteur, trois applications industrielles :

1° La fabrication des produits méthylés pour l'obtention de couleurs dérivées de l'aniline ; 2° la production du froid ; 3° il y aura, sans doute, à joindre l'extraction industrielle des parfums.

En conséquence, votre comité estime que M. Camille Vincent a satisfait, avec une grande distinction, aux conditions du programme et il a l'honneur de vous proposer d'accorder à l'auteur le prix de *mille francs*, fondé par la Société d'encouragement.

RAPPORT SUR LE CONCOURS POUR UN PROCÉDÉ QUI REND LES TISSUS ET LES BOIS ININFLAMMABLES, PAR M. TROOST.

(Prix de 2 000 francs.)

Messieurs, de nombreuses recherches ont été entreprises pour trouver un procédé qui rende les tissus et les bois ininflammables, et prévenir ainsi les incendies.

Cette question si importante, au point de vue de la sécurité du public dans les théâtres, a préoccupé depuis de longues années le Conseil de la Société d'encouragement. Dès 1829, il a proposé un prix de 1 500 francs pour l'auteur d'un procédé rendant ininflammables les tissus organiques et les bois. Ce prix, remis au concours pendant six années, a été enfin retiré.

En 1838, une ordonnance de police prescrivit, pour les théâtres, l'emploi exclusif des tissus, toiles et bois rendus ininflammables. Cette ordonnance reçut un commencement d'exécution ; mais peu de temps après, en présentant à la flamme d'une bougie des toiles qui avaient été rendues ininflammables au moment de leur mise en service, on les vit prendre feu comme les toiles non préparées ; on dut donc renoncer à l'exécution de l'ordonnance.

Cet insuccès, officiellement constaté, a jeté la défaveur sur toutes les solutions proposées depuis cette époque. Les directeurs de théâtres y ont trouvé un prétexte plausible pour refuser d'expérimenter des préparations dont l'efficacité durable n'aurait pas, au préalable, été bien établie. Or, comme c'est précisément sur les théâtres que l'expérience peut se faire d'une manière concluante, on ne pourrait arriver à résoudre la question. Cependant, dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces derniers temps, les incendies survenus dans les théâtres de divers pays ont appelé de nouveau l'attention publique sur l'utilité que présenteraient des tissus rendus ininflammables. Un grand nombre de préparations ont été brevetées ; le moment a paru opportun pour provoquer un nouvel examen de cette question, et le Comité des arts chimiques de la Société a proposé un prix de 2 000 francs à décerner en 1879, pour l'auteur d'un procédé d'ininflammabilité des tissus et des bois satisfaisant aux conditions suivantes :

1° La substance ou le mélange des substances doit être à bas prix et d'un emploi facile ;

2° Elle ne doit altérer ni les tissus, ni les couleurs qui les recouvrent, ou qu'ils peuvent recevoir ;

3° Elle ne doit être ni vénéneuse, ni corrosive ;

4° Elle ne doit s'altérer ni par un excès d'humidité de l'air, ni par un excès de dessiccation ;

5° Enfin les tissus ou les bois imprégnés devront rester ininflammables après avoir été exposés pendant un mois à une température de 40° à 50°.

On devra présenter de préférence des tissus grossiers, tels que toiles pour décors de théâtre et de bois peints. Le procédé qui réussira avec les toiles grossières s'appliquera avec succès aux étoffes légères et aux vêtements des danseuses.

Un seul concurent, M. Jean-Abel Martin, rue Fontarabie, 12, à Paris, s'est présenté; il a proposé les préparations suivantes :

Premier mélange applicable à tous les tissus légers.

Sulfate d'ammoniaque pur. . .	8 kil. »	Amidon, 2 kil. ou 0 kil. 400 de	
Carbonate d'ammoniaque pur.	2 ,5	dextrine ou 0 kil. 400 de gé-	
Acide borique.	3 »	latine.	
Borax pur	2 »	Eau ordinaire	100 kil. »

On trempe les tissus dans la dissolution à la température de 30°, de façon à les bien imbiber, on essore légèrement, puis on fait sécher assez pour repasser comme on le fait pour les empesages ordinaires.

La quantité d'amidon, dextrine ou gélatine, peut varier avec le plus ou moins de raideur à donner aux tissus.

Le prix de revient du litre est de 0,16 centimes pour préparer environ 15 mètres de tissus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Deuxième mélange applicable aux décors déjà peints, à la toile de décors déjà montée, aux bois, meubles, berceaux d'enfants, portes, fenêtres

Ce mélange s'emploie à la température de 50° ou 60° au moyen d'un pinceau, comme pour la peinture ordinaire.

Chlorhydrate d'ammoniaque. .	15 kil. »	Eau ordinaire.	100 kil. »
Acide borique.	5 »	Calcaire pour donner la consistance convenable.	
Colle de peau.	50 »		
Gélatine.	1 ,5		

Pour les décors déjà peints, il suffit de passer une couche de cette préparation sur la toile, du côté opposé à la peinture et de badigeonner les cadres sur lesquels sont montées les toiles.

Prix de revient 0,21 centimes le kilog., qui suffit pour peindre 5 mètres carrés.

Troisième mélange applicable aux toiles grossières, aux cordages, aux pailles diverses, aux bois.

Il s'emploie à la température de 100°; l'immersion doit durer 15 à 20 minutes; on essore légèrement et on fait sécher.

Chlorhydrate d'ammoniaque. .	15 kil. »	Borax.	3 kil. »
Acide borique.	6 »	Eau.	100 »

Prix de revient 0,23 centimes le litre.

Quatrième mélange applicable aux papiers imprimés ou non.

Sulfate d'ammoniaque.	8 »	Borax.	2 kil. »
Acide borique	3 »	Eau ordinaire.	100 »

Cette dissolution s'emploie à la température de 50°.

Le prix du litre est de 0,14 centimes.

L'examen de ces procédés et des échantillons rendus ininflammables par l'inventeur a été renvoyé à une commissien spéciale composée de trois membres : MM. Ernest Dumas, Paliard et Troost, pris dans les trois Comités des beaux-arts, des arts économiques et des arts chimiques.

Pour résoudre complètement le problème, c'est-à-dire pour réduire l'action de la chaleur sur les tissus à une simple calcination, pour les rendre ininflammables et par suite incapables d'allumer ou d'entretenir un incendie, il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faut satisfaire aux conditions indiquées, dès 1821, par Gay-Lussac et qui sont les suivantes :

1° Pendant toute la durée de l'action de la chaleur, le tissu doit avoir ses filaments garantis du contact de l'air qui en déterminerait la combustion ;

2° Les gaz combustibles que l'action de la chaleur en dégage doivent être mélangés en assez forte proportion avec d'autres gaz difficilement combustibles, pour n'être plus inflammables.

Pour satisfaire à la première condition, il faut enduire les tissus d'une substance très-fusible qui, dès la première impression de la chaleur, couvrira la surface des fibres textiles en y adhérant et en empêchant le contact de l'air. La nécessité de satisfaire à cette première condition élimine immédiatement les sels terreux ou métalliques (1), qui par l'action de la chaleur ou d'une dessiccation longtemps prolongée laissent un résidu pulvérulent et par suite adhérent, n'empêchant pas le contact de l'air et permettant en conséquence à la combustion de se produire au bout d'un temps plus ou moins long.

Les substances difficilement fusibles (2), ne forment pas non plus des enduits suffisamment protecteurs. Parmi les matières fusibles, on doit également renoncer aux substances efflorescentes, qui tomberaient peu à peu en poussière et aux substances très-hygrométriques (3) ; celles-ci ne se dessécheraient pas à l'air, elles en attireraient l'humidité et se couvriraient rapidement de toutes les poussières en suspension dans l'atmosphère des enceintes où on les emploierait.

Le borax et l'acide borique, qui entrent dans la composition des mélanges proposés par M. Martin, présentent les conditions d'extrême fusibilité ; ils ne s'altèrent d'ailleurs ni par un excès d'humidité de l'air, ni par un excès de dessiccation (4).

Ils satisfont donc à la première condition.

On remplit la seconde condition en imprégnant les tissus de substances volatiles non combustibles, qui absorberont une grande quantité de chaleur

---

(1) Sulfate de magnésie, sulfate de zinc, sulfate de fer, etc., souvent proposés.

(2) Chlorure de potassium ou de sodium, sulfate de potasse ou de soude.

(3) Chlorure de calcium, silicate de potasse proposé par M. Fuchs en 1825 pour le théâtre de Munich.

(4) Le tungstate de soude et le mélange de tungstate et de phosphate de soude proposés en Angleterre en 1853 par MM. Versmann et Oppenheim remplissent les mêmes conditions, mais le prix trop élevé du tungstate de soude ne permet pas de l'employer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour se vaporiser et qui, en se mélangeant aux gaz produits par la calcination des tissus, en diminueront la combustibilité.

Les sels ammoniacaux (chlorhydrate, carbonate et sulfate), que M. Martin fait entrer dans la composition de ses mélanges, satisfont à cette condition ; ils sont volatils ou décomposables en produits volatils (1) ; ils ne sont pas combustibles par eux-mêmes, et quand ils sont décomposés par la chaleur, ils donnent un mélange contenant de l'azote et de la vapeur d'eau qui ne sont pas combustibles, en même temps que des acides carbonique, chlorhyque ou sulfureux qui éteignent les corps en combustion.

Les mélanges employés par M. Martin satisfont donc aux deux conditions nécessaires pour rendre un tissu ininflammable. On pouvait d'après cela prévoir que, s'ils étaient employés en quantité suffisante, ils seraient efficaces. On pouvait en être d'autant plus assuré, que Gay-Lussac avait établi, dès 1821, qu'il était possible de satisfaire aux deux conditions que nous venons de rappeler et rendre incombustibles les tissus d'origine organique, en employant en quantités suffisantes, soit le borate d'ammoniaque, soit le borate de soude mélangé avec du chlorhydrate ou du sulfate d'ammoniaque, soit enfin un mélange de phosphate et de chlorhydrate d'ammoniaque.

Deux des membres de la commission avaient d'ailleurs constaté, en 1878, que l'ininflammabilité des tulles, des mousselines et des grosses toiles de décors pouvait être obtenue par le mélange de phosphate et de sulfate d'ammoniaque impurs, préparés à très-bon marché par M. Besnou, ancien pharmacien en chef de la marine (2).

---

(1) Le sulfate d'ammoniaque donne sous l'influence de la chaleur, de l'ammoniaque, de l'azote, de l'eau et du bisulfate d'ammoniaque volatil.

(2) Bien que M. Besnou n'ait pas concouru pour le prix proposé par la Société d'encouragement, nous croyons utile d'indiquer ici le mode de préparation du liquide qu'il emploie. M. Besnou mélange 100 kilog. d'os calcinés et réduits en poudre avec 80 kilog. d'acide sulfurique à 66°, préalablement étendu de la moitié de son poids d'eau. On laisse réagir plusieurs jours, en brassant le mélange chaque jour. On décante ensuite le liquide acide, et on agite à plusieurs reprises le précipité avec de l'eau pour enlever complétement les parties solubles. Les dernières eaux de lavage sont conservées pour lessiver le produit d'une autre opération semblable. Les premières liqueurs acides, obtenues par décantation, sont saturées par de l'ammoniaque impure (eaux ammoniacales du gaz, par exemple). On laisse reposer et on décante ; on lessive ensuite le dépôt. Les premières eaux de lavage peuvent être ajoutées au premier liquide décanté, tant que leur mélange n'abaisse pas la densité au-dessous de 15° à 18° Baumé. Les dernières eaux de lavage seront conservées pour le lessivage d'une nouvelle opération semblable. Les résidus solides de ces deux opérations étant mélangés peuvent encore être utilisés pour engrais ; ils contiennent une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y avait un point très-important à constater. Il fallait s'assurer que les étoffes, une fois rendues ininflammables, gardaient cette propriété même quand on les exposait pendant plusieurs mois à une température relativement élevée dans l'air sec ou dans l'air alternativement sec ou humide. Cette vérification était nécessaire, car la principale objection, que les directeurs de théâtres font à toute tentative nouvelle, consiste à rappeler que, dans les expériences de 1838, on avait reconnu que les toiles rendues ininflammables au moment de leur mise en service, perdaient cette propriété au bout de quelques mois (1).

Pour établir, d'une manière incontestable, que les tissus préparés conservent leur ininflammabilité dans les conditions où ils doivent être employés sur les théâtres, on a exposé, pendant plusieurs mois, dans une étuve les objets suivants présentés par M. Martin.

1° Des tarlatanes blanches et des tarlatanes colorées en rouge ou en bleu pâle ;

2° Une cotonnade pour tabliers ;

3° Une grosse cretonne ;

4° Une grosse toile pour décors de théâtre ;

5° Des papiers blancs et des papiers imprimés de diverse nature ;

6° Un berceau de poupée complet avec sa literie et ses rideaux, résumant l'application générale des procédés employés.

La mise à l'étuve a eu lieu le 1er avril 1879; l'expérience a été arrêtée le 13 novembre suivant, c'est-à-dire au bout de sept mois et demi. La température avait, pendant ce temps, été maintenue entre 35° et 37°, c'est-à-dire au degré que l'on constate dans les parties élevées, les plus chaudes de la scène sur les théâtres. L'étuve était d'ailleurs constamment traversée par un courant d'air.

Les résultats constatés furent les suivants :

1° Les grosses cretonnes, les toiles à décors étaient restés ininflammables ; elles étaient dans le même état que les toiles préparées de la même manière et conservées à la température ordinaire ;

---

certaine quantité de phosphate de chaux basique. Suivant M. Besnou, 1 litre de liquide capable de rendre ininflammable 1k,500 de toile fine ou forte ne reviendrait pas à 20 centimes.

(1) Cet effet peut être dû à l'emploi de sels efflorescents, qui tombent peu à peu en poussière. Il n'a pas été possible de retrouver à la Préfecture de police l'indication des liquides préservateurs employés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Les tarlatanes blanches, roses et bleues, avaient également conservé leur ininflammabilité. Les couleurs rose et bleue n'étaient pas altérées ;

3° Le couvre pied du berceau de poupée, la paillasse en paille de maïs et le matelas en varech étaient également restés ininflammables, de même que les rideaux ;

4° Les bois du berceau se sont carbonisés superficiellement, sans s'enflammer ;

5° Avec les cretonnes et les grosses toiles à décors, comme avec le couvre pied, la paillasse et le matelas, on constata que les fibres carbonisées restaient incandescentes pendant un certain temps ; elles subissaient au contact de l'air une combustion sans flamme.

Cette incandescence doit être évitée; elle pourrait déterminer l'incendie de substances facilement inflammables.

Pendant que ces essais se poursuivaient dans le laboratoire, il s'en faisait d'autres sur divers théâtres. C'est ainsi que, sur la scène du théâtre du Palais-Royal, un décor rendu ininflammable avait été placé au-dessus d'une herse le 19 juillet 1879. Le 31 octobre suivant, c'est-à-dire au bout de trois mois et demi, les membres de la commission ont constaté que la toile du décor était encore absolument ininflammable.

Ici encore, la commission a reconnu que les fibres carbonisées de la toile restaient incandescentes pendant quelque temps, après avoir été retirées de la flamme.

Les toiles préparées avec le mélange de phosphate et de sulfate d'ammoque à 15° ou 18° Baumé employé par M. Besnou, ne présentaient pas cet inconvénient. M. Martin a pu l'éviter, en augmentant la proportion du composé vitrifiable qui entre dans le liquide préservateur, de manière à envelopper la fibre carbonnée d'une matière vitreuse empêchant tout contact avec l'air.

En résumé, les mélanges proposés par M. Martin rendent ininflammables les tissus et les parties superficielles de bois.

Ils n'altèrent sensiblement ni les tissus, ni les couleurs qui les recouvrent.

Les étoffes rendues ininflammables à l'aide de ces mélanges, conservent leur ininflammabilité après avoir été exposées plusieurs mois, soit dans une étuve à 36°, soit au-dessus d'une herse sur la scène d'un théâtre.

Les préparations de M. Martin ont été employées avec succès par M. Robecchi, pour rendre ininflammables divers décors du théâtre des Variétés et du théâtre des Nouveautés. C'est également à l'aide des préparations de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Martin, qu'on a rendu ininflammables au théâtre du Châtelet, dans la *Vénus noire*, les mâts des vaisseaux où, chaque soir, on simule un incendie en enflammant des étoupes enroulées autour de ces mâts.

Les grands magasins du Louvre ont chargé M. Martin de rendre ininflammables les grosses toiles employées pour recouvrir la nuit toutes les marchandises.

Les applications de ces procédés deviennent de plus en plus nombreuses.

Les mélanges proposés par M. J.-A. Martin ne sont pas, à proprement parler, des mélanges nouveaux. Nous en retrouvons les principaux éléments dans le mémoire publié, en 1821, par Gay-Lussac, dans les *Annales de chimie et de physique*.

Le Conseil de la Société d'encouragement n'en a pas moins jugé très-dignes d'être encouragé les efforts persévérants faits par M. Martin pour faire entrer dans la pratique industrielle, et en particulier dans la fabrication des décors de théâtres, des mélanges capables de rendre les tissus et les bois ininflammables et par suite incapables d'allumer ou d'entretenir un incendie. En conséquence, il félicite M. Martin des résultats déjà obtenus et lui accorde, à titre d'encouragement, une somme de mille francs.

RAPPORT SUR LE CONCOURS POUR LA DESSICCATION RAPIDE DES BOIS PAR UN PROCÉDÉ ÉCONOMIQUE ET INDUSTRIEL N'ALTÉRANT PAS LEURS QUALITÉS PHVSIQUES, PAR M. LE COLONEL SEBERT.

(Prix de 1 000 francs.)

La Société d'encouragement avait proposé en 1876 un prix de 2,000 francs pour un procédé économique et industriel de dessiccation rapide des bois, n'altérant pas leurs qualités physiques.

Le programme avait surtout en vue un procédé qui assurerait une dessiccation assez complète pour permettre l'emploi du bois, ainsi traité, aux travaux d'ébénisterie.

Aucun des concurrents qui se sont présentés n'a satisfait aux conditions imposées.

Mais parmi les mémoires qu'il a été chargé d'examiner, le Comité des arts économiques a remarqué celui de M. Idrac, fabriquant de parquets, qui avait établi à Toulouse un système d'étuvage par l'action successive, judicieusement combinée, de la vapeur d'eau et de l'air chaud.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bien que son usine détruite en 1876 par l'inondation, n'ait pu être réinstallée dans des conditions aussi satisfaisantes qu'au début, la Société a pensé qu'il convenait d'encourager les efforts faits dans la voie suivie par M. Idrac, et elle lui décerne, à ce titre, une médaille d'argent.

PRIX DE L'AGRICULTURE.

RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE M. GOETZ RELATIFS A LA CULTURE INTENSIVE DES PRAIRIES A BASE DE GRAMINÉES, PAR M. RISLER. (1).

(Encouragement de 500 francs.)

L'extension des cultures fourragères devient de plus en plus importante pour l'agriculture française, et tous les perfectionnements qui viennent s'y introduire sont dignes d'être encouragés.

Au lieu d'employer tous les engrais pour les céréales et les plantes industrielles, il faut en réserver une partie pour l'établissement des prairies nouvelles, prairies à base de graminées seules ou avec mélange de légumineuses. Pour que ces prairies réussissent bien, il faut les faire précéder par des labours profonds. Au lieu de se borner à semer de la poussière de foin, il faut, comme pour toute autre culture, choisir des graines bien mûres et bien appropriées aux différentes qualités de terrains. Tous ces perfectionnements seront désormais de plus en plus rémunérateurs, parce que la hausse du prix de la viande donne une valeur de plus en plus grande aux fourrages. Ils sont depuis longtemps en usage en Suisse, en Angleterre et chez les meilleurs cultivateurs de la France ; mais il y en avait encore beaucoup trop qui les ignoraient ou ne les suivaient pas.

M. Gœtz a contribué à répandre ces principes, par de nombreuses publications et une propagande infatigable en faveur de la culture intensive des prairies à base de graminées. C'est à ce titre que la Société lui accorde un encouragement de 500 francs.

(1) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 246.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX DES BEAUX-ARTS APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE.

RAPPORT SUR LE CONCOURS POUR LE PERFECTIONNEMENT DES APPLICATIONS DE LA PHOTOGRAPHIE, PAR M. DAVANNE.

(Prix de 2 000 francs.)

La Société d'encouragement a proposé un prix de 2,000 fr. pour l'inventeur d'un procédé permettant de transformer en une planche typographique le cliché à teintes finement dégradées que l'on obtient sur nature par les procédés photographiques.

La solution de cette question intéresse surtout les publications d'œuvres illustrées. Déjà cette transformation réussit bien entre des mains habiles, lorsqu'il s'agit de la reproduction de dessins ou de gravures ou de toute œuvre obtenus par des lignes, des traits ou des points ; mais les divers essais tentés pour reproduire, de la même manière, les teintes dégradées de la nature ne donnaient pas encore de résultats satisfaisants.

M. Ch. Guillaume Petit, par des procédés fort ingénieux, a donné à l'épreuve photographique l'aspect d'une image gravée ; c'est ce qu'il appelle la mise au trait ; puis en copiant cette fausse gravure, on rentre dans les méthodes connues et d'une application courante.

Le procédé de M. Petit consiste à utiliser les propriétés de la gélatine bichromatée, qui permet d'obtenir des épreuves photographiques en relief dans lesquelles les noirs, les demi-teintes et les blancs sont représentés par des épaisseurs plus ou moins accentuées suivant les transparences du cliché.

Cette épreuve en gélatine, séche et dure, sert ensuite, comme dans les procédés de photoglyptie, à faire une contre-épreuve par pression. C'est à ce moment que M. Petit, par l'une des méthodes inventées par lui et qui ont été décrites lors de la présentation faite à la Société d'encouragement, transforme l'image à teintes fondues en une image de traits ou de points sur fond blanc.

En effet, ou il exécute un moulage des reliefs de la gélatine dans une matière cireuse blanche dont il noircit ensuite toute la surface, puis il passe ce moule sous une machine à graver ; celle-ci, par son stylet en forme de V, creuse dans le moule des raies blanches, d'autant plus larges que les reliefs sont plus prononcés ; ou bien il comprime cette même gélatine préalablement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

noircie, sur un papier strié ou gaufré ; alors les reliefs de la gélatine écrasent les stries et les gaufrages d'autant plus profondément qu'ils sont plus accentués, et les couvrent ainsi d'une somme de noir proportionnelle à la profondeur de l'écrasement.

Dans les deux cas, l'inventeur obtient une image ayant sensiblement l'aspect d'une gravure ; la mise au trait est faite, et il n'y a plus qu'à traiter cette épreuve comme une gravure ordinaire pour faire la planche typographique.

L'idée de M. Ch. Petit est originale ; les nombreux spécimens qu'il a montrés prouvent que déjà l'application industrielle peut en être faite et si le programme posé n'est pas encore rempli dans toutes ses conséquences, la Société a pensé néanmoins qu'il y avait lieu de reconnaître largement les efforts de l'inventeur et les progrès accomplis ; elle décerne donc à M. Ch. Guillaume Petit un encouragement de 1,500 fr.

MÉDAILLES.

I. LISTE DES MÉDAILLES DÉCERNÉES PAR LA SOCIÉTÉ POUR DES INVENTIONS UTILES OU DES PERFECTIONNEMENTS AUX ARTS INDUSTRIELS.

Nos d'ordre.	NOMS DES LAURÉATS.	NOMS DES RAPPORTEURS nommés par les comités.	INVENTIONS OU PERFECTIONNEMENTS qui ont motivé la médaille.
		Médailles d'or.	
	MM.	MM.	
1	ACHARD. (Rappel de médaille d'or).	COLLIGNON.	Frein à embrayage électrique perfectionné.
2	BABEY.	LABOULAYE (DE).	Fabrication de tulles-guipures.
3	CALLIER.	HATON.	Balancier pour chronomètres de marine.
4	DELEUIL. (Rappel de médaille d'or).	LUYNES (DE).	Instruments de précision.
5	FAYENCERIE DE GIEN.	DUFRESNE.	Fayences artistiques.
6	GILBERT.	Id.	Fabrication des crayons.
7	JOURDAIN.	FRÉMINVILLE (DE).	Organisation de l'association des propriétaires de machines à vapeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS des lauréats.	NOMS des rapporteurs nommés par les comités.	INVENTIONS ou perfectionnements qui ont motivé la médaille.
	MM.	MM.	
8	Laurent.	Luynes (de).	Appareils de physique.
9	Monot.	Id.	Verreries et cristaux décorés par de nouveaux procédés.
10	Morane aîné (Paul).	Id.	Machines à couler les bougies.
11	Rosentiehl.	Id.	Application des couleurs complémentaires dans la décoration.
12	Thomas de Bojano.	Sebert.	Perfectionnements à la machine à calculer.
13	Turpin.	Cloez.	Couleurs non vénéneuses.

Médailles de platine.

	MM.	MM.	
1	Chardon.	Davanne.	Emulsion sèche au bromure d'argent pour la photographie.
2	Fenon.	Du Moncel.	Remise à l'heure des horloges.
3	Francq (Léon).	Collignon.	Locomotive sans foyer.
4	Hélouis.	Debray.	Emploi du métal blanc et des lames irisées en passementerie.
5	Marcadier.	Collignon.	Machine à détirer les tissus.
6	Mékarski.	Id.	Traction par l'air comprimé.
7	Moreau.	Salverte (de).	Serrurerie artistique.
8	Orsat.	Le Blanc.	Analyse des gaz.
9	Reynier.	Du Moncel.	Lampe électrique à incandescence.

Médailles d'argent.

	MM.	MM.	
1	Avril.	Laboulaye (de).	Instruments à dessiner.
2	Bourdon fils (Charles).	Haton.	Nouvel organe de machine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS DES LAURÉATS.	NOMS DES RAPPORTEURS nommés par les comités.	INVENTIONS OU PERFECTIONNEMENTS qui ont motivé les médailles.
	MM.	MM.	
3	Chevallier frères.	Laboulaye (de).	Lisses métalliques.
4	Coquillion.	Le Blanc.	Grisoumètre.
5	Crozet.	Goulier.	Quantièmes de montres.
6	Defoy et Moreau.	Bella.	Dressage des chevaux rebelles.
7	Folacci.	Collignon.	Chariot pour décharger les grosses pierres.
8	Houdart.	Bérard.	Analyse des vins.
9	Jacquemart.	Cloez.	Réactif de l'alcool.
10	Lecourt.	Personne.	Substitution de la chlorophylle aux sels de cuivre pour les conserves de légumes.
11	Pellet.	Davanne.	Papier au cyanofer.
12	Pinchon.	Luynes (de).	Essai des huiles.
13	Quequet.	Paliard.	Extinction rapide des feux de cheminée.
14	Rous (Ermond).	Pihet.	Robinets graisseurs.

Médailles de bronze.

	MM.	MM.	
1	Boillé.	Rousselle.	Nivelettes graduées.
2	Coret.	Pihet.	Thermo-signal automoteur.
3	Dégremont.	Id.	Enveloppe des tuyaux de vapeur.
4	Ganne.	Id.	Garantie contre les scies circulaires.
5	Lacroix (Pierre).	Fréminville (de).	Pompes pneumatiques.
6	Laville.	Sebert.	Sonneries trembleuses.
7	Perrolaz.	Collignon.	Transformation de mouvement.
8	Rouaix.	Luynes (de).	Essai des huiles d'olive.
9	Saurel.	Pihet.	Graissage des poulies folles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos D'ORDRE.	NOMS DES LAURÉATS.	NOMS DES RAPPORTEURS nommés par les comités.	INVENTIONS OU PERFECTIONNEMENTS ayant motivé les médailles.
	MM.	MM.	
10	SIDOT. (Encouragement de 200 fr.).	BELLA.	Mors électrique.
11	VIOLETTE.	PIHET.	Attaches métalliques pour la jonction des courroies.

Les secrétaires du Conseil de la Société,

CH. DE LABOULAYE. E. PELIGOT,
Membre de l'Institut.

DISTRIBUTION DES MÉDAILLES.

MÉDAILLES DÉCERNÉES POUR DES INVENTIONS UTILES OU DES PERFECTIONNEMENTS DANS LES ARTS INDUSTRIELS.

(*Extraits des Rapports des différents comités.*)

(Voir le tableau I.)

Médailles d'or.

1. FREIN, *à embrayage électrique perfectionné*, par M. Achard, ingénieur-mécanicien, 60, rue de Provence, à Paris (1).

Le frein électrique de M. Achard lui a déjà valu une médaille d'or de la Société d'encouragement. Mais depuis vingt ans, M. Achard n'a cessé de perfectionner ce système d'enrayage, et a réussi à l'amener à un degré de simplicité qui fait l'admiration de tous ceux qui le voient fonctionner sur le train d'essai du chemin de fer de l'Est.

La Société d'encouragement tient à récompenser cette longue série d'efforts et de recherches, en accordant à M. Achard un rappel de la médaille d'or qu'il a autrefois obtenue.

(1) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 169.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2. FABRICATION *mécaniqne de tulles-guipures*, par M. Ch. Babey, à Calais (1).

Le métier à fabriquer mécaniquement le tulle semblait ne devoir jamais servir qu'à fabriquer le réseau sur lequel se détachent les dessins des dentelles. Par une série d'heureuses inventions, il tend à effectuer mécaniquement les dessins mêmes et déjà permet de fabriquer, sur une grande échelle, des articles qui ont toute l'élégance des dentelles et trouvent des applications variées : telles sont les guipures dont M. Babey est un des plus habiles fabricants.

Par les combinaisons d'un fil brodeur guidé par la jacquart, avec les chaînes et les fils de trame du métier à tulle, on est parvenu à obtenir des effets de plein et de vide, des points de Venise, des points de filet, etc.

Tels sont ceux que M. Babey nous a fait admirer, et c'est pour récompenser des progrès accomplis, grâce à une entente parfaite des ressources d'une fabrication difficile et à un goût excellent pour en obtenir d'élégants produits à bon marché, que la Société décerne à M. Babey une médaille d'or.

3. BALANCIER *compensateur pour chronomètres de marine*, par M. Callier, quai Saint-Michel, 13 à Paris (2).

La compensation dans les balanciers d'horlogerie a pour but de remédier aux altérations que les changements de température apportent dans l'isochronisme des oscillations.

M Callier, horloger de l'Observatoire, s'est occupé avec succès de cette délicate question, en ce qui concerne les chronomètres de marine et il a présenté aux derniers concours de la marine des appareils qui ont été remarqués.

De son côté, la Société à qui M. Callier a présenté ses travaux a pu constater qu'ils indiquaient chez leur auteur un esprit d'invention trés-ingénieux et réalisaient, en fait, un résultat pratique d'une véritable importance. En conséquence elle lui accorde une médaille d'or.

---

(1) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 169.
(2) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 568.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4. INSTRUMENTS *de précision*, par M. Deleuil, rue des Fourneaux, 4, à Paris (1).

M. Deleuil a présenté à la Société de nouveaux types de balances pouvant peser de 3 à 5 kilogrammes à 3 milligrammes près ; il a introduit, dans la construction des balances de laboratoire, des perfectionnements qui facilitent l'emploi des cavaliers ; enfin, dans l'installation de ses nouveaux ateliers de la rue des Fourneaux, il a apporté l'esprit de précision qui caractérise sa fabrication justement renommée.

M. Deleuil ayant déjà obtenu la plus haute récompense de la Société, un rappel de médaille d'or lui est accordé.

5. FAYENCES *artistiques* de la manufacture de Gien (Loiret) (2).

La manufacture de fayences de Gien, dont la création due à M. Hall remonte à 1820, se divise en deux branches bien distinctes pour des produits d'une valeur également différente. L'une de ces branches, la plus ancienne, comprend la fabrication des articles d'utilité domestique ; l'autre branche ne datant que de 1856 est celle des produits artistiques qui, depuis l'Exposition universelle de 1867, a pris un développement considérable.

Depuis sa fondation, la manufacture de Gien avait dû continuellement ajouter de nouvelles constructions aux anciennes, et cependant elle se trouvait encore en 1866 tellement à l'étroit, que directeurs et actionnaires décidèrent de raser tout ce qui existait pour construire une nouvelle usine mieux installée et beaucoup plus vaste.

La fayencerie couvre aujourd'hui une superficie de 50 000 mètres carrés et possède encore des dépendances considérables. Elle emploie un millier d'ouvrier et 200 peintres, et toute cette population jouit de toutes les institutions de prévoyance que la sollicitude d'une administration éclairée a su créer spécialement pour lui venir en aide.

C'est au concours dévoué de M. Geoffroi que la manufacture est en partie redevable de sa prospérité et du succès qu'elle a obtenue aux différentes Expositions universelles.

La Société accorde la médaille d'or à ce bel établissement.

---

(1) Voy. *Bulletin* de 1880, cahier de Janvier, p. 9.

(2) Voy. *id.*, cahier d'Avril, p. 178.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6. MANUFACTURE *de crayons*, de M. Gilbert, fils, à Givet, (Ardennes) (1).

M. Gilbert fils a continué avec succès l'œuvre de Conté qui, le premier, avait montré la supériorité française dans la fabrication des crayons.

Malgré la concurrence redoutable de l'Angleterre et de l'Allemagne, l'habileté de M. Gilbert, la sagesse de son administration, l'excellente tenue de sa manufacture lui ont permis d'arriver à de grands résultats sous le rapport de la perfection des produits et de la réduction des prix. Ajoutons à sa louange, qu'il est parvenu à pouvoir donner à ses ouvriers les avantages matériels qu'on serait heureux de voir assurés dans toutes les fabriques, et qu'enfin rien n'est négligé sous le rapport de l'hygiène et du bien-être.

La Société décerne une médaille d'or à M. Gilbert, fils.

7. ORGANISATION *de l'association des propriétaires d'appareils à vapeur, à Paris*, par M. Jourdain (2).

Il existe depuis longtemps en Angleterre, et plus récemment sur quelques points de la France, des associations de propriétaires d'appareils à vapeur, ayant pour but d'arriver aux moyens de prévenir autant que possible les explosions et les funestes accidents qui en sont la conséquence, et aussi de rechercher les procédés propres à réaliser la production économique de la vapeur et son meilleur emploi comme force motrice.

On pourrait s'étonner à bon droit que l'industrie parisienne, qui fait si largement usage des moteurs à vapeur, ne possédât pas une semblable association. Cette lacune a été heureusement comblée et l'association parisienne, fondée il y a un peu plus de cinq ans par un groupe d'honorables industriels, n'a fait que grandir, grâce à l'impulsion qu'a su lui donner son habile directeur, M. Maurice Jourdain, auquel la Société accorde une médaille d'or.

8. CONSTRUCTION *d'instruments de physique et de précision*, par M. Laurent, rue de l'Odéon, 31, à Paris (3).

M. Laurent, dont la Société a encouragé les premiers essais par une mé-

(1) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 426.
(2) Voy. Id. Id. p. 473.
(3) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 426.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

daille de bronze et ensuite par une médaille de platine, a développé depuis, sans interruption, sa fabrication d'instruments d'optique. Les appareils qu'il a successivement présentés à la Société et qui se rapportent à la polarisation de la lumière, à la mesure des longueurs d'ondes, à la spectroscopie, etc., enfin le saccharimètre qui porte son nom et qui est devenu l'outil indispensable des laboratoires et des industries sucrières, l'ont placé au premier rang dans l'opinion des savants qui ont toujours trouvé en lui un constructeur d'une rare habileté, et souvent un collaborateur d'un dévouement sans bornes.

La Société qui regarde la science comme la base de toute industrie, et qui s'intéresse particulièrement aux artistes qui en sont les auxiliaires les plus utiles, a suivi avec attention les progrès accomplis par M. Laurent dans l'ensemble de sa fabrication, et elle lui donne la plus haute marque de sa satisfaction en lui décernant une médaille d'or.

9. VERRERIES *et cristaux décorés par de nouveaux procédés*, par M. Monot, à Pantin (Seine) (1).

M. Monot, qui a fondé l'une des cristalleries les plus importantes des environs de Paris, a attaché son nom à des travaux dont l'industrie du verre a profité tout entière. Son usine renferme l'ensemble le plus complet des perfectionnements de la verrerie moderne.

De nouveaux moyens d'affinage, la coloration dans la masse du verre au chlorure d'argent, la production des reflets métalliques et des verres opales, sa fabrication exceptionnelle d'aventurine, sa gravure en relief, un nouveau système de four, tout un outillage perfectionné des plus ingénieux, tels sont les titres de M. Monot qui, parti de la position la plus modeste, est arrivé, après plus de trente années d'un travail énergique, à placer ses produits sur le même rang que ceux des premières cristalleries de France et d'Angleterre.

La Société décerne à M. Monot une médaille d'or.

10. MACHINES *à couler les bougies*, par M. Paul Morane aîné, rue du Banquier, 10, à Paris (2).

Le façonnage de l'acide stéraïque destiné à la production des bougies a

(1) Voy. *Bulletin* de 1880, cahier de Février, p. 72.

(2) Le rapport paraîtra prochainement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fait, depuis trente ans, des progrès considérables. Aux moules à godet, qu'autrefois l'ouvrier devait garnir, charger et démouler à la main, se sont substituées, de nos jours, des machines ingénieuses à marche rapide et à travail régulier.

C'est à M. Paul Morane aîné que revient l'initiative de presque tous ces progrès. C'est à lui que l'industrie de la bougie doit les dispositions du pince-mèche qui, seul, a rendu pratique la méthode de l'enfilage continu ; qu'elle doit les premières machines à repoussoir construites en France ; qu'elle doit, enfin, l'application des machines de ce système au coulage des matières dures. Les perfectionnements apportés par M. Paul Morane ainé à l'art de couler les bougies sont tels, qu'aujourd'hui c'est chose aisée, pour une ouvrière habile, que d'amener en une heure douze cents bougies à l'état marchand, alors qu'autrefois le travail à la main ne lui permettait qu'à grande peine d'en livrer 70 à 75 au paquetage.

La Société d'encouragement, frappée de l'importance des travaux de M. Paul Morane ainé, lui décerne la médaille d'or.

11. NOUVELLE MÉTHODE *pour la détermination des couleurs complémentaires et application qu'on en peut faire dans la décoration*, par M. Rosenstiehl (1).

M. Rosenstiehl a présenté à la Société une série de recherches relatives à l'harmonie des couleurs ; appliquant la méthode des disques rotatifs à l'étude du mélange des sensations colorées, il est parvenu au moyen d'un appareil simple et précis à déterminer les vraies complémentaires des couleurs, et à mesurer avec exactitude les éléments qui les composent. S'appuyant sur ces bases définies, il a construit des gammes colorées avec une précision inconnue, avant lui et qui sont des guides précieux pour le coloriste et le décorateur. Les règles qu'il a posées sont utilisées aujourd'hui dans les fabriques de toiles imprimées et de papiers peints.

La Société appréciant le haut intérêt que présentent les travaux de M. Rosenstiehl, au double point de vue scientifique et industriel, lui décerne une médaille d'or.

---

(1) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 509.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

12. PERFECTIONNEMENTS *à la machine à calculer* de M. Thomas, de Colmar, par M. Thomas de Bojano, 44, rue de Chateaudun, à Paris (1).

M. Thomas de Bojano a apporté à la machine à calculer, inventée en 1820 par M. Thomas (de Colmar), des perfectionnements importants qui en ont rendu l'usage absolument pratique.

Cette machine, lors de son apparition, avait excité l'admiration et, dans le rapport présenté en 1821 par l'un de nos comités, elle était signalée comme une invention digne d'être rangée au nombre de ces découvertes qui font honneur à ceux qui les conçoivent, et sont glorieuses pour l'époque qui les produit.

Elle effectuait déjà, comme maintenant, les opérations arithmétiques par le simple mouvement d'une manivelle et en suivant, pour ces opérations, (additions, soustractions, multiplications ou divisions) une marche analogue à celle qui est suivie dans la pratique habituelle des calculs.

Quelle que fut la grandeur des nombres calculés, elle donnait le résultat avec une précision absolue et non pas seulement par approximation.

Mais, à cette époque, le mode de construction de plusieurs de ses organes était défectueux et pouvait provoquer des dérangements accidentels ; la machine ne conservait pas la trace des résultats dans certaines opérations, comme par exemple la division, et il fallait interrompre sa marche pour inscrire à mesure les chiffres du quotient.

Les perfectionnements apportés par M. de Bojano ont fait disparaître tous ces défauts ; ils ont assuré à la machine une durée très-longue, et en ont complétement rendu l'emploi sûr et beaucoup plus rapide. Aussi la vente de cette machine qui avait été très-limitée dans les premières années, s'est développée rapidement et elle dépasse maintenant 100 par an, sur lesquelles 60 vont à l'étranger et 40 seulement restent en France.

Dans son état actuel, l'arithmomètre perfectionné par M. de Bojano constitue une machine qui, si elle ne diffère pas par le principe de l'invention primitive de M. Thomas (de Colmar), est tellement supérieure à cette dernière par les dispositions de détail et le mode de fonctionnement, qu'elle constitue de fait un appareil nouveau, dont l'emploi est appelé certainement à se vulgariser de plus en plus.

La Société décerne une médaille d'or à M. Thomas de Bojano.

---

(1) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 392.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

13. COULEURS INOFFENSIVES *pour la décoration des jouets d'enfants,* par M. Turpin, rue de Charonne, 66 à Paris (1).

M. Turpin, le zélé chercheur que la Société d'encouragement a déjà récompensé, a proposé une table chromatique complète de couleurs inoffensives, destinées principalement à la décoration des jouets en caoutchouc de sa fabrication, mais qui peuvent être employées aussi avantageusement pour la gouache, l'aquarelle et la peinture à l'huile.

Parmi ces couleurs, plusieurs sont connues et employées depuis longtemps, mais il y en a aussi de nouvelles qui sont dues aux recherches persévérantes de M. Turpin ; ce sont des espèces de laques rouges et orangés, à base d'éosine, complètement inoffensives et inaltérables à la lumière ; elles sont destinées à remplacer avantageusement les couleurs toxiques à base de plomb ou de mercure.

La découverte de M. Turpin permettra à l'Administration de proscrire d'une manière absolue l'emploi des matières toxiques pour la décoration des jouets, comme pour la coloration des bonbons et de certains produits comestibles.

La Société décerne à M. Turpin, pour ces nouvelles découvertes, une médaille d'or.

Médailles de platine.

1. EMULSION *sèche au bromure d'argent pour la photographie,* par M. Chardon, rue des Coudraies à Sceaux (2).

Parmi les nombreuses applications de la photographie, nous devons compter comme une des plus charmantes pour les touristes et une des plus utiles pour les hommes qui vont au loin à la recherche des conquêtes scientifiques, la possibilité de réunir facilement des souvenirs et des matériaux de travail dont l'authenticité est indiscutable.

Toutefois, les manipulations photographiques courantes qui semblent d'une pratique si facile dans le laboratoire, entraînent, quand on veut les utiliser

---

(1) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 465.
(2) Voy. Id. Id. p. 225.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au dehors, des complications considérables et elles deviennent d'autant plus difficiles, sinon impossibles, qu'on s'éloigne davantage des centres civilisés.

En face de ces difficultés, on a demandé l'obtention d'un produit sensible qui, se conservant pendant des années, put servir à préparer des surfaces photogéniques sans autre complication que son extension sur ces surfaces, et qui pût braver les températures climatériques extrêmes et une attente prolongée de l'emploi.

Par l'étude des propriétés du bromure d'argent et de son mélange à l'état d'extrême division dans une solution de coton-poudre, M. Alfred Chardon a réalisé le programme demandé ; il a librement donné et publié une méthode facile pour obtenir des clichés dans les excursions lointaines.

Ce procédé supprime les embarras de bains et de lavage pour la préparation première des glaces, et lorsque l'opérateur a recouvert celles-ci avec la couche de bromure d'argent, il peut sans autre opération attendre le moment propice, aussi bien pour la prise du sujet ou du point de vue que pour le développement de l'épreuve.

Déjà ce procédé a rendu des services à ceux de nos missionnaires scientifiques qui ont su se l'approprier, même par une étude rapide ; il réalise pour les photographes un progrès considérable, car il rend l'emploi de la photographie relativement facile dans des contrées où un opérateur, même habile, eut le plus souvent échoué avec les procédés courants.

Le service rendu par M. Chardon n'intéresse donc pas seulement la photographie, il s'étend d'une manière plus générale à toutes les sciences qui, comme la géographie, l'anthropologie, l'histoire naturelle, l'épigraphie et tant d'autres se relient aux découvertes des voyageurs.

Le Conseil de la Société d'encouragement décerne à M. Chardon (Alfred) déjà lauréat du Ministère de l'Instruction publique, une médaille de platine.

2. Systèmes *de remise à l'heure et autres travaux d'horlogerie*, par M. Fenon, quai Valmy, 57, à Paris (1).

M. Fenon est un des rares mécaniciens en horlogerie de précision que nous ayons en France. Il était le contre-maître de M. Winerle, et c'est lui qui a construit les meilleures horloges modernes de l'observatoire de Paris. Dernièrement il a obtenu le prix, lors du concours pour des horloges de précision,

(1) Le rapport paraîtra prochainement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

provoqué par la ville de Paris à l'occasion du projet de l'unification de l'heure dans cette ville et ses travaux lui ont valu une médaille d'honneur et une médaille d'argent à l'Exposition universelle de 1878. Dans ces derniers temps, il s'est occupé du problème de l'unification de l'heure dans les villes, et il a présenté à la Société plusieurs systèmes de remise à l'heure qui, bien que venus après d'autres également fort ingénieux, ont attiré l'attention du Comité compétant et lui ont fait accorder la médaille de platine.

3. Locomotive *sans foyer*, par M. Léon Francq, ingénieur civil (1).

M. Léon Francq est l'introducteur en France de la locomotive sans foyer, essayée pour la première fois aux Etats-Unis d'Amérique. Cette machine fonctionne dans des conditions particulières d'économie ; elle n'offre aucun danger, puisqu'elle n'est pas exposée aux surchauffes pendant les arrêts, qui produisent la plupart des explosions ; elle convient spécialement à l'exploitation à bon marché des chemins de fer sur route, toutes les fois que le trajet à fournir ne demande pas plus de quatre à cinq heures. L'essai de la locomotive sans foyer a été poursuivi pendant plusieurs mois par M. Francq sur la petite ligne de Marly à Rueil. La Société accorde à l'inventeur une médaille de platine.

4. Emploi *du métal blanc et des lames irisées dans la passementerie*, par M. Hélouis, rue de la Reine Henriette, 17, à Colombes (Seine) (2).

On sait que les fils dorés et argentés qui entrent dans la confection des épaulettes, ceinturons et galons étaient fabriqués autrefois en recouvrant d'or et d'argent pur des fils d'argent au titre de 0,990 ou des fils de cuivre. Avec le fil d'argent, on fabriquait la passementerie dite fine ; avec le fil de cuivre, on obtenait le mi-fin.

Le mi-fin n'avait subi jusqu'ici aucune transformation. M. Hélouis l'a singulièrement amélioré, depuis peu, en remplaçant le cuivre par le maillechort. En se servant d'alliages préparés avec des métaux suffisamment purs et en les maniant convenablement, il est arrivé à tréfiler sans difficulté des fils de 1/30 de millimètre. Ces fils sont faciles à dorer et à argenter ; ils donnent des produits d'un prix peu élevé, et dont l'avantage sur le cuivre doré ou argenté, qui s'altère si facilement, n'a pas besoin d'être démontré.

---

(1) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 9.
(2) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 284.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Hélouis est, en outre, parvenu à colorer de teintes nombreuses d'une grande beauté et d'une solidité parfaite des lames métalliques, avec lesquelles on fabrique des passementeries de couleurs variées et d'un aspect agréable. Cette coloration est produite par le dépôt galvanique d'une couche de peroxyde de plomb, assez mince pour présenter les couleurs vives des anneaux de Newton ou des bulles de savon.

Les produits nouveaux de M. Helouis sont actuellement très-recherchés, et bien certainement on peut dire que cet habile fabricant a apporté un complément intéressant à la belle découverte de ses illustres prédécesseurs Nobili et Becquerel.

La Société décerne une médaille de platine à M. Hélouis.

5. MACHINE *à détirer les tissus*, par M. Marcadier, rue Royer-Collard, 11, à Paris (1).

M. Marcadier a inventé une machine à détirer les étoffes.

Cette machine est destinée principalement aux étoffes employées dans les travaux de lingerie, et remplace très-avantageusement un travail manuel fort pénible. Elle comporte des organes fort ingénieusement disposés, et, depuis sa création, l'auteur a eu la satisfaction de la voir s'introduire peu à peu dans les usines.

La Société décerne à M. Marcadier une médaille de platine.

6. VOITURE *automobile*, par M. Mékarski (2).

Depuis plusieurs années, M. Mékarski consacre tout son temps à étudier la traction mécanique des tramways à l'aide de l'air comprimé. On lui doit une solution très-élégante de ce problème. Sa voiture à air comprimé tient peu de place, et renferme sous un volume relativement petit une grande réserve de puissance motrice. Elle est susceptible de développer d'énergiques efforts, soit pour remonter une rampe, soit pour s'arrêter court en cas d'encombrement des voies à parcourir. Les cylindres qui contiennent la provision d'air nécessaire à la propulsion ne sont exposés, en service, à aucun danger réel d'explosion ou de rupture. En somme, la traction à air comprimé semble l'une

(1) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 66.
(2) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 585.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des meilleures méthodes pour l'exploitation mécanique des tramways : les appareils sont toujours propres, ils font peu de bruit, et n'incommodent pas le voisinage.

La Société d'encouragement, après avoir constaté ces avantages, décerne à M. Mékarski une médaille de platine.

7. GRILLES *artistiques forgées*, par M. Moreau, rue Chaudron, 24, à Paris (1).

M. Moreau, serrurier-constructeur, aussi laborieux qu'intelligent, a rassemblé dans un musée des plus curieux une foule d'objets d'arts relatifs à la serrurerie, formant une collection de tous les styles et de tous les temps, et il y a joint une bibliothèque très-intéressante d'ouvrages spéciaux reproduisant les modèles du Moyen-Age et de la Renaissance.

Ses ateliers, qui occupent plus de 200 ouvriers, ont produit une grande quantité d'ouvrages de serrurerie des plus importants, comme le Passage des Princes, la grille Louis XIV à Marly et autres, et enfin dernièrement le mausolée du duc de Brunswick à Genève sur les dessins de M. Franck, architecte.

Ce dernier travail a mérité l'attention de la Société par les progrès dont il donne la preuve dans la serrurerie artistique.

La Société, en félicitant M. Moreau de ses belles études dans cet art, lui décerne une médaille de platine.

8. APPAREIL *destiné à l'analyse industrielle des gaz*, par M. Orsat, rue de la Victoire, 29, Paris (2).

M. Orsat manufacturier, ancien élève de l'École des mines, s'est proposé de modifier les divers systèmes d'analyses rigoureuses des gaz dans les laboratoires, en leur substituant un appareil capable de fournir des résultats suffisamment approchés, tout en présentant l'avantage d'un fonctionnement rapide. Beaucoup de questions industrielles importantes, notamment celles qui se rattachent à l'application de la chaleur, peuvent être résolues par l'analyse des gaz de la combustion. L'emploi d'un appareil portatif, permettant d'opérer des analyses rapides et multipliées sur place, dans les usines et à

(1) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 428.
(2) Voy. *Bulletin* de 1880, cahier de juin, p. 295.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

proximité des appareils, sans connaissances approfondies en chimie, peut rendre de véritables services aux ingénieurs et aux usiniers. Tel est le problème que M. Orsat s'est proposé de résoudre, et nous devons dire qu'il a mis à profit les conseils du savant M. Schlœsing et qu'il s'est inspiré de quelques unes de ses conceptions.

L'appareil de M. Orsat a figuré à l'Exposition universelle de 1878, où il a reçu une médaille d'argent.

A son tour, la Société d'encouragement récompense M. Orsat, en lui décernant une médaille de platine.

9. LAMPE *électrique à incandescence* par M. Reynier, rue des Feuillantines, 81, à Paris (1).

La lampe de M. E. Regnier, fondée sur le principe de la répulsion des éléments contigus d'un même courant et sur celui de l'incandescence et de la combustion d'une tige de charbon appuyant par le bout contre un disque massif de la même matière, qui ne peut rougir ni brûler en raison de sa grosseur relative, surtout quand il constitue l'électrode négative du système, a donné des résultats de fixité dans une lumière, assez sérieux pour attirer l'attention des physiciens. D'un autre côté, la simplicité de son mécanisme et la facilité qu'elle a donnée de pouvoir fractionner, dans des limites utiles, la lumière fournie par un générateur puissant et même de pouvoir utiliser pour l'éclairage des sources électriques peu énergiques, sont très-dignes d'encouragement. Cette opinion s'est trouvée justifiée par les résultats avantageux qni ont été obtenus dans l'une des usines où ce système a été installé, la blanchisserie de M. P. Fournet, au Breuil-en-Auge, dans laquelle cet éclairage a réalisé une économie considérable et dans le rapport de 581 francs à 2 485 francs, ainsi que le constate le rapport du directeur de l'usine.

La Société d'encouragement décerne donc à M. E. Regnier une médaille de platine.

---

(1) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 281.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Médailles d'argent.

1. INSTRUMENTS *à dessiner* par M. Avril, rue d'Alembert, 15, Paris (1).

Les progrès de l'héliogravure ont fait reporter sur le dessinateur une partie des travaux qui s'effectuaient autrefois en même temps que la gravure. Tel était par exemple le tracé des lignes parallèles, pour lequel on employait la machine à graver sur cuivre.

M. Avril a cherché à mettre à la disposition du dessinateur des outils simples et commodes, qui lui permissent de faire ses opérations, et principalement sa règle pour tracer les parallèles équidistantes, si simple et en même temps si précise, pour peu qu'elle soit maniée par une main un peu expérimentée. Elle peut remplacer très bien les machines à graver de Comté et de Colas, bien plus compliquées et bien plus chères.

La Société décerne à M. Avril une médaille d'argent.

2. NOUVEL *organe de machines* par M. Charles Bourdon, avenue Philippe-Auguste, 119, à Paris (2).

On sait que dans la marine on a commencé à disposer, à l'arrière de la coque des navires à vapeur, deux hélices au lieu d'une, dont les arbres sont tantôt actionnés par des machines distinctes et indépendantes, et tantôt reliés par des roues dentées. Les inconvénients de ce genre de commande sont généralement reconnus, et c'est pour y remédier que M. Charles Bourdon a imaginé un nouvel organe qui relie directement, sans courroie ni engrenages, les deux arbres tournant en sens contraire.

L'invention de M. Charles Bourdon dote le repertoire des organes de transmission de mouvement d'une combinaison nouvelle, qui peut être d'une certaine utilité dans la composition des machines ; elle révèle chez son auteur des qualités géométriques et inventives très-dignes d'être encouragées, et c'est pourquoi la Société lui décerne une médaille d'argent.

3. LISSES *métalliques pour le tissage* par MM. Chevallier frères, à Orléans (3).

MM. Chevallier frères ont imaginé de remplacer, dans la fabrication des

(1) Le Rapport paraîtra incessamment.
(2) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t, VI, p. 57.
(3) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 115.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couvertures, les lisses en ficelle qui s'usent facilement par des lisses en fil de laiton bien plus durables. La petite machine qu'ils ont combinée pour fabriquer ces lisses dans d'excellentes conditions et pour qu'elles ne puissent fatiguer le fil de laine est précise et ingénieuse.

La Société leur décerne une médaille d'argent.

4. APPAREIL *destiné à la détermination rapide du grisou dans l'atmosphère des mines* par M. Coquillon, à Charleville (Ardennes) (1).

Les dangers que présente le dégagement de l'hydrogène protocarboné ou *grisou*, dans les mines de houille, sont généralement connus.

M. Coquillon, professeur des sciences physiques, a imaginé un appareil qui permet d'évaluer rapidement, à 1/100 et même à moins de 1/100 près, la proportion de grisou contenue dans l'atmosphère d'une houillère. La facilité avec laquelle on peut multiplier les prises d'air dans une mine, la rapidité avec laquelle le dosage du carbure d'hydrogène peut être fait par cet appareil, rendent dignes d'intérêt les recherches de M. Coquillon. En conséquence, la la Société lui décerne une médaille d'argent.

5. QUANTIÈMES *appliqués aux montres* par M. Louis-Joseph Crozet, à Magland (Haute-Savoie) (2).

M. Crozet, habile horloger, a imaginé des dispositions qui permettent d'ajouter aux montres, pendant leur fabrication et pour une modique augmentation de prix de 3 francs, une aiguille indiquant les quantièmes du mois, puis, pour un supplément de dépense de 2 francs, une seconde aiguille marquant les jours de la semaine.

Les rouages de M. Crozet, ingénieusement disposés et bien exécutés, constituent au point de vue du bon marché un perfectionnement, qui pourrait avoi pour effet de rendre plus fréquente qu'elle ne l'est maintenant l'application des quantièmes aux montres, application prisée par les voyageurs.

La Société décerne à M. Crozet une médaille d'argent.

---

(1) Voy. *Bulletin* de 1880, cahier de juin, p. 301.

(2) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 456 et 621.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6. PROCÉDÉ *pour le dressage des chevaux rebelles* par MM. Defoy et Moreau, rue Mesnil, 14, à Passy-Paris (1).

Le procédé employé par MM. Defoy et Moreau pour le dressage des chevaux rebelles est basé sur un emploi nouveau et très-modéré de l'électricité. Les engins, qui ont pour but de recevoir et de transmettre le courant au cheval en expérience, se distinguent par un corps isolant, placé en leur milieu, de manière à forcer ce courant à passer à travers les organes du cheval qui les supporte.

Le courant est assez faible et les auteurs se gardent bien de produire sur les chevaux de fortes secousses ; ils en suspendent ensuite l'effet aussitôt que cesse la résistance des animaux méchants ou leurs mouvemeuts offensifs, tandis qu'ils leur parlent et les caressent constamment.

Des essais très-intéressants, faits au dépôt des chevaux méchants de la Compagnie générale des Omnibus, ont démontré à la Société que le système de MM. Defoy et Moreau pouvait être particulièrement recommandé comme pouvant rendre de très-grands services, s'il est appliqué avec une sage mesure; en conséquence elle leur décerne une médaille d'argent.

7. CHARIOT *propre à faciliter le déchargement des gros blocs de pierre* par M. Folacci, rue François Miron, 12, à Paris (2).

Un ancien entrepreneur de travaux publics, M. Folacci, a construit un binard très bien entendu pour faciliter le déchargement sur les chantiers de construction des gros blocs de pierre. Son appareil est d'un maniement très-simple et il supprime le danger d'une manœuvre qui, avec les moyens dont on dispose d'ordinaire, ne laisse pas que d'être périlleuse.

La Société d'encouragement à voulu récompenser cette invention humanitaire, et elle décerne à M. Folacci une médaille d'argent.

8. PROCÉDÉ *de dosage pour l'extrait sec des vins* par M. Houdart, rue de Belleville, 134, à Paris (3).

M. Houdart est l'inventeur d'un procédé qui permet de doser rapidement,

(1) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 356.
(2) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 113.
(3) Voy. Id. Id. p. 117.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et avec une approximation suffisante, la quantité de matières extractives contenues dans un vin. A l'aide de la méthode proposée par M. Houdart, on détermine, bien plus sûrement que par dégustation, la stabilité des divers principes d'un vin; on reconnaît certaines des fraudes qui ont pu être commises. Cette méthode est de nature à rendre des services sérieux au viticulteur et au négociant.

La Société décerne à M. Houdart une médaille d'argent.

9. Procédés *pour déceler la présence de l'alcool dans les mélanges* par M. Jacquemart, boulevart Saint-Germain, 160, à Paris (1).

M. Jacquemart a fait connaître un moyen rapide et sûr pour reconnaître la présence de l'alcool vinique dans divers mélanges liquides ou solides.

Le procédé est extrêmement simple et il ne présente aucun danger pour l'expérimentateur; il a été utilisé fructueusement par l'Administration de l'octroi de Paris, par celles des douanes et des contributions indirectes.

Le mérite de cette invention originale est aujourd'hui parfaitement reconnu. C'est pour cette raison que la Société donne à M. Jacquemart une médaille d'argent.

10. Substitution *de la chlorophylle aux sels de cuivre dans la préparation des conserves de fruits et de légumes verts* par MM. Lecourt et Guillemare, rue Payenne, 4, à Paris (2).

Préparer des conserves de légumes avec leur couleur verte, selon le goût du consommateur et les exigences du commerce, et obtenir ce résultat sans le secours des sels de cuivre, tel est le problème qui a été résolu de la manière la plus heureuse par MM. Lecourt et Guillemare.

C'est en empruntant la chlorophylle à une matière alimentaire qui en est abondamment pourvue, et fixant cette matière verte sur les légumes pendant l'opération du blanchîment, que MM. Lecourt et Guillemare sont parvenus à préparer des conserves de légumes verts ne renfermant aucun produit suspect pour l'économie.

Ce procédé satisfait donc à tous les desiderata que réclame depuis long-

(1) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 91.
(2) Voy. Id. Id. p. 641.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps l'hygiène publique. Aussi, la Société d'encouragement a-t-elle voulu récompenser les efforts de ces industriels en leur accordant une médaille d'argent.

11. PAPIER SENSIBLE, dit CYANOFER, *pour la reproduction des cartes, dessins, etc.* par M. Pellet rue Bizet, 5, à Paris (1).

Dès le début de la photographie, on dût penser à remplacer les calques de plans, longs et couteux, sujets à erreur, faits par la main de l'homme, au moyen d'une copie faite par la lumière. Mais, dans l'application, deux obstacles se présentaient : ou il fallait produire un négatif par la chambre noire, opération d'autant plus délicate et coûteuse que les dimensions de l'original étaient plus considérables, ou, si l'on se servait de cet original même comme d'un cliché, l'épreuve obtenue était négative, c'est-à-dire traduisait le trait noir sur papier blanc par un trait blanc sur fond obscur, ce qui présentait l'inconvénient de déranger les habitudes du lecteur, et surtout rendait impossible l'application des teintes conventionnelles.

M. Pellet, s'appuyant sur les travaux de M. A. Poitevin, sur l'action réductive que la lumière produit sur certains sels de fer mélangés de matières organiques, prépara, au moyen d'une solution de perchlorure de fer et d'acide tartrique épaissie par un mucilage, un papier qui, trempé dans une solution de cyanoferrure de potassium, devrait bleuir sur toute sa surface; mais s'il a été exposé à la lumière, la réaction du bleu de Prusse ne se produit pas. Aussi, en exposant directement ce papier préparé sous un dessin dont le fond blanc est suffisamment transparent pour que les traits seuls empêchent l'action lumineuse, on obtient une image que développe l'immersion dans un bain de cyanoferrure de potassium en produisant des traits bleus foncés sur un fond relativement blanc.

Ces calques photographiques peuvent être rapidement tirés au nombre voulu d'exemplaires et recevoir toutes les teintes conventionnelles.

La préparation de ce papier cyanofer est l'objet d'une fabrication courante et déjà importante. La consommation par les usines du Creuzot, de Fives-Lille, par les grandes administrations de chemins de fer s'élève à plusieurs mille mètres par mois.

L'utilité de ces moyens photographiques, qui viennent se placer économi-

(1) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 599.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quement entre un calque unique fait à la main et les exemplaires nombreux demandés aux impressions lithographiques, a été très-justement appréciée par les grandes administrations et le conseil de la Société d'encouragement, appréciant les services que rend le procédé de M. Pellet, décerne à son auteur une médaille d'argent.

12. Aréomètre thermique *pour l'essai des huiles* par M. Pinchon, à Elbeuf (Seine-Inférieure) (1).

M. Pinchon, par la construction de son aréomètre thermique pour l'essai des huiles, a mis à la disposition des industriels un moyen de contrôle précieux dans ce genre de commerce si exposé à la fraude. La Société décerne à M. Pinchon une médaille d'argent.

13. Procédé *pour l'extinction rapide des feux de cheminée* par M. Quequet, rue de la Bastille, 6, à Paris (2).

Le public est redevable à M. Quequet d'un procédé, généralement employé aujourd'hui, qui permet d'éteindre rapidement, instantanément presque, les feux de cheminée.

Dans les grandes villes, à Paris notamment, où les tuyaux de fumée traversent toujours plusieurs habitations avant de sortir sur le toit, on comprend quel grand intérêt il y a toujours à ce qu'un feu de cheminée soit éteint assez rapidement pour qu'il n'ait pas le temps de se propager dans les habitations.

M. Quequet, après de nombreuses expériences, est parvenu à faire adopter par les officiers de pompiers de Paris l'emploi du sulfure de carbone dans des conditions exemptes de tout danger.

Depuis près de trois ans on éteint à Paris par ce procédé tous les feux de cheminée.

La Société appréciant les services que rend l'emploi de ce procédé décerne à M. Quequet une médaille d'argent.

---

(1) Le rapport paraîtra prochainement.

(2) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 644.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

14. ROBINETS GRAISSEURS par M. E. Rous, rue Descartes, 42, à Paris (1).

M. Rous a déjà plusieurs fois attiré l'attention de la Société par ses travaux soignés.

Des outils d'ajusteur mécanicien, des réservoirs d'huile à fermeture bien jointive pour les bielles de machines à vapeur et autres organes, un encrier à l'usage des écoles ont été appréciés en leur temps. Dernièrement, il a présenté un robinet graisseur automatique destiné au service des cylindres de machines à vapeur. Le Comité des arts mécaniques ayant pu se rendre compte de sa bonne construction et de son bon fonctionnement, la Société décerne à M. Rous une médaille d'argent.

Médailles de bronze.

1. PERFECTIONNEMENT *aux nivelettes pour le tracé des pentes sur le terrain* par M. Boillé, rue Lafayette, 226, à Paris (2).

M. Boillé a remarqué que, sur les chantiers des travaux de terrassement, de maçonnerie, etc., l'opération de planter un piquet à une hauteur rigoureusement exacte présente, dans la pratique, d'assez grandes difficultés amenant des retards ; il a pensé également que lorsqu'on veut vérifier si une ligne se trouve en pente uniforme, il est avantageux de pouvoir facilement mesurer l'écart qui peut exister sur chaque point.

Il a, en conséquence, imaginé de construire les jalons des nivelettes en fer creux et de rendre le voyant de l'une d'elles, celle du point intermédiaire, mobile au moyen d'une tige en fer se mouvant de haut en bas dans le creux du jalon et pouvant être fixée par une vis de pression. Cette tige est graduée en centimètres à partir du point zéro correspondant à la hauteur normale du jeu dont on se sert. Grâce à ce dispositif, on peut déterminer exactement la cote nécessaire pour diriger les ouvriers.

Le perfectionnement imaginé par M. Boillé pouvant rendre d'utiles services, la Société lui accorde une médaille de bronze.

---

(1) Voy. *Bulletin* de 1880, cahier de Mai, p. 234.

(2) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 296.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2. THERMO-SIGNAL *automoteur* par M. A. Coret, rue du Château-d'Eau, 65, à Paris (1).

M. Coret, ancien mécanicien de navires, a présenté à la Société un petit appareil destiné à indiquer l'échauffement des tourillons ou des collets des arbres de transmission. Il a vu l'inconvénient des organes de machines peu accessibles, et son expérience l'a amené à trouver un indicateur automatique avertissant le mécanicien du mauvais état du graissage.

A cet effet, il a disposé un petit cylindre, dont les fonds sont des membranes flexibles, et qui est rempli d'un liquide facilement dilatable. Cette dilatation, sous l'action de l'échauffement des tourillons, déplace une tige mobile qui se trouve alors en contact avec une sonnerie d'alarme.

La Société décerne à M. Coret une médaille de bronze.

3. ENVELOPPES *pour empêcher la déperdition de la chaleur* par M. Dégremont, au Cateau (Nord) (2).

M. Dégremont est l'inventeur d'une enveloppe calorifuge, applicable surtout aux tuyaux conducteurs de vapeur.

Cette enveloppe consiste en une série de petites douves de bois réunies sur une toile et s'appliquant très-aisément sur les tuyaux, en laissant une couche d'air entre leur surface et celle du bois.

Cette enveloppe est facilement démontable et vient ajouter une nouvelle solution à celles déjà très-nombreuses employées pour le même usage.

La Société décerne à M. Dégremont une médaille de bronze.

4. APPAREIL *pour garantir les ouvriers contre les accidents des scies circulaires* par M. J. B. Ganne, rue de Soubise, 31, à Saint-Ouen (Seine) (3).

M. Ganne, contre-maître de scieries, a eu sous les yeux tous les accidents qui résultent de l'emploi des scies circulaires.

Sans pouvoir les prévenir tous, il a cependant combiné un appareil de garantie qui met l'opérateur à l'abri du danger. C'est un casque enveloppant la

(1) Voy. *Bulletin* de 1877, 3e série, t. IV, p. 677.
(2) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 591.
(3) Voy. Id. Id. p. 337.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

scie, mais pouvant s'enlever et se replacer sans peine; l'invention consiste surtout dans la manière dont ce casque est rendu facilement maniable.

La Société décerne à M. Ganne une médaille de bronze.

5. Pompes *pneumatiques* par M. P. Lacroix, rue Cassini, 6, à Paris (1).

M. Lacroix est parvenu à construire des pompes jouissant d'une étanchéité parfaite, tout en leur conservant une simplicité en quelque sorte élémentaire, par la suppression de toute pièce ajustée ainsi que des garnitures ordinaires de pistons ou de presse-étoupes, qui sont toujours une source d'embarras.

Ces pompes méritent d'être recommandées au double point de vue de leur grande simplicité et des facilités qu'elles présentent pour l'entretien et la mise en état.

La Société accorde à leur auteur une médaille de bronze.

6. Sonneries *trembleuses sans électricité* par M. Laville, boulevard de Reuilly, 49, à Paris (2).

M. Laville a imaginé des sonneries trembleuses d'appartement, qui présentent les dispositions générales des sonneries électriques et se prêtent comme elles, soit à l'établissement de communications entre des pièces modérément éloignées, soit à l'installation de tableaux d'appel avec signaux avertisseurs, soit à la production d'un appel lors de l'ouverture d'une porte, etc.

Ces sonneries, dont les organes entièrement mécaniques sont simples et d'un fonctionnement régulier, peuvent remplacer avantageusement, dans un grand nombre de cas, les sonneries électriques dont elles n'ont pas certains défauts.

La Société décerne à M. Laville une médaille de bronze.

7. Dispositif *réalisant la transformation du mouvement circulaire en mouvement rectiligne* par M. Perrolaz, à Thonon (Haute-Savoie) (3).

La Société d'encouragement accorde une médaille de bronze à M. Perro-

(1) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 592.
(2) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 177.
(3) Voy. *Bulletin* de 1880, cahier de Mai, p. 229.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

laz, mécanicien à Thonon (Haute-Savoie), qui lui a communiqué récemment une nouvelle solution rigoureuse du problème que le parallélogramme de Watt ne résout qu'approximativement

8. PALETTE *à essayer les huiles* par MM. Rouaix et Dufour, rue de l'Université, 157, à Paris (1).

Par la disposition et l'emploi de leur palette, MM. Rouaix et Dufour ont rendu plus facile et plus sûr l'emploi des réactifs en usage pour l'essai des huiles.

La Société leur accorde une médaille de bronze.

9. GODET GRAISSEUR *pour poulies folles* par M. Saurel, rue Saint-Honoré, 2, à Paris (2).

M. Saurel est l'inventeur d'un godet graisseur applicable aux poulies folles des transmissions de mouvement, dont le graissage se fait toujours d'une manière incomplète, la force centrifuge projetant les huiles et ajoutant l'inconvénient de la malpropreté à celui d'un graissage imparfait.

Le godet de M. Saurel est complètement clos ; la graisse qu'il renferme est pressée par un disque de plomb, que la force centrifuge met en action; il en résulte un graissage continu et sans perte.

La Société décerne à M. Saurel une médaille de bronze.

10. MOYEN *pour arrêter les chevaux emportés ou vicieux* par M. Sidot, préparateur de physique, à Paris (3).

Le procédé proposé par M. Sidot est fondé sur l'emploi d'un mors spécial pouvant donner une secousse électrique au cheval au moment où il s'emporte ou se livre à ses habitudes vicieuses, et qui, répétée dans des conditions convenables, tend à le corriger.

La Société accorde à M. Sidot une médaille de bronze, à laquelle elle ajoute un encouragement de 200 francs.

---

(1) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, 573.
(2) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 294.
(3) Voy. *Bulletin* de 1872, 2e série, t. XIX, p. 471.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

11. ATTACHES MÉTALLIQUES *pour la jonction des courroies* par M. Violette, rue Neuve-Popincourt, 8, à Paris (1).

M. Violette a imaginé un nouveau mode de jonction des courroies, évitant leur perforation et, par suite, leur assurant une plus longue durée.

Cette jonction se fait rapidement au moyen de deux plaques métalliques réunies par des vis; les plaques sont solides et peuvent faire un long usage. L'expérience a déjà consacré ce mode d'attache, qui, sans pouvoir s'appliquer à tous les cas, trouvera encore une large place dans les ateliers.

La Société accorde à M. Violette une médaille de bronze.

II. LISTE DES CONTRE-MAÎTRES ET OUVRIERS AUXQUELS ONT ÉTÉ DÉCERNÉES DES MÉDAILLES D'ENCOURAGEMENT.

Nos D'ORDRE.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES de service.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
1	BLAIN (Constant), contre-maître . .	24	M. *Bluteau-Venier*, fabricant d'articles de voyage, à Loches (Indre-et-Loire).
2	BLANCHARD (Louis-Alexandre). . . .	34	MM. *Haret* frères, entrepreneur de menuiserie, à Paris.
3	BRÉGAND (Louis), ouvrier.	14	M. *Wiesnegg*, fabricant d'appareils pour les sciences, à Paris.
4	CABIALLAVETTA (Louis), ouvrier. . .	30	M. *Guillout*, fabricant de biscuits, à Paris.
5	CHAINE (Antoine), ouvrier.	46	*Ateliers de construction de Casamène*, près Besançon.
6	CHARTRAIN (Modeste), contre-maître.	46	M. *Gaucheron-Greffier*, fabricant de couvertures de laine, à Orléans.
7	COUGET (Eugène), contre-maître. . .	23	MM. *Lepaute* (Henri) frères, horlogers, à Paris.

(1) Voy. *Bulletin* de 1880, cahier de Mai, p. 237.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos D'ORDRE.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES de service.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
8	DEBRAUX (Désiré), ouvrier.	32	M. *Baux*, fabricant de colle-forte, à Givet.
9	DECKERT (Jean-Thiébaut), chaudronnier.	23	*Atelier du dépôt de la Compagnie des chemins de fer de l'Est*, à Épinal.
10	DELABROUSSE (François-Gilles), ouvrier.	35	MM. *Ozouf* et *Leprince*, fabricants de carton, à Grenelle-Paris.
11	DELAQUIT (Jean-Eugène), ouvrier tisseur.	36	M. *Mourceau*, fabricant de tissus pour ameublements, à Paris.
12	DESBOURDES (Jean), ouvrier.	30	M. *Bruzon* et comp., fabricant de céruse, à Tours.
13	DESCARTES (Auguste), ouvrier	31	M. *Breguet*, constructeur-mécanicien, à Paris.
14	DEVAUX (Henri-Denis), ouvrier. . . .	28	M. *Carpentier*, successeur de Ruhmkorff.
15	FARIOLA (Alexandre), ouvrier fondeur.	34	*Ecole d'arts et métiers de Chalons.*
16	FLEURANT (Jean-Léonide), chef de service.	32	M. *Chaix*, imprimeur-typographe, à Paris.
17	FLEURY (Pierre-Louis), ouvrier. . . .	42	*Dépotoir municipal de la Villette.*
18	FREMONT (Joseph-Frédéric-Alexandre).	38	Ancienne maison *Delacretaz* et *Fourcade*, fabricants de produits chimiques, à Paris. . . . .
19	GENDARME (François-Antoine), ouvrier.	20	M. *Hardy*, constructeur-mécanicien, à Paris.
20	GODIERRE (Jean-François), chef des ateliers.	23	M. *de Quillacq*, constructeur-mécanicien, à Anzin.
21	GODIN (Louis-Joseph-Auguste), ouvrier.	46	M. *Pihet*, ingénieur mécanicien, à Paris.
22	GOGNIAUX (Alexandre), ouvrier. . .	32	*Atelier de précision de Saint-Thomas-d'Aquin.*
23	GUIZOL (Jean-Chrisostôme), cantonnier-chef.	27	*Service des ponts et chaussées du département des Basses-Alpes.*
24	HENNION (Antoine), ouvrier.	21	M. *Lefebvre* (Th.), fabricant de céruse, à Lille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos D'ORDRE.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES de service.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		MM.
25	IZARD (Jacques), ouvrier agricole. . .	29	M. *Théron de Montaugé*, agriculteur à Périole, près Toulouse.
26	JAHAN (Denis), ouvrier mouleur. . .	53	M. *Ciron*, fondeur en cuivre, à Nantes.
27	LANDRY (Jean-Baptiste), ouvrier. . .	38	Mme Ve *Chagniat*, fabricant de papier de fantaisie, au Grand-Montrouge.
28	LEONARD (Joseph), contre-maître. . .	26	*Ateliers de l'ébénisterie de la Compagnie des chemins de fer de l'Est*, à Mohon (Ardennes).
29	MAIGROT (Henri), contre-maître. . .	34	*Ateliers des voitures du chemin de fer du Nord*, à la Chapelle.
30	MACHET (Pierre-Eugène), ouvrier décorateur.	41	M. *Guignery*, peintre et vernisseur sur métaux, à Paris.
31	NOUGUIER (Hippolyte), contre-maître.	43	MM. *Faulquier, Cadet et comp.*, fabricants de stéarine, à Montpellier.
32	PERRIER (François), ouvrier tourneur.	27	M. *Hermann*, fabricants de machines à triturer, à Paris.
33	PIAT (Charles), contre-maître	44	M. *Bourdon* père, constructeur mécanicien, à Paris.
34	ROUSSY (Palmyre), contre-maître. .	31	M. *Édouard Maystre*, fabricant de bonneterie, au Vigan (Gard).
35	VERBECQ (Antoine), chef ouvrier. . .	46	*Manufacture des produits chimiques du Nord*, usine de la Madeleine-lès-Lille (Nord).

Les secrétaires du Conseil de la Société,

CH. DE 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. *Blain* (Constant).

M. Blain est entré en 1856, à l'âge de onze ans, chez M. Bluteau-Venier, membre de la Société d'encouragement, fabricant d'articles de voyage, à Loches (Indre-et-Loire) ; aujourd'hui, il est contre-maître coupeur dans l'un des ateliers et compte, par conséquent, vingt-quatre ans de service.

2. M. *Blanchard* (Louis-Alexandre).

Né en 1815, à Jouarre (Seine-et-Marne), M. Blanchard travaille depuis trente-quatre ans chez MM. Haret frères, entrepreneurs de menuiserie, à Paris. Ses patrons le citent comme un excellent ouvrier, estimé de tous les autres et qui a su former de nombreux élèves.

Homme d'ordre et de prévoyance, M. Blanchard a su, par un prélèvement modique mais continu sur son salaire, réaliser quelques économies capables de mettre sa vieillesse à l'abri du besoin ; c'est là un exemple qu'on ne saurait trop recommander et que louent hautement les deux membres du conseil de la Société, MM. Paliard et Bunel, sous les auspices desquels MM. Haret ont présenté leur candidat.

3. M. *Bregand* (Louis).

M. Bregand a été recommandé à la Société par un de ses membres, M. Wiesnegg, fabricant d'appareils pour les sciences, chez lequel il est entré il y a quatorze ans et où il remplit aujourd'hui les fonctions de contre-maître, avec une exactitude et un dévouement dignes d'éloges.

4. M. *Cabiallavetta* (Louis).

Trente années de services consécutifs, tels sont les titres honorables que M. Guillout, fabricant de biscuits à Paris, membre de la Société, a présentés en faveur de l'un de ses ouvriers, Cabiallavetta, dont le zèle et la moralité ne laissent rien à désirer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5. M. *Chaine* (Antoine).

M. Chaine est un digne vétéran de l'industrie, dont l'âge et les heures d'adversité n'ont pas ralenti l'ardeur au travail. Il a été vivement recommandé, il y a deux ans, par le regretté M. Lissajous, recteur de l'Académie de Besançon, membre du Conseil de la Société et par son chef, M. Paul de Resener, directeur des ateliers de construction de Casamène, près Besançon (Société des forges de Franche-Comté). Voici un extrait de la lettre de ce dernier :

« M. Chaine, né en 1808, entré en 1834, en qualité de tourneur sur métaux, dans les ateliers de Casamène, appartenant alors à M. Guillemin, constructeur-mécanicien, n'a pas discontinué depuis lors d'y travailler à l'entière satisfaction de ses chefs. Pendant ces quarante-six années passées dans nos ateliers, la conduite de ce digne et brave ouvrier a été constamment irréprochable et, malgré la perte cruelle de trois enfants, il a persévéré courageusement dans la voie de l'honnêteté et du travail... »

6. M. *Chartrain* (Modeste).

M. Chartrain avait dix ans lorsqu'il est entré, en 1834, dans la fabrique de couverture de MM. Gaucheron-Greffier et Cie, à Orléans; son intelligence et son assiduité l'ont si bien fait remarquer que, dix-neuf ans plus tard, il devenait contre-maître et il remplit depuis vingt-sept ans les mêmes fonctions, à la grande satisfaction de ses patrons.

La Société récompense donc en M. Chartrain quarante-six ans de bons et loyaux services.

7. M. *Couget* (Eugène).

M. Henry Lepaute, horloger, membre de la Société, a sollicité depuis longtemps une médaille pour M. Couget, en appuyant sa demande sur les titres suivants qui méritent d'être signalés.

« .... Né en 1829 dans les Basses-Pyrénées, écrit M. Henry Lepaute, M. Couget apprit de bonne heure à travailler le métal dans la forge même de son père; puis un jour, comme bien d'autres, il voulut faire son tour de France et s'arrêta au Creuzot où en travaillant aux grosses pièces de locomotives, il apprit à tourner.

« En 1857, il entra dans notre maison, qu'il n'a pas quittée depuis cette époque et où il n'a pas tardé à devenir un ajusteur extrêmement habile. Doué d'une persévérance et d'une intelligence remarquables, il est parvenu peu à peu et de lui-même à compléter l'instruction technique qui lui manquait, si bien, qu'en 1874, nous l'avons nommé contre-maître de nos ateliers, et c'est en cette qualité qu'il forme et élève nos jeunes apprentis, dont plusieurs ont déjà acquis à son école une certaine habileté.

« Très-laborieux et très-économe, M. Couget est père de trois enfants qu'il élève et fait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

instruire avec soin. Sa loyauté et sa scrupuleuse probité nous rendent son concours plus précieux encore.... »

8. M. *Debraux* (Désiré).

M. Debraux est employé depuis trente deux ans chez M. Baux, manufacturier, maire de Givet, membre de la Société d'encouragement. Ses états de service sont des plus honorables, et son patron a adressé sur son compte les renseignements les plus élogieux.

9. M. *Deckert* (Jean-Thiébaut).

M. Deckert, a été présenté par M. Jacqmin, directeur de la compagnie des chemins de fer de l'Est et recommandé par M. le baron Baude, vice-président de la Société. Ses vingt-trois ans de service dans les ateliers de chaudronnerie du dépôt d'Épinal (Vosges) sont attestés par le chef de ce dépôt dont le certificat porte la mention suivante, bien digne d'être reproduite :

« ... Deckert, né à Strasbourg, en 1830, ayant opté, en 1872, pour la nationalité française à Épinal, est employé à la Compagnie des chemins de fer de l'Est depuis 1857, et s'est constamment distingué par son zèle, son intelligence et son assiduité. Il sait lire, écrire et calculer en français et en Allemand.

Resté veuf avec sept enfants, dont l'aîné a seize ans et le plus jeune treize mois, il les élève en bon père de famille et bien que n'ayant pour toute ressource que son salaire journalier, il parvient encore à leur donner une instruction primaire suffisante... »

10. M. *Delabrousse* (François-Gilles).

Il y a trente-cinq ans que M. Delabrousse, âgé aujourd'hui de soixante-six ans, travaille dans la fabrique de carton de MM. Ozouf et Leprince, à Grenelle-Paris. Pendant cette longue période, il a montré la même assiduité à son travail et n'a cessé d'avoir une conduite irréprochable.

11. M. *Delaquit* (Jean-Eugène).

M. Mourceau, fabricant de tissus pour ameublement, membre de la Société, a sollicité la médaille pour M. Delaquit, qui est entré en 1844 dans ses ateliers comme apprenti lanceur de navette. Aujourd'hui M. Delaquit est un habile ouvrier qui, au dire de son patron, confectionne, avec une grande intelligence, les brochés et les spoulinés les plus compliqués.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

12. M. *Desbourdes* (Jean).

M. Desbourdes, âgé de soixante-six ans, compte trente ans de services consécutifs dans les ateliers de M. J. Bruzon, fabricant de céruse, membre de la Société à Tours. Pendant cette longue période, il s'est toujours montré ouvrier modèle et d'une conduite exemplaire, qu'on ne saurait trop donner en exemple aux autres ouvriers.

13. M. *Descartes* (Auguste).

M. Bréguet, membre du Conseil, a recommandé à la Société les trente et un ans de service passés par M. Descartes dans ses ateliers. C'est un ouvrier habile, régulier et d'une conduite exemplaire. Renseignement digne d'être noté en faveur de l'éducation du candidat, c'est que pendant le temps qu'il a passé sous les drapeaux il servait de secrétaire à son général.

14. M. *Devaux* (Henri-Denis).

La maison Ruhmkorff, bien connue dans le monde scientifique, renferme des ouvriers d'élite dont plusieurs ont été recommandés par M. Ed. Becquerel, vice-président du Conseil. Pour cette fois, la Société récompense le plus ancien, M. Devaux, qui compte vingt-huit ans de services intelligents et dévoués.

15. M. *Fariola* (Alexandre).

M. Fariola, né en 1824, est, depuis 1846, attaché à l'École d'arts et métiers de Châlons en qualité d'ouvrier fondeur. Pendant trente-quatre ans d'un service irréprochable, il a mérité par son travail, son excellente conduite, sa probité et son dévouement, d'être cité en exemple à tous les ouvriers de l'établissement, et il a rendu de précieux services aux élèves de l'École qui sont ses apprentis. Tels sont les renseignements fournis par le directeur de l'École, qui a sollicité pour lui la médaille.

16. M. *Fleurant* (Jean-Leonide).

M. Fleurant, chef du service de l'imprimerie dans la maison bien connue de M. Chaix, membre de la Société, a parcouru toutes les étapes du métier avant d'en arriver à cette situation.

Entré à l'âge de treize ans comme receveur de feuilles, il a été ensuite apprenti compositeur; puis il est devenu successivement ouvrier, metteur en pages, contremaître et enfin, en dernier lieu, la direction du service de l'imprimerie lui a été confiée.

Dans ces différentes situations qu'il a su mériter par son zèle et ses aptitudes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Fleurant a fait preuve de solides qualités qui lui ont acquis l'estime et la confiance de son patron. La Société est donc heureuse de récompenser les trente-deux années de service de M. Fleurant.

17. M. *Fleury* (Pierre-Louis).

Voilà quarante-deux années consécutives que M. Fleury est ouvrier au dépotoir municipal de la Villette, et malgré son âge avancé (soixante-dix-sept ans), il montre encore de l'ardeur au travail. Son chef de service, M. Duval, conducteur principal, en fait le plus grand éloge.

18. M. *Fremont* (Joseph-Frédéric-Alexandre).

M. Fourcade, membre du Conseil de la Société, ancien manufacturier, a présenté M. Fremont, l'un de ses anciens ouvriers qui a continué a rester dans l'établissement qu'il a cédé à ses successeurs, si bien qu'aujourd'hui il compte trente-huit ans de service.

19. M. *Gendarme* (François-Antonin).

M. Gendarme compte vingt années de services consécutifs chez M. Hardy, ingénieur-électricien, à Paris, membre de la Société. Auparavant, il était resté dix-sept ans dans la fabrique de microscopes de M. Charles Chevallier.

M. Hardy le vante comme l'un des plus habiles ouvriers qu'il connaisse ; c'est un homme sûr, dévoué, d'une conduite irréprochable et qui, à force d'économie, est arrivé à réaliser son rêve, celui d'avoir une petite maison.

20. M. *Godierre* (Jean-François).

M. A. de Quillacq, administrateur de la Compagnie des constructions mécaniques d'Anzin (Nord), membre de la Société, a présenté trois candidats ouvriers dans ses ateliers. La Société accorde cette fois la médaille à l'un d'eux, M. Godierre, tout en réservant les droits des deux autres.

M. Godierre, parent du regretté M. Cavé membre du Conseil, a commencé par travailler chez ce dernier en qualité de monteur et y est resté pendant vingt-trois ans. En sortant de chez M. Cavé il est entré aux ateliers d'Anzin, qu'il n'a plus quittés jusqu'à ce jour et dont il est le chef intelligent et dévoué, ayant souvent sous ses ordres plus de 400 ouvriers.

M. Godierre n'en est pas à sa première médaille; aux Expositions de Paris (1867) et de Vienne (1873), il a reçu celle de collaborateur, dont il a droit de se montrer fier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

21. M. *Godin* (Louis Joseph-Auguste).

M. Pihet père, constructeur-mécanicien, qui a fait partie jusqu'à sa mort du Conseil de la Société d'encouragement, avait pris comme apprenti, en 1834, le jeune Godin, qui n'avait alors que quatorze ans. Depuis lors l'apprenti n'a pas quitté les ateliers, dont il est devenu l'un des meilleurs ouvriers.

M. Pihet fils, successeur de son père, fait l'éloge de M. Godin, qui depuis quarante-six ans qu'il est dans la même maison n'a pas donné un seul sujet de mécontentement, et qui a su faire donner à ses enfants une bonne éducation.

22. M. *Gogniaux* (Alexandre).

Voici les états de service qu'a adressés sur M. Gogniaux M. le lieutenant-colonel de Dange, directeur de l'atelier de précision du dépôt central de l'artillerie :

« Né en 1819; sept ans de service militaire; ancien maréchal-des-logis; plus de trente ans passés à l'atelier de précision de l'artillerie; sait lire, écrire, calculer et lire un dessin. »

M. Gogniaux est père de onze enfants et a recueilli une nièce orpheline; d'une conduite et d'une moralité irréprochables, il entretient par son seul travail cette nombreuse famille. La Société d'encouragement ne saurait récompenser un plus digne serviteur.

23. M. *Guizol* (Jean-Chrisostôme).

M. Guizol, chef cantonnier, a été recommandé à la Société par son chef, M. le conducteur principal, faisant fonctions d'ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Castellane (Basses-Alpes), qui écrit :

« ... M. Guizol, né en 1822, a été nommé cantonnier stationnaire de 3^{me} classe en 1853; il a été élevé à la 2^{me} classe en 1859 et est devenu cantonnier chef en 1861. Chargé de la surveillance d'une route d'un parcours difficile et dangereux dans des gorges étroites, il s'est non seulement signalé par son zèle et son assiduité au travail, mais il a souvent, dans des temps d'orage et pendant les tourmentes de l'hiver, exposé sa vie pour secourir les voyageurs et les voituriers en détresse.

« M. Guizol est père de trois enfants qu'il élève avec une grande sollicitude et avec des soins que comporte à peine sa modeste position, mais auxquels il suffit néanmoins grâce à ses habitudes d'ordre et d'économie... »

24. M. *Hennion* (Antoine).

M. Hennion est entré en 1859 dans la fabriqne de céruse de M. Théodore Lefebvre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

membre de la Société à Lille ; il compte donc vingt et un ans de services et se recommande par sa bonne conduite et son assiduité au travail.

25. M. *Izard* (Jacques).

Avoir été au début simple garçon bouvier, ne sachant ni lire ni écrire et parvenir, par un travail opiniâtre, à acquérir les connaissances et l'instruction qu'exige le poste d'intendant, telle est, en deux mots, l'histoire de M. Izard, trop instructive d'ailleurs pour ne pas être racontée.

Entré à l'âge de dix-huit ans dans le domaine de M. Théron de Montaugé père, membre de la Société, au château de Périole, près Toulouse, il commença par garder les bestiaux, puis apprit le labour, et, grâce à son esprit d'observation et à sa docilité à recevoir les leçons, il ne tarda pas à devenir jardinier habile. Plus tard, il aida son patron dans les cultures spéciales et contribua, pour une large part, à la réussite de celle de la betterave, peu connue au début dans cette région.

Aidé d'un collaborateur aussi intelligent et aussi dévoué, M. Théron de Montaugé père désirait en faire le chef ouvrier de l'exploitation agricole de Périole ; malheureusement Izard était dépourvu de l'éducation même la plus rudimentaire. Dès qu'il sut le désir de son chef, le courageux travailleur se mit à apprendre à lire et à écrire et aujourd'hui il a vaincu les difficultés ; non seulement il lit et il écrit, mais il connaît assez d'arithmétique pour tenir une comptabilité en partie double ; bien plus, il est capable de faire un arpentage et un nivellement.

M. Théron de Montaugé fils, qui a succédé à son père, dit qu'il n'a qu'à se louer de M. Izard et qu'il lui prête un concours précieux dont il ne saurait se passer dans une exploitation agricole comme la sienne, qui comprend 172 hectares et où les travaux excessivement variés sont menés avec une grande rapidité.

26. M. *Jahan* (Denis).

M. Jahan est un digne vétéran qui est la personnification de l'ouvrier honnête, laborieux et économe. Agé de 77 ans, il travaille depuis cinquante-trois années consécutives comme ouvrier mouleur dans une fonderie de cuivre de Nantes, ayant appartenu à différents patrons, dont le dernier est M. Ciron. M. Jahan est un ami de la maison, qui est entouré de l'estime et de l'affection de tous et qu'à recommandé tout particulièrement M. Tresca, membre du Conseil de la Société.

27. M. *Landry* (Jean-Baptiste).

M. Landry est un Alsacien qui n'a pas hésité à opter pour la nationalité française.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Entré, en 1842, comme apprenti, à l'âge de quatorze ans, dans la fabrique de papiers de fantaisie de Mme veuve Chagniat et fils à Montrouge, il est aujourd'hui contre-maître marbreur et n'a cessé depuis trente-huit ans de donner des preuves d'assiduité au travail, de moralité et de fidélité à ses patrons.

M. le Président de la Société, qui connaît depuis longtemps la fabrique de Mme Chagniat, a bien voulu prendre lui-même ce candidat sous son patronage.

28. M. *Léonard* (Joseph).

M. Léonard, second candidat présenté par M. Jacqmin, directeur de la compagnie des chemins de fer de l'Est, est contre-maître de l'ébénisterie aux ateliers de Mohon (Ardennes) ; il compte vingt-six ans de services ininterrompus et a su, par son travail et sa bonne conduite gagner l'estime de ses chefs.

29. M. *Maigrot* (Henri).

M. l'ingénieur en chef du matériel et de la traction au chemin de fer du Nord a présenté quatre candidats, parmi lesquels la Société, tout en réservant les droits des trois autres, a choisi pour cette fois M. Maigrot, qui est employé par la Compagnie depuis trente-quatre ans, et remplit aujourd'hui les fonctions de contre-maître des ajusteurs, à l'atelier des voitures de la Chapelle. Il sait bien lire un dessin, et est très entendu dans l'installation et l'entretien des machines-outils.

Marié et sans enfant, M. Maigrot a élevé un neveu auquel il a su faire donner assez d'instruction pour lui permettre d'occuper un emploi distingué dans les bureaux de la Banque parisienne.

30. M. *Machet* (Pierre-Eugène).

M. Machet, âgé de soixante-trois ans, est employé dans les ateliers de M. Alfred Guignery, à Paris, où il exerce la profession de peintre décorateur sur métaux, depuis quarante et un ans, interrompus seulement par le temps qu'il a passé sous les drapeaux.

Ouvrier consciencieux et entouré de l'estime de tous, il a été, dans ces derniers temps, choisi comme administrateur de la société de secours mutuels du quartier de la Porte-Saint-Martin.

31. M. *Nouguier* (Hippolyte).

M. Nouguier est entré en 1837, chez M. Faulquier, cadet, fabricant de stéarine, à Montpellier, membre du Jury de l'Exposition universelle de 1878. De simple ouvrier,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il est devenu successivement chef d'atelier, contre-maître en second et enfin, en 1862, contre maître général des usines. Cet excellent collaborateur compte donc quarante-trois ans de services dans la même maison.

32. M. *Perrier* (François).

M. Hermann, ingénieur-constructeur, à Paris, a présenté plusieurs candidats parmi lesquels la Société a choisi M. Perrier qui, âgé de soixante-six ans, compte aujourd'hui vingt-cinq années de bons et loyaux services chez son patron.

33. M. *Piat* (Charles).

M. Bourdon père, qui jouit dans le monde industriel d'une notoriété bien méritée, et M. Bourdon fils, qui lui a succédé, ont vivement recommandé leur contre-maître Piat, employé chez eux depuis quarante-quatre ans. M. Bourdon père, s'exprime ainsi dans la lettre qu'il a adressée à M. le président de la Société :

«..... L'intelligence et l'activité dont M. Piat a constamment fait preuve, pendant le long espace de temps qu'il a dirigé mon atelier de fabrication de manomètres métalliques, le rendent digne à tous égards d'une des récompenses que la Société d'encouragement accorde, chaque année, aux hommes laborieux et dévoués qui ont contribué au développement d'inventions nouvelles et à la prospérité des établissements où ils ont été employés..... »

34. M. *Roussy* (Palmyre).

M. Maystre, président de la Chambre consultative des arts et manufactures du Vigan (Gard), possède une fabrique importante de bonneterie, dont M. Roussy dirige avec dévouement les ateliers en qualité de contre-maître, depuis trente et un ans. En sollicitant la médaille pour son contre-maître, M. Maystre est convaincu qu'une récompense de cette nature produira dans la classe ouvrière du pays un excellent effet.

35. M. *Verbecq* (Antoine).

En accordant la médaille à M. Verbecq, la Société d'encouragement récompense en lui quarante-six années passées au service de l'usine de la Madeleine-lès-Lille, appartenant à la Société anonyme des manufactures de produits chimiques du Nord.

M. Verbecq, qui est recommandé par M. Kuhlmann, l'un des administrateurs de cette Société, a montré beaucoup d'intelligence comme chef-ouvrier de l'ajustage, dans l'installation d'un four tournant, d'une tonnellerie mécanique et d'un appareil à soude amoniacale ; c'est, au dire de ses chefs, le modèle des ouvriers sous le rapport de la conduite et de la probité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ.

RAPPORT, FAIT PAR M. LEGRAND, AU NOM DE LA COMMISSION DES FONDS, SUR LES COMPTES DES RECETTES ET DÉPENSES DES EXERCICES 1876, 1877 ET 1878.

Messieurs, suivant l'usage, votre Commission des fonds vient soumettre à votre sanction ses comptes des recettes et dépenses des exercices de 1876, 1877 et 1878 qui n'ont pu vous être présentés en leur temps, parce qu'à la suite de l'Exposition universelle, diverses circonstances imprévues ont fait reculer jusqu'à ce jour notre réunion en séance générale.

La comptabilité n'en a pas moins été régularisée chaque année par les bons soins de notre trésorier, et je vais vous en présenter les détails.

Comme d'ordinaire elle se divise en trois parties.

1° Les fonds généraux afférents au fonctionnement ordinaire de la Société ;

2° Les fonds d'accroissement provenant du legs fait par Mme la comtesse de Jollivet, pour être capitalisés jusqu'en 1882 ;

3° Les fondations faites en faveur de la Société, avec affectations spéciales dont elle a été instituée mandataire.

1re PARTIE.

FONDS GÉNÉRAUX.

RECETTES DES EXERCICES.	1876	1877	1878
	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Solde en caisse au 1er janvier.	7 984,52	4 322,54	» »
1° Souscription du ministère du Commerce.	4 400 »	4 400 »	» »
2° Souscriptions particulières arriérées. .	216 »	» »	701,70
3° — de l'année.	26 476 »	28 020 »	29 613 »
4° Vente d'exemplaires du *Bulletin*. . . .	626,46	523,55	80,75
5° Intérêts des sommes déposées au Crédit foncier.	185,42	34,17	29,75
6° Location des salles de l'hôtel à diverses Sociétés.	9 080 »	6 560 »	8 525 »
7° Arrérages des rentes sur l'État appartenant à la Société.	21 040,97	21 294,72	21 333.72
8° Recettes diverses par vente de vieux papiers.	9 337 »	» »	» »
et par indemnité d'assurance.	» »	927 »	» »
Total des recettes.	79 346,37	66 081,98	60 283,92

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉPENSES DES EXERCICES.	1876	1877	1878
	fr. c.	fr. c.	fr. c.
1° *Bulletin*, rédaction, papier, impression, gravure, expédition.	25 988,35	21 505,32	24 761,02
2° Impressions diverses et procès-verbaux.	3 787,15	3 917,35	4 279,35
3° Bibliothèque, ouvrages et reliure. . .	460 »	250,80	712,55
4° Agence, secrétariat, économat.	16 436,84	16 064,77	15 935,81
5° Jetons de présence.	2 821 »	3 300,50	2 772 »
6° Hôtel de la Société, entretien, contributions, assurance, chauffage, éclairage ou travaux se rattachant à la construction.	11 417,32	13 279,87	8 817,15
7° Pensions.	» »	» »	» »
8° Récompenses et encouragements. . .	11 358,12	5 895,89	» »
9° Expériences par les comités.	112,50	142,30	105 »
10° Subventions à des Écoles.	350 »	140 »	240 »
11° Addition au legs Bapst à titre de secours.	492,55	40,30	» »
12° Annuités du grand prix de la Société déposées à la Caisse des consignations.	1 800 »	1 800 »	1 800 »
Un solde excédant de dépense en 1877 reporté.	» »	» »	255,12
Total des dépenses.	75 023,83	66 337,10	59 678 »

	fr. c.
En déduisant les chiffres du total des recettes énoncées précédemment, il résulte un solde de caisse, en 1876, de.	4 322,54
Pour 1877, un excédant de dépense de 255 fr. 12 reporté à l'exercice 1878.	
Et en 1878, un solde de caisse de.	605,92

C'est donc à ce dernier chiffre qu'est fixé le point de départ au 1er janvier 1879.

Si l'on compare entre eux les totaux de ces divers exercices, on constate des différences notables tant en recette qu'en dépense, dont il est nécessaire de fournir une explication.

Ainsi en 1876, le chiffre de la recette s'est élevé à 79 346 fr. 37, par suite d'une vente exceptionnelle de vieux papiers provenant d'un excédant de tirage d'exemplaires du *Bulletin*, ainsi que d'un solde de caisse important du compte précédent.

En 1877, la recette s'est trouvée réduite à 66 081 fr. 98, en raison de la diminution du revenu des locations, par suite du départ de la Société des agriculteurs et de la Société de géographie, ainsi que du retard de paiement de quelques quittances de locataires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Et, en 1878, elle n'a pas dépassé 60 283 fr. 92, parce que la balance du compte précédent n'avait laissé aucun solde de caisse, puisque la dépense avait excédé la recette et qu'ensuite la souscription du ministère du Commerce n'avait pu être recueillie à la date ordinaire, et avait été ajournée à une époque plus éloignée.

La même chose se reproduit en ce qui concerne les dépenses ; mais les différences dans ce cas sont le résultat du chiffre plus ou moins élevé des récompenses et encouragements distribués dans l'année, et de quelques paiements de travaux imprévus se rattachant à l'immeuble de la Société, tels que la construction d'un second calorifère, le pavage et l'établissement de trottoirs autour de l'hôtel en 1876.

	fr. c.
C'est par ce fait que la dépense s'est élevée, en 1876, à.	75 023,83
En 1877.	66 337,10
En 1878.	59 678 »

L'ajournement de la séance générale qui a eu lieu en cette dernière année, n'a pas permis de distribuer aucune récompense, et fournit l'explication de la réduction de la dépense.

Il est à remarquer que les revenus de nos locations figurent maintenant pour une somme de 8 500 à 9 000 francs par an dans le compte des recettes, ils pourront probablement atteindre le chiffre de 10 à 11 000 francs et formeront alors à peu près l'équivalent de la moitié des intérêts que représente l'immeuble.

L'autre moitié peut être considérée comme étant la part de loyer afférente à la Société.

Nous allons maintenant aborder la 2e partie dite Fonds d'accroissement.

2e PARTIE.

FONDS D'ACCROISSEMENT.

Les fonds d'accroissement sont formés par le placement.

	fr. c.
1° Du quart d'une inscription de 11 405 fr. de rente 3 pour 100 léguée par Mme la comtesse Jollivet, ce qui forme une somme de.	2 851,28
2° Du quart d'une autre inscription de 180 fr. de rente 4 1/2 pour 100 provenant de la même origine, soit.	45,00
3° Des revenus provenant de tous les placements successifs de ces deux sommes, capitalisés chaque année depuis l'époque du legs, et qui devront se continuer ainsi jusqu'au commencement de 1882.	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or de ce fait, l'inscription de rente que nous possédons et qui est renouvelée chaque trimestre à mesure de sa capitalisation.

	fr. c.
S'élevait à la fin de 1876, à.	33 400,28
compris les sommes de première donation.	
A la fin de 1877, à.	34 875,28
Et à la fin de 1878, à.	36 278,28

L'augmentation du revenu se fait maintenant beaucoup plus lentement, à mesure que le prix de la rente s'élève, et il nous faut aujourd'hui dépenser un capital bien plus considérable pour accroître le chiffre de notre inscription.

Depuis 9 années, la différence est d'environ 10 francs par 3 francs de rente, et la progression de notre capitalisation ne va pas en ce moment au delà de 1 500 francs par an.

Or, comme il reste à courir un délai de trois années, à partir de l'arrêté du présent compte pour atteindre l'échéance fixée par le testament de la donatrice, on peut prévoir que l'inscription à la date de 1882, représentera un chiffre de 40 à 41 000 fr. de rente.

Nous passons maintenant à la 3e partie.

3e PARTIE.

FONDATIONS ET DONS SPÉCIAUX.

Cette dernière partie du rapport présente seize articles différents, et chacun d'eux est relatif à une fondation spéciale.

1° Prix fondé par M. le marquis d'Argenteuil.

Ce prix consiste en une rente annuelle de 1 647 francs, dont les arrérages déposés à chaque échéance à la Caisse des consignations, doivent produire, avec l'accumulation des intérêts, la valeur du prix de 12 000 francs qui est délivré tous les six ans en faveur de la découverte la plus importante, dans le cours de cette période, pour le développement de l'industrie nationale. L'application doit en être faite dans la séance de l'année 1880.

Les sommes ainsi déposées depuis la dernière attribution s'élèvent :

	fr. c.
A la fin de 1876, avec les intérêts, à.	15 741,40
A la fin de 1877, avec les intérêts, à.	16 976,40
A la fin de 1878, avec les intérêts, à.	19 098,95
Et il reste en caisse, au 1er janvier 1879, un solde de.	931,89

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Legs de M. Bapst.

Ce legs repose sur une rente 3 pour 100 de 2 160 francs destinée, jusqu'à concurrence de 1 565 fr. 20, à donner des secours aux inventeurs malheureux, et pour le reste, soit 594 fr. 80, à faciliter des découvertes.

Cette dernière somme, trouvée insuffisante pour remplir le but, a été capitalisée en vertu d'une délibération du Conseil, jusqu'au chiffre de 1 588 francs qui, ajoutés à la somme première de 594 fr. 80, donnent un total de 2 182 fr. 80, applicable chaque année à la seconde partie.

Quant à la première, comme elle ne parvenait jamais à satisfaire à toutes les demandes dignes d'intérêt, le Conseil avait autorisé un prélèvement d'appoint sur les fonds généraux de la Société, pour soulager dans une plus large mesure les inventeurs malheureux; mais votre commission n'a pas jugé nécessaire de prolonger ce prélèvement qui donnait lieu à des difficultés de comptabilité, et, à partir de 1878, elle a laissé à chaque fondation ses attributions spéciales, de manière à rendre plus réguliers les comptes de chacune d'elles.

Il a donc été distribué des secours à des personnes remplissant les conditions de la première partie :

		fr. c.
En 1876, pour une somme de.		2 057,75
Comme le chiffre de l'affectation était de.	1 565,20	2 057,75
il a fallu prélever alors sur les fonds de la Société. .	492,55	
En 1877, les secours alloués ont été de.		1 605,50
Le chiffre de l'affectation étant de.	1 565,20	1 605,50
il a été prélevé sur les fonds de la Société.	40,30	
En 1878, les secours alloués n'ont pas dépassé.		1 502,35
Comme le chiffre de l'affectation est de.		1 565,20
il est resté, par conséquent, un solde de caisse de.		62,85

Quant à la deuxième partie destinée à faciliter les découvertes, l'inscription de rente qui la représente s'était élevée :

	fr. c.
A la fin de 1876, par suite du placement des fonds disponibles, à la somme de.	2 318,80
et il y avait en plus un solde en caisse de.	1 935,40
Les secours alloués dans cet exercice ne se sont élevés qu'à.	200 »
En 1877, on a fait alors un nouveau placement d'une partie des sommes non employées pour accroître l'inscription qui s'est élevée à.	2 435,80
et le solde de caisse était de.	228,95
Les secours alloués se sont élevés à.	1 150 »
En 1878, le chiffre de l'inscription est resté à.	2 435,80
et le solde de caisse s'est élevé à.	1 764,75
Les secours alloués se sont montés à.	900 »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette partie des legs, ainsi qu'on peut en juger, tend à s'accroître chaque année parce que les conditions à remplir sont déterminées, et que bien souvent les demandes n'atteignent pas le but.

3° Fondation de MM. Paul Christofle et Bouilhet pour la délivrance de premières annuités de brevets.

Cette fondation, faite par M. Christofle père, a été continuée par ses enfants au moyen d'un versement annuel de 1 000 francs, dont la moitié est applicable au payement immédiat de premières annuités de brevets et dont l'autre moitié a été capitalisée, jusqu'à la valeur d'une rente de 500 francs, destinée à satisfaire au paiement d'autres annuités :

	fr. c.	fr. c.
En 1876, les arrérages et le solde de caisse du compte précédent formaient un total de.	2 739,70	
Il avait été fourni trois annuités de brevets. 300 » et fait placement de 43 fr. de rente. 992,55	1 292,55	
Au 31 décembre, le solde en caisse était de.		1 447,15
En 1877, les arrérages et le solde de caisse formaient. .	2 026,15	
Il avait été fourni trois annuités de brevets. 300 » et fait placement de 48 fr. de rente. . . . 1 168,35	1 468,35	
Au 31 décembre, le solde en caisse était de.		557,80
En 1878, les arrérages et le solde en caisse formaient. .	2 148,80	
et comme il n'a été demandé aucune annuité de brevet, le solde en caisse est resté tel.		2 148,80

4° Fondation de la princesse Galitzin.

Elle consiste en une somme de 2 000 francs, donnée par M^me^ la Princesse, pour la délivrance d'un prix sur la proposition du comité des arts économiques.

La commission des fonds a fait, à ce moment, placer provisoirement cette somme en obligations des chemins de fer de l'Est, en attendant son application :

	fr. c.
La fondation comprend, à la fin de 1878, neuf obligations donnant un revenu de.	130,94
et un solde de caisse de.	3,84

5° Fondation Carré.

Elle est instituée dans le même but que la précédente à l'aide d'un versement de 1 000 fr.

	fr. c.
Elle comprend, à la fin de 1878, trois obligations des chemins de fer de l'Est, donnant un revenu de.	43,65
et un solde de caisse provenant des coupons encaissés depuis plusieurs années de.	314,95

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6° Fondation Fauler. (Industrie des cuirs.)

Elle est destinée à donner des secours aux ouvriers ou contre-maîtres de l'industrie des cuirs, ayant rendu des services appréciés.

	fr. c.
A la fin de 1878, cette fondation comprend vingt-cinq obligations des chemins de fer de l'Est, du Midi et des Ardennes, donnant un revenu de.	363,74
et un solde de caisse de.	267,57

7° Fondation Legrand. (Industrie de la savonnerie.)

En faveur des ouvriers ou contre-maîtres ayant rendu de notables services à l'industrie de la savonnerie.

	fr. c.
A la fin de 1878, cette fondation comprend quarante obligations des chemins de fer de l'Est, donnant un revenu de.	582 »
et un solde de caisse de.	116,87

Dans le cours des années 1877 et 1878, il a été alloué divers secours à un vieux contre-maître de la savonnerie placé aujourd'hui à Bicêtre, qui se sont élevés à 575 fr.

8° Fondation Christofle et Bouilhet.

En faveur des artistes industriels malheureux.

	fr. c.
Elle comprend vingt-quatre obligations 3 pour 100 des chemins de fer de l'Est et une obligation 5 pour 100 des mêmes chemins, donnant ensemble un revenu de.	373,45

La presque totalité est appliquée à fournir un secours de 300 francs par année à M. Riester, artiste graveur, qui, par suite d'infirmités, a été mis dans l'impossibilité de subvenir aux besoins de sa famille.

Quant aux appoints qui forment le complément, ils sont amassés pour servir à l'achat d'une nouvelle obligation.

9° Fondation de Milly. (Industrie de la stéarine.)

En faveur des ouvriers ou contre-maîtres malheureux et blessés dans l'exercice de leurs fonctions.

	fr. c.
Comprenant, à la fin de 1878, vingt-quatre obligations 3 pour 100 des chemins de fer de l'Est, donnant ensemble un revenu de. .	349,20
et un solde de caisse de.	16,88

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

10° Fondation de Baccarat. (Industrie de la cristallerie.)

En faveur des ouvriers et contre-maîtres malheureux.

	fr. c.
Comprenant, à la fin de 1878, cinq obligations des chemins de fer de l'Est, donnant ensemble un revenu de.	72,76
et un solde de caisse de.	123,16

Cette œuvre, entravée par la mort de son fondateur, ne peut recevoir d'application en raison de l'exiguité de ses ressources et aurait besoin d'être patronnée par un nouveau bienfaiteur.

11° Souscriptions perpétuelles et à vie.

Elles donnent un droit perpétuel aux publications de la Société, transmissible à un établissement public ou privé, selon la volonté du souscripteur par testament.

Le nombre des membres perpétuels qui était en 1876 de 27, et de 7 pour les membres à vie, est à la fin de l'année 1878 de 33 pour les premiers et de 7 pour les seconds.

	fr. c.
Les sommes provenant des versements effectués par chacun sont converties au fur et à mesure en rentes 3 pour 100 et, à la fin de 1878, l'intérêt qui en résulte représente au compte des fonds généraux.	1 478 »
et un solde de caisse reliquat des placements de.	87,21

12° Fondation Ménier. (Industrie des arts chimiques.)

	fr. c.
Elle repose sur quatre obligations 3 pour 100 et deux obligations 5 pour 100 des chemins de fer de l'Est, donnant ensemble un revenu de.	106,70
auquel il faut ajouter un solde de caisse de.	197,52

Ce solde servira à l'achat d'une nouvelle obligation lorsque l'encaissement des arrérages aura complété la somme nécessaire.

13° Fondation Bouchon, de La Ferté-sous-Jouarre.

En faveur de l'invention la plus efficace à rendre la taille des pierres meulières moins nuisible à la santé des ouvriers.

Cette souscription qui, en 1876, avait atteint le chiffre de 7 159 fr. 45, a été jugée à ce moment susceptible d'être appliquée à trois industriels dont les efforts ont contribué à la réalisation des conditions posées par le programme et, en conséquence, il a été délivré : . . . . . .

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	fr. c.
A M. Georges Réger, de la Ferté, un objet d'art.	4 000 »
A MM. Poirel et Delaplace, de la Ferté, chacun un prix de 500 fr.	1 000 »
Un solde de compte remis aux mains de M. le Président de la Société de la Ferté-sous-Jouarre.	1 859,45
Et la note des frais de voyage et débours faits par la Société d'encouragement.	300 »
Total égal.	7 159,45

14° Grand prix de la Société d'encouragement.

Cette fondation consiste en une réserve annuelle de 1 800 francs, prélevée sur les fonds généraux de la Société, et versée à la Caisse des consignations, pour former un prix de 12 000 francs, à délivrer tous les six ans, en faveur d'une des découvertes les plus importantes faites dans cette période.

Les versements effectués depuis la dernière attribution de ce prix, et les intérêts à la fin du présent exercice, représentent la somme de 13 685 fr. 20.

Ce prix doit alterner avec celui de M. le marquis d'Argenteuil.

15° Fondation Gustave Roy. (Industrie cotonnière.)

Cette fondation est destinée à décerner un prix de 4 000 francs tous les six ans en faveur d'un progrès important, ou d'une découverte utile à l'industrie cotonnière,

	fr. c.
Elle repose sur quarante-deux obligations 3 pour 100 des chemins de fer de l'Est, dont le revenu, à la fin de 1878, est de.	630 »
auquel il y a lieu d'ajouter tous les dépôts effectués chaque année à la Caisse des consignations, qui sont représentés par treize certificats formant ensemble la somme de.	6 774,90
Total.	7 404,90

Ce prix n'a pas encore pu trouver d'application.

16. Fondation Elphège Baude. (Industrie du matériel des constructions).

Cette fondation est destinée à décerner un prix de 500 francs, tous les cinq ans, en faveur d'un progrès remarquable dans le matériel des constructions et du génie civil.

	fr. c.
Cette fondation comprend neuf obligations 3 pour 100 des chemins de fer de l'Est, dont le revenu est, sauf l'impôt, de.	130,94
auquel il faut ajouter un solde de caisse du compte précédent. . .	209,32
Ensemble.	340,26

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce prix doit être distribué en 1880.

Tous ces comptes sont accompagnés des pièces justificatives classées régulièrement par M. le Trésorier, à qui nous devons l'expression de notre sincère reconnaissance pour les soins qu'il consacre aux intérêts de la Société, et en faveur duquel nous demandons l'insertion de nos remercîments au procès-verbal de la séance.

Vous pouvez maintenant, Messieurs, juger par cet exposé de l'état de notre situation financière.

Comme vous le voyez, nous n'avons pas tout à fait retrouvé les ressources dont nous disposions, qui nous ont été enlevées il y a quelques années ; mais cependant nous sommes arrivés à équilibrer notre budjet, en ayant soin de ménager les frais autant qu'il était possible de le faire, de manière à pouvoir atteindre en 1882 l'époque de l'entrée en jouissance du legs de Mme la comtesse de Jollivet.

A ce moment alors, nous pourrons largement diriger tous nos efforts dans la voie de progrès que poursuit la Société d'encouragement en faveur de notre industrie nationale, avec la pensée d'en assurer le développement.

Tel est, Messieurs, le résumé des comptes des années 1876, 1877 et 1878, à l'examen desquels votre commission des fonds s'est livrée attentivement, et qu'elle vient vous demander de vouloir bien approuver.

Rapport fait par M. le comte de Mony Colchen, au nom des censeurs, sur la comptabilité des exercices 1876, 1877 et 1878.

Messieurs, après le rapport si complet que vous venez d'entendre de la bouche de M. le président de la Commission des fonds, il ne reste aux censeurs rien à dire pour vous éclairer sur la situation financière de notre Société. C'est uniquement pour se conformer à l'article 26 de nos statuts qu'ils prennent la parole aujourd'hui. Ils n'ont qu'à constater la parfaite régularité de la comptabilité due à l'expérience et au dévouement exceptionnel de notre trésorier, à qui nous vous proposons d'offrir l'expression sincère de notre gratitude.

Permettez-nous maintenant, Messieurs, de vous soumettre quelques réflexions que nous suggère l'examen attentif de notre situation.

Vous avez pu voir, par l'énumération des diverses fondations particulières que nous avons à gérer, combien est grande la confiance inspirée au dehors par la sagesse de votre administration et par l'autorité scientifique de vos décisions, puisque de nombreux donateurs n'ont pas hésité à verser dans votre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

caisse les capitaux destinés à pourvoir à leurs libéralités dont ils vous laissaient en même temps le droit d'opérer la répartition.

Mais, quelle que soit l'importance de ces fondations, comme elles ont en général une affectation déterminée, elles ne viennent point accroître nos fonds généraux, c'est-à-dire ceux qui, appartenant en propre à notre Société, sont destinés, suivant les règles de notre institution, à subvenir d'abord aux dépenses d'installation et d'administration, puis à être distribués en encouragements de diverses natures pour favoriser les progrès de notre industrie nationale. Malheureusement cet avoir, indépendamment de quelques réductions accidentelles, a subi l'influence irrésistible du temps. Or, chacun sait, qu'en matière économique, cette influence se traduit d'une part par une dépréciation du capital monétaire, d'autre part, par une élévation du prix des denrées, des salaires, en un mot de la plupart des dépenses auxquelles on ne peut se soustraire ; d'où il suit, que quiconque n'est pas en position d'augmenter sa fortune par le travail ou de toute autre façon voit chaque jour diminuer son aisance.

Il ressort du rapport du président de la Commission des fonds, que l'on a eu la plus grande peine à établir l'équilibre de notre dernier budget. Il faut, d'ailleurs, remarquer qu'on n'a pu y parvenir qu'en restreignant d'une manière sensible le chiffre des sommes à distribuer comme encouragements, ce qui était extrêmement fâcheux.

Nous nous serions donc trouvés dans le cas de concevoir de sérieuses préoccupations pour notre avenir, si une main généreuse et prévoyante ne s'était dès longtemps présentée pour obvier à ce danger. M^me^ la comtesse Jollivet, en léguant à la Société deux inscriptions de rente montant ensemble à 11 585 francs, y avait mis pour condition que le quart de ces rentes, soit 2 896 fr. 25 serait capitalisé chaque année jusqu'au 5 janvier 1882, condition que la Société a religieusement observée. Or, la puissance de l'économie et de la capitalisation est telle qu'à l'époque fixée du 5 janvier 1882, nous entrerons en possession de ce chef d'une nouvelle inscription de rente de plus de 40 000 francs, ce qui permettra à notre Société de donner à ses divers modes d'encouragements pour l'industrie un essor qu'ils n'ont pu avoir jusqu'ici.

Messieurs, un tel exemple ne doit pas être perdu pour nous. Si M^me^ la comtesse Jollivet nous a rendu un éminent service, il serait digne de la Société d'en rendre un semblable aux générations qui nous succèderont.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour cela, il suffirait de réserver sur le titre qui va bientôt nous échoir une rente de 3 000 ou 4 000 francs, pour en capitaliser le produit pendant 40 ou 50 ans. C'est un sujet que nous livrons aux méditations du Conseil pour le moment où il entrera en jouissance de ce nouvel avoir.

Pour terminer, Messieurs, nous devons proposer d'approuver les comptes des exercices 1876, 1877 et 1878, tels qu'ils vous ont été présentés par M. le trésorier.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Un chemin de fer sur la glace en Amérique. — Voici un nouvel et curieux exemple de l'esprit aventureux des Américains. A la date du 24 janvier 1880, le *Cincinnati Commercial* publiait les renseignements suivants :

Le chemin de fer qu'on construit sur la glace, pour traverser le Saint-Laurent à Montréal, sera terminé dans quelques jours. Au point où on le traverse, le fleuve a 3 200 mètres de largeur; la longueur de la voie sur la glace est d'environ 4 800 mètres et la dépense s'élèvera à 30 000 francs. La voie est construite de la manière suivante :

Des pièces transversales en bois, longues de $3^m,66$ et larges de $0^m,10$, sont disposées à plat sur la glace qui est horizontale. On a préalablement essayé la résistance de cette dernière et constaté son épaisseur. Sur les pièces transversales reposent deux cours de longerons en sapin de Virginie, de $0^m,30$ d'équarrissage; ce sont des poutres longues chacune de $4^m,57$, et placées bout à bout suivant deux lignes parallèles, distantes de $2^m,64$. Elles sont reliées transversalement par des traverses supérieures de $0^m,10$ d'épaisseur, destinées à recevoir les rails. Quand la pose de cette ossature est terminée, des pompes envoient entre les longerons de l'eau qui se congèle immédiatement, réunit tout l'ensemble d'une manière invariable et constitue une sorte de ballast d'une résistance au moins égale à celle du gravier et du sable employés sur les lignes ordinaires.

Les ingénieurs qui dirigent le travail ne paraissent pas avoir le moindre doute sur la solidité et la perfection de la voie. La locomotive qu'ils comptent employer pèse 18 tonnes; mais ils estiment qu'on pourra, sans danger, faire usage d'une machine de 24 tonnes si cela est jugé nécessaire.

Le rédacteur de la Chronique des *Annales des ponts et chaussées,* auquel nous avons emprunté la première partie de cette notice, ajoute qu'il a appris que le premier train avait franchi le fleuve le 30 janvier 1880.

Nous compléterons ces renseignements par quelques détails extraits d'une note

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus récente publiée dans les *Mémoires de la Société des ingénieurs civils*, et due à M. le capitaine E. Deniel.

D'après l'auteur, le chemin de fer dont il s'agit a été établi entre Hochelaga et Longueuil pour relier la ligne de Québec, Montréal, Ottawa et Occidental à la ligne du Sud-Est. Ces deux lignes sont de construction récente et, pour les communications, étaient obligées de faire usage en hiver de traineaux, ce qui entraînait des transbordements onéreux, inévitables en été où on emploie des bateaux.

C'est à M. Senecal, directeur de l'exploitation du chemin de fer Q. M. O. et O, qu'est due l'idée nouvelle. Les travaux ont été dirigés par M. G. Lebel, qui a écrit à M. Deniel que, pendant une partie de l'hiver, on a pu voir de nombreux convois de marchandises circuler sur la glace entre Hochelaga et Longueuil.

Le personnel permanent se compose d'un commis comptable et de trois hommes employés à l'entretien de la voie, entretien qui, du reste, se borne à fort peu de chose. Ces hommes sont chargés, en outre, de prendre des sondages plusieurs fois par semaine et de répandre de la paille sur la voie, lorsque le soleil devient trop ardent.

Lorsque le trafic n'est pas très-actif, on se contente de chevaux pour faire le service; mais lorsque les besoins deviennent plus pressants, on emploie une locomotive de 24 tonnes et la vitesse permise est de 15 milles (24 kilom.) à l'heure. Un train se compose alors de cinq wagons, pesant en charge 20 tonnes chacun; cependant on a fait passer une fois un train de 13 wagons.

Le prix fort pour le passage d'un wagon vide ou plein est de 25 fr. Les dimanches et fêtes, le chemin de fer prend des passagers au prix de 0 fr. 50 par personne.

Les travaux ont été commencés le 13 janvier 1880 et terminés le 26 du même mois.

(M.)

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5. — 1880.
JULES TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

79e année. Troisième série, tome VII. Août 1880.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. ED. COLLIGNON, *au nom du comité des arts mécaniques, sur les* FREINS DYNAMOMÉTRIQUES *de* M. CARPENTIER *et de* M. MARCEL DEPREZ, *rue du Luxembourg*, 34, *à Paris.*

Messieurs, M. Carpentier, ancien élève de l'École polytechnique, successeur de M. Ruhmkorff dans la fabrication des appareils de physique et des instruments de précision, a fait à la Société d'encouragement, dans sa séance du 23 janvier dernier, une communication au sujet d'une amélioration importante qu'il vient d'introduire dans le frein dynamométrique. Cette question ayant été renvoyée au comité des arts mécaniques, je viens, en son nom, vous rendre compte des résultats auxquels nous a conduits l'examen de cet appareil.

Le frein de Prôny, au moyen duquel on mesure ordinairement le travail transmis à un arbre tournant, ne fait connaître avec exactitude le travail cherché qu'autant qu'il se maintient pendant un temps suffisamment long dans une même position d'équilibre. Si, au lieu de rester fixe, il cède au frottement qui tend à l'entraîner dans un sens, ou à l'action du poids qui le sollicite en sens contraire, le levier de l'appareil est soumis à des oscillations irrégulières, que l'opérateur doit corriger en modifiant d'une manière continuelle le serrage des mâchoires; la mesure du travail transmis n'est plus alors représentée qu'avec une approximation grossière par le moment des poids multiplié par l'arc de glissement des mâchoires au pourtour de l'arbre tournant. Or, c'est là ce qui arrive presque toujours, et quelles que soient les précautions prises pour assurer la constance du frottement, tout le monde

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sait qu'il est très-difficile, pour ne pas dire impossible, de réaliser dans la pratique l'équilibre stable que suppose la théorie.

Parmi les divers artifices employés pour donner au levier du frein la stabilité qui lui est nécessaire, nous signalerons la précaution qu'on prend quelquefois de placer le levier du contre-poids au-dessous, et non au-dessus de l'arbre tournant, disposition qui produit une légère augmentation du bras de levier lorsque le frein cède à l'entraînement de l'arbre; et celle qui consiste à équilibrer le frottement, en tout ou en partie, à l'aide d'un ressort gradué qui développe des efforts d'autant plus grands que le levier subit lui-même un plus grand déplacement angulaire. Un habile ingénieur, bien connu aujourd'hui dans le monde savant, M. Marcel Deprez, associé de M. Carpentier, a fait connaître récemment un autre procédé sur lequel nous reviendrons plus loin, et qui se résume dans le serrage automatique des mâchoires. Ce perfectionnement fait du frein de Prôny un appareil extrêmement simple et propre à fournir les plus exactes indications. Avant de décrire le frein de M. Deprez, nous nous occuperons de celui de M. Carpentier, qui a trouvé, de son côté, une solution du problème toute différente, remarquable, d'ailleurs, par sa simplicité et son élégance. Elle a spécialement en vue les moteurs de faible puissance, auxquels l'application pure et simple du frein de Prôny ne s'est jamais faite sans donner lieu à de sérieuses difficultés.

L'appareil de M. Carpentier comprend deux poulies à gorge, montées l'une à côté de l'autre sur l'arbre tournant qui fournit le travail à évaluer. La première poulie y est calée à demeure; la seconde est une poulie folle, qui ne subit pas l'entraînement du mouvement de rotation. A la poulie folle s'attachent deux cordes qui portent, chacune à son extrémité, un poids connu. Pour abréger le langage, nous désignerons ces poids par les lettres P et p. La corde qui porte le plus petit, p, de ces deux poids, tombe librement le long de la gorge de la poulie folle; l'autre corde y est aussi attachée, mais dans le plan de la poulie calée, et s'engage dans la gorge de cette dernière poulie. Cela posé, si l'on fait tourner l'arbre dans le sens où agit le poids P, la corde qui porte ce poids subit le frottement de la poulie mobile et, conformément à une expérience que tout le monde connaît et peut renouveler, la différence des tensions aux deux extrémités de l'arc embrassé croît très-rapidement à mesure que cet arc augmente. La poulie folle tendrait à se mouvoir comme l'arbre tournant sous l'effort exercé par la corde du poids P, mais elle est retenue par le poids p, qui agit sur l'autre corde, et l'équi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

libre s'établira de lui-même lorsque l'arc embrassé aura pris l'amplitude qui amène la tension de la corde, prise à son point d'attache, à être égale à p. Dans ces conditions, le frottement total exercé par la corde sur la poulie mobile est égal à la différence P—p, et le travail développé par seconde se mesure par le produit

$$(P - p) \times \frac{n}{60} \times 2\pi R,$$

dans lequel R est le rayon de la circonférence de glissement et n le nombre de tours par minute. Ce qui rend la méthode élégante et facile, c'est la rapidité avec laquelle s'accroît cette différence $P - p$ à mesure que l'arc embrassé par la corde augmente. Si le coefficient du frottement f reste le même à chaque instant et pour tous les points, et que α désigne l'arc embrassé rapporté au rayon pris pour unité, on a entre ces diverses quantités l'équation

$$P = p\, e^{f\alpha}$$

L'angle α se règle de lui-même d'après cette formule. Si f est variable, α varie en conséquence, de manière à laisser constant le produit $f\alpha$, et les variations de l'arc seront toujours assez lentes pour n'entraîner que des déplacements insignifiants des poids P et p. On n'y observera donc rien d'analogue aux déplacements angulaires communiqués à chaque instant au levier de Prôny, lesquels ne portent pas avec eux leur correctif et exigent le remaniement continuel des vis de serrage.

L'appareil de M. Carpentier convient particulièrement, avons-nous dit, aux machines de petite puissance, de 1 à 2 chevaux, par exemple. Il n'est pas encombrant et fonctionne exclusivement sur lui-même, sans menacer personne à la façon de l'ancien frein. Outre son usage industriel, il est susceptible d'autres applications dont nous signalerons seulement les principales.

Si l'on mesure l'angle α correspondant à l'arc de glissement, on se servira de l'équation $P = p\, e^{f\alpha}$ pour déterminer la valeur du coefficient f applicable au glissement de la corde sur la poulie mobile. On pourra vérifier la formule en faisant varier les conditions de l'expérience; on pourra, en d'autres termes, chercher expérimentalement les lois du frottement des cordes sur les solides dans le mouvement relatif, et constater, par exemple, cette loi qui résulte des expériences de MM. Deprez et Carpentier, que la vitesse du glissement est sans influence sur le coefficient f.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on fait varier les matières employées pour lubrifier la corde et la poulie, on pourra se servir de l'appareil comme d'une machine à essayer les huiles, et déterminer empiriquement les pouvoirs lubrifiants des divers enduits.

Enfin, en faisant fonctionner l'appareil dans un calorimètre, de manière à recueillir toute la chaleur développée par le frottement, on pourra comparer, au bout d'un temps plus ou moins long, le travail dépensé à la quantité de chaleur produite, et en déduire l'équivalent mécanique de la chaleur. Il semble que les conditions de régularité dans lesquelles l'appareil aurait à agir permettraient d'obtenir ces résultats avec une rigueur presque complète.

Revenons au frein automatique de M. Marcel Deprez, dont M. Carpentier a donné, dans la séance du 23 janvier dernier, une description sommaire.

Au lieu d'employer des boulons et des vis pour produire le serrage des mâchoires du frein de Prôny, M. Deprez prolonge chacune des mâchoires par un levier et réalise, pour ainsi dire, une paire de tenailles entre lesquelles l'arbre tournant se trouve pincé. Un troisième levier, sensiblement parallèle aux deux premiers et placé au milieu de leur intervalle, se rattache aux leviers des mâchoires par deux bielles articulées, qu'on a soin de ne pas placer en regard l'une de l'autre; à son extrémité libre, qui est située sensiblement sur l'axe de l'arbre tournant, ce troisième levier porte un poids Q librement suspendu au bout d'une corde. Ce poids Q, destiné à régler le serrage, est tout à fait indépendant d'un autre poids P, qui fait équilibre au frottement subi par les mâchoires, et qui seul figurera dans l'expression du travail cherché. Le poids P agit à l'extrémité d'une corde fixée à une poulie invariablement réunie aux mâchoires, et centrée sur l'arbre tournant, de telle sorte que ce poids P conserve toujours le même moment par rapport à l'axe, quelle que soit l'inclinaison prise par l'appareil. Au contraire, le serrage produit par le poids Q dépend de l'inclinaison du frein, et varie proportionnellement au sinus de l'angle compris entre les leviers et la verticale; il est nul quand le frein s'est relevé verticalement et il atteint sa plus grande intensité quand le frein est horizontal. Supposons qu'on ait réglé le serrage, par approximation, pour une inclinaison du frein de 30 degrés sur l'horizon, ce qui revient à admettre qu'il y ait sensiblement équilibre dans cette situation entre le poids P et le frottement développé au pourtour de l'arbre tournant : il est clair que, si le frottement diminue accidentellement, le frein, entraîné par l'excès du poids P, s'inclinera davantage; aussitôt l'effort dû au poids Q augmente; le serrage et le frottement de l'arbre se trouvent ramenés rapidement à la valeur qui rétablit l'équilibre. Que le frottement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

augmente, au contraire, les leviers du frein se relèvent, et le serrage diminuant très-vite, l'équilibre se trouve encore rétabli. Comme les sinus des angles de 0, 60 et 90 degrés sont respectivement égaux à 0, 1/2 et 1, on voit que l'appareil, réglé sous l'inclinaison de 30 degrés pour un frottement de l'arbre représenté par le nombre 1, permet des variations du frottement entre les limites extrêmes 0 et 2. L'appareil est très-sensible, et la simplicité du mécanisme en permet l'application à toutes les machines quelle qu'en soit la puissance.

Comme conclusion définitive de l'examen auquel il a procédé, le comité des arts mécaniques estime que les freins automatiques de M. Carpentier et de M. Marcel Deprez sont de nature à rendre de grands services à la science et à l'industrie; il vous propose, en conséquence, de remercier M. Carpentier de son intéressante communication, et de décider l'insertion dans le *Bulletin* de la Société du présent Rapport, avec les figures et les légendes qui fassent comprendre la disposition et le jeu des deux appareils.

Signé : Ed. Collignon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 12 *mars* 1880.

LÉGENDE RELATIVE AUX FREINS DE M. CARPENTIER ET DE M. MARCEL DEPREZ.

Frein de M. Carpentier.

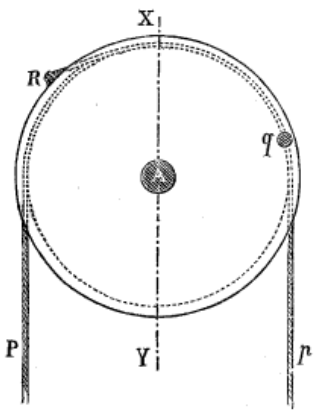


Fig. 1.

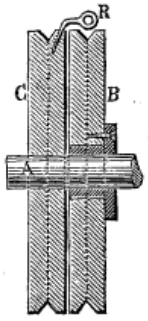


Fig. 2.

Fig. 1. Élévation de face.

Fig. 2. Section verticale suivant XY de la figure 1.

A, arbre moteur.

B, poulie fixe.

C, poulie folle, à laquelle s'attachent deux cordes portant deux poids différents p et P.

p, corde portant le poids moindre et tombant librement le long de la gorge de la poulie C.

P, corde portant l'autre poids; elle est fixée également à la même poulie C, mais le crochet d'attache est recourbé d'équerre de manière à la faire entrer dans la gorge de la poulie fixe B.

q, point d'attache de la corde p sur la poulie folle.

R, crochet d'attache de la corde P sur la même poulie; c'est pour l'intelligence

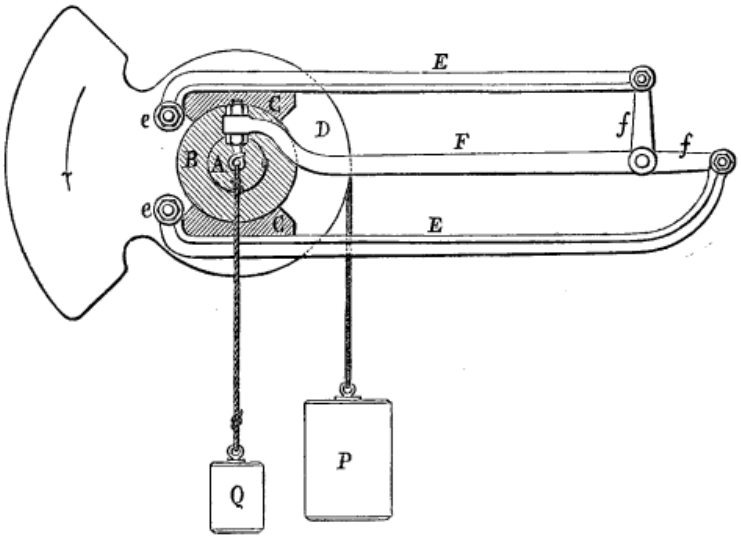
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la figure 2 que le crochet ne s'y trouve pas représenté en projection de la position qu'il occupe figure 1.

Frein de M. Marcel Deprez.

Fig. 1. Vue en élévation.
Fig. 2. Vue en plan.

Fig. 1.



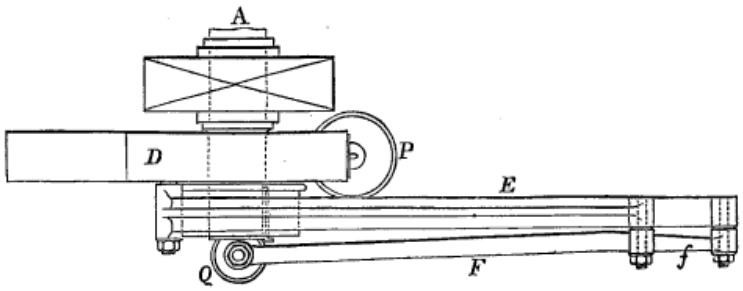


Fig. 2.

A, arbre moteur.

B, poulie calée sur l'arbre A.

C, C, mâchoires du frein.

D, poulie folle sur l'arbre A.

E, E. leviers des mâchoires C, C; leur extrémité antérieure est articulée sur la poulie folle D en des points *e*, *e*.

F, levier intermédiaire, se rattachant aux leviers E, E par deux bielles articulées *f*, *f*.

P. poids suspendu à un ruban d'acier enroulé sur la poulie folle D, et faisant équilibre au frottement subi par les mâchoires.

Q, poids suspendu par une corde à l'extrémité libre du levier F. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TISSAGE.

RAPPORT *fait par* M. DE LABOULAYE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur les* NOUVEAUX TISSUS *de* M. LECAISNE-MARÉCHAL, *rue de Cléry*, 23, *à Paris*.

Messieurs, M. Lecaisne-Maréchal a soumis à la Société d'encouragement des tissus à surface ondulée, fabriqués par des procédés entièrement nouveaux. Le principe dont il est parti est d'employer, pour la trame, des fils cannelés, qui, venant se placer entre les fils de la chaîne, produisent le tissu nouveau de son invention.

Pour y arriver par des moyens tout à fait semblables à ceux de la fabrication ordinaire, il fallait résoudre plusieurs problèmes que nous allons passer en revue.

Le premier consistait à donner simplement aux fils un gaufrage permanent. L'inventeur y est parvenu, en employant le procédé de fabrication qui produit au plus bas prix un tissu avec un seul fil, c'est-à-dire le tricot, formé de boucles enlacées, qui se produit avec une rapidité merveilleuse en grands cylindres, à l'aide du métier circulaire; ce tricot, soumis à des apprêts, c'est-à-dire à des pressions, des échauffements et à la vapeur d'eau fournit, lorsqu'on le détruit par une traction, un fil cannelé qui conserve la forme ondulée, même après qu'on a exercé sur lui une certaine traction. C'est ce qui arrive lorsqu'il faut enrouler ce fil sur une cannette pour le placer sur la navette du métier à tisser, opération qui ne doit être faite qu'au moment du tissage, pour que le fil reprenne plus facilement sa forme, et qui n'est pas sans quelques inconvénients au point de vue du redressement. L'inventeur s'en est préoccupé à diverses reprises et arrivera probablement un jour à employer directement le fil fourni par le défilage du tricot.

La seconde partie du problème à résoudre était de faire en sorte que la navette qui fournit le fil redressé, laissât à celui-ci la facilité de reprendre la forme ondulée pendant qu'il se place entre les fils de la chaîne.

Il y est parvenu par une disposition ingénieuse qu'il décrit ainsi dans son brevet : « Deux aiguilles verticales, établies solidaires l'une de l'autre, à une certaine distance des lisières, de manière que l'une s'élève au-dessus de la table du battant lorsque l'autre y disparaît, viennent s'interposer alternativement entre le fil de trame et la navette. Le mouvement se trouve commandé par un levier qui agit sous l'influence d'une tigelle fixée sur le taquet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« A l'arrivée de la navette dans la boîte de droite, par exemple, la pression de la tigelle sur le levier fait soulever l'aiguille de droite, qui s'interpose alors entre le fil de trame et la navette. Au retour de la navette, l'aiguille retient le fil à une certaine distance de la lisière, produisant ainsi un défilage plus considérable que la largeur même du tissu. A l'arrivée de la navette dans la boîte gauche, l'aiguille de droite disparaît brusquement à l'intérieur de la table du battant, dérobant ainsi au fil de trame son point d'appui et l'abandonnant à sa tendance rétractive qui le fait briser dans l'ouverture de la marchure. L'aiguille de gauche s'est en même temps interposée à son tour entre le fil de trame et la navette. L'ouvrier donne alors son coup de battant sur le fil fixe, et le résultat cherché est alors obtenu. »

Par les ingénieuses dispositions que nous venons de relater et en variant les armures, M. Lecaisne-Maréchal produit une variété assez grande de tissus d'un aspect particulier, dont les échantillons ont intéressé le Conseil de la Société. Ce ne sont évidemment pas des étoffes de fatigue qui peuvent être produites ainsi; mais, et surtout avec des fils de soie ondulés, ce sont des tissus assez riches qui peuvent entrer avec avantage dans de brillantes toilettes.

La question de l'adoption par la mode est trop délicate pour que nous puissions énoncer un avis à cet égard; mais au point de vue des procédés techniques, nous pouvons féliciter l'inventeur de la simplicité des solutions qu'il a su touver pour résoudre le problème qu'il s'était proposé.

Nous vous proposons, en conséquence, de remercier M. Lecaisne-Maréchal de sa communication et d'insérer le présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : Ch. de Laboulaye, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 23 *avril* 1880.

COMITÉ DE COMMERCE.

Rapport *de* M. Daguin *sur le projet de loi relatif à la* Protection des noms commerciaux et a l'usurpation des récompenses industrielles, *proposé au Sénat par* M. Bozérian.

Messieurs, M. le Ministre de l'agriculture et du commerce a adressé, à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

date du 22 juillet 1879, à M. le Président de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, un exemplaire d'une proposition de loi dont le Sénat a été saisi, le 26 mai de la même année, par M. Bozérian, l'un de ses membres. Cette proposition de loi est relative à la protection des noms commerciaux et à l'usurpation des médailles et récompenses industrielles honorifiques. Les pièces, touchant cette question, ont été renvoyées à votre comité du commerce, qui les a étudiées avec soin, et m'a chargé de vous faire, en son nom, un rapport à ce sujet.

Il ressort de l'examen auquel il s'est livré, et notamment de la lecture de l'exposé des motifs compris dans les pièces envoyées en communication, que M. le sénateur Bozérian a en vue de soumettre l'usurpation des noms commerciaux, des médailles et récompenses industrielles honorifiques à des pénalités analogues à celles qui frappent l'usurpation des marques de fabrique, et de combler ainsi une lacune regrettable.

Si l'on se reporte à la législation existante, on arrive bien vite à se convaincre que cette lacune est réelle. C'est M. le sénateur Bozérian, lui-même, qui nous éclaire à ce sujet dans l'exposé des motifs qui accompagne sa proposition. On y lit, en effet, paragraphe 4 : « Jusqu'au 28 juillet 1824, la seule disposition législative réglementant la matière, était un passage de la loi du 22 germinal an XI (12 avril 1803), relative aux manufatures, fabriques et ateliers.

« L'art. 17 de cette loi est ainsi conçu :

« La marque sera considérée comme contrefaite, quand on y aura inséré « ces mots : façon de...., et à la suite le nom d'un autre fabricant ou d'une « autre ville. »

« Ce genre de contrefaçon était puni, avec une sévérité outrée, des peines de faux en écriture privée, c'est-à-dire, aux termes de la loi des 25 septembre et 6 octobre 1791 alors en vigueur, de quatre années de fers.

« Cette législation était à la fois excessive et insuffisante. L'élévation de la peine en rendait l'application presque impossible, et dans un grand nombre de cas non visés en la loi, le contrefacteur échappait à toute répression.

« La loi du 28 juillet 1824 a tenté de compléter la loi précédente. Voici le texte de l'art. 1er :

« Quiconque aura, soit apposé, soit fait apparaître par addition, retran- « chement, ou par une altération quelconque, sur des objets fabriqués, le « nom d'un fabricant autre que celui qui est l'auteur, ou la raison com- « merciale et une fabrique autre que celle où lesdits objets auront été fabri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« qués, ou enfin le nom d'un lieu autre que celui de la fabrication, sera puni « des peines portées en l'art. 423 du Code pénal, sans préjudice des dom- « mages-intérêts s'il y a lieu (emprisonnement de trois mois à un an et « amende qui ne pourra être au-dessous de 50 francs).

« Art. 2. L'infraction ci-dessus mentionnée cessera en conséquence, et « nonobstant l'art. 17 de la loi du 12 avril 1803, d'être assimilée à la contre- « façon des marques particulières prévues par les articles 142 et 143 du Code « pénal. »

M. Pouillet, dans son Traité des marques de fabrique, a commenté cette loi, en disant que l'emploi du nom sous une autre forme que celle de l'apposition sur des objets fabriqués, par exemple sous forme de prospectus, d'annonces, de réclames, ou sous forme d'enseigne, ne constitue pas le délit; qu'il n'y a là qu'un acte de concurrence dommageable donnant ouverture à l'action en réparation, mais échappant à la loi pénale.

Il est bien établi en outre, qu'en matière de médailles et de réompenses industrielles honorifiques, tout est à faire, qu'aucune réglementation n'existe, que les fraudes sont innombrables et les réclamations incessantes.

Dans l'état actuel de la législation, toutes les usurpations de nom qui échappent à la loi de 1824, ne tombent pas, il est vrai, sous l'application de la loi pénale; mais la réparation des dommages qu'elles occasionnent est fréquemment obtenue en portant, devant les tribunaux compétents, la question de concurrence déloyale dont elles forment un des principaux caractères. Il en est de même des usurpations de médailles et récompenses industrielles honorifiques. L'usurpation des marques de fabrique, malgré les pénalités édictées par la loi du 23 juin 1857, sont souvent portées aussi devant les tribunaux de commerce comme constituant un acte de concurrence déloyale.

Malgré la protection que les commerçants et industriels lésés dans ces circonstances trouvent devant la juridiction consulaire, il n'en faut pas conclure qu'il ne reste rien à faire. Il convient toujours de chercher les moyens de moraliser les agissements commerciaux et industriels. La répression sévère, mais non excessive, est un des moyens les plus sûrs d'y arriver. Il est certain que les condamnations n'ayant pour objet que des sacrifices financiers, prononcées par la juridiction commerciale, ne stigmatisent pas d'une façon assez énergique les actes déloyaux qui y donnent lieu; tandis que l'application d'une loi pénale atteindrait, sous une forme plus efficace, la déloyauté et le mensonge. C'est, sans aucun doute, cette pensée qui a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inspiré M. le sénateur Bozérian, et l'a amené à établir, à juste titre, une connexité entre la protection, qui est due au nom commercial, aux médailles et aux récompenses industrielles honorifiques, aussi bien qu'aux marques de fabrique. Ces dernières sont protégées, comme on l'a vu plus haut, par la loi spéciale du 23 juin 1857. Ladite loi a prêté ses principales dispositions à la proposition faite au Sénat, et à raison de laquelle l'avis de la Société d'encouragement est réclamé par M. le Ministre de l'agriculture et du commerce.

La loi proposée comprend dix-huit articles qu'il convient d'examiner successivement :

ARTICLE PREMIER. — *La propriété du nom commercial est imprescriptible. Son acquisition et sa conservation ne sont soumises à aucune formalité particulière. Les droits résultant de cette propriété sont les mêmes pour les étrangers que pour les Français.*

Cet article définit très-nettement le caractère du nom commercial, ses conditions d'existence et ne paraît pas devoir soulever d'observation.

ART. 2. — *La raison de commerce est assimilée au nom.* Ce qui est vrai pour le nom commercial l'est évidemment aussi pour la raison de commerce, la raison sociale, le nom social. Les deux articles auraient peut-être pu n'en faire qu'un seul, mais ceci avait peu d'importance.

ART. 3. — *La propriété des noms et de la raison de commerce est distincte de celle de la marque dont ils font partie.*

ART. 4. — *Ils ne peuvent être cédés séparément de la maison qu'ils servent à désigner.*

Il convient de ne pas séparer l'examen de ces deux articles. Les noms et la raison de commerce servent, le plus généralement, à faire connaître au public et à distinguer ceux qui se livrent aux innombrables branches du commerce et de l'industrie. Parfois les noms et la raison de commerce sous une forme distinctive, conformément à un passage du § 3 de l'art. 1er de la loi du 23 juin 1857, constituent des marques de fabrique. M. le sénateur Bozérian tient à interdire aux propriétaires du nom et de la raison de commerce, alors qu'ils ne sont pas considérés comme marques de fabrique, le droit d'en disposer avec la même liberté que s'ils avaient ce caractère. Cette restriction du droit de disposer librement de sa chose est un fait grave dont l'utilité n'apparaît pas. On comprend difficilement, d'autre part, comment des industriels exerçant, sous le nom social, différentes natures d'industrie ou de commerce, ne pourraient pas céder à un tiers une des branches

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de leurs affaires, avec autorisation de se servir de leur nom, tout en le conservant pour l'exploitation des branches qu'ils se réservent. Nous pensons donc qu'il n'y a pas lieu de maintenir l'article 4, et, comme l'article 3 n'a d'autre objet que d'en expliquer l'utilité, il conviendrait de les supprimer tous les deux.

ART. 5. — *Les noms imaginaires, les pseudonymes et les enseignes sont assimilés aux marques et soumis aux mêmes règles.*

Si l'on se reporte aux caractères de la marque de fabrique, ressortant de l'art. 1er de la loi de 1857, il est difficile d'y assimiler les noms imaginaires, les pseudonymes et les enseignes. L'article susvisé stipule, en effet, que l'on considère comme marque de fabrique et de commerce, les signes qui servent à distinguer les produits d'une fabrique ou les objets d'un commerce. Il est permis de conclure de ces termes, que les signes dont il s'agit, doivent être apposés sur les produits et les accompagner. Cette condition n'est pas réalisée par les noms imaginaires, les pseudonymes sous lesquels l'on voit parfois le commerce s'exercer, non plus que par les enseignes, et il serait regrettable, en les assimilant aux marques de fabrique, d'obliger les industriels et les commerçants à en faire le dépôt pour assurer leur droit de propriété. En cet état, il conviendrait de supprimer encore cet article.

ART. 6. — *Nul ne peut se servir du nom d'un tiers pour la désignation d'un produit, à moins que ce nom soit devenu la désignation nécessaire de ce produit, ou que son emploi ne soit indispensable pour faire connaître la nature ou la composition du produit.*

Dans ce dernier cas, celui qui se sert du nom doit l'accompagner de mentions, indications ou signes suffisants pour empêcher toute confusion.

Cet article semble sauvegarder tous les intérêts.

ART. 7. — *L'acheteur d'un produit ne peut apposer le nom du vendeur sans le consentement de celui-ci.*

Cet article concerne un droit indiscutable du vendeur.

ART. 8. (Voir l'imprimé.) — Pas d'observation sur cet article, sinon en ce qui touche les noms imaginaires, les pseudonymes et les enseignes, qui devraient être ajoutés au nom de commerce et à la raison de commerce, s'ils n'étaient pas assimilés aux marques de fabrique, comme cela a été proposé plus haut.

ART. 9. (Voir l'imprimé.) — Pas d'observation.

ART. 10. (Voir l'imprimé.) — La fin du premier paragraphe est ainsi rédigée : « et aux représentants de la maison de commerce, en considération

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de laquelle elles ont été décernées. » Il ne paraît pas suffisamment clair. Évidemment, il ne peut être question que des associés ou de chefs, de ceux qui ont obtenu les médailles, ou les récompenses. Ces personnalités ne sont pas qualifiées représentants de maison de commerce. Il semblerait préférable de rédiger l'article comme suit : « L'usage public des médailles et récompenses decernées, dans les Expositions ou concours organisés par l'État, les départements, les communes et les corps ou sociétés officiellement autorisés, n'est permis qu'à ceux qui les ont obtenues personnellement et aux établissements commerciaux ou industriels, en considération desquels elles ont été décernées.

« Le droit à cet usage est présumé autorisé au profit de ces établissements à défaut de convention contraire. »

ART. 11. — Pas d'observation.

ART. 12. — Pas d'observation.

ART. 13. — Pas d'observation.

ART. 14. — Pas d'observation.

ART. 15. — Pas d'observation.

ART. 16. — Pas d'observation.

ART. 17. — Pas d'observation.

ART. 18. — Pas d'observation.

En résumé, le comité du commerce propose au Conseil de donner une entière approbation au principe de la proposition de M. le sénateur Bozérian. Cette proposition, en effet, tend à réprimer des fraudes et des usurpations qui nuisent infiniment au commerce honnête. Il y a lieu, toutefois, d'introduire, en ce qui touche divers articles du projet de loi, les modifications qui ont été signalées plus haut.

Signé DAGUIN, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 27 *février* 1880.

AGRICULTURE.

SUR LA CRÉMEUSE CENTRIFUGE DE M. LAVAL, DE STOCKHOLM, PAR M. HERVÉ MANGON (1).

La matière grasse du lait existe, dans ce liquide, sous forme de petits glo-

(1) Communication faite dans la séance du 13 février 1880.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bules microscopiques plus légers que la dissolution environnante. Ces globules s'élèvent lentement à la surface du lait, lorsqu'il est abandonné au repos à une température modérée et forment, après un temps suffisant, une couche de crème plus ou moins épaisse.

Le temps nécessaire à la séparation de la crème et du lait varie suivant les circonstances ; mais en pratique on laisse généralement le lait en repos pendant vingt-quatre heures au moins avant d'enlever la première crème, et la séparation complète n'a lieu généralement qu'après un temps beaucoup plus long.

Le beurre est d'autant plus fin, toutes choses égales d'ailleurs, que la crème est plus fraîche. D'un autre côté, le petit-lait aigrit rapidement et perd une partie de sa valeur quand on conserve le liquide assez longtemps pour effectuer la séparation à peu près complète de la crème ; les propriétaires de laiteries à beurre doivent donc s'efforcer de hâter autant que possible le crémage du lait.

L'idée de séparer rapidement la crème du lait par l'action de la force centrifuge est déjà fort ancienne. Je n'ai point retrouvé l'ouvrage où j'avais lu cette indication, mais je me souviens parfaitement qu'étant encore presque enfant, j'ai tenté l'expérience. Il suffit de remplir de lait un flacon de verre ou tout autre vase de forme analogue et de lui imprimer autour d'un point fixe, par un mouvement de fronde, une vitesse suffisante de rotation, pour obtenir, en une trentaine de minutes, la séparation de la crème, qui se réunit dans la partie du vase la plus voisine du centre de mouvement.

Depuis 1850, plusieurs personnes ont essayé de construire sur ce principe des crémeuses centrifuges, mais sans arriver, paraît-il, à un résultat absolument satisfaisant. En 1868, M. Weston, de Boston, fit breveter une crémeuse centrifuge, qui fonctionne actuellement encore chez M. Burnett, fermier dans le Massachussets (États-Unis), et qui, à la vitesse de 1 500 tours par minute, peut traiter 340 litres de lait par heure.

La crémeuse centrifuge, qui semble la plus parfaite en ce moment, est celle de M. Laval, de Stockholm, qui figurait à la dernière Exposition d'animaux gras du Palais de l'Industrie, et que M. Pilter a bien voulu envoyer aujourd'hui pour la mettre sous les yeux de la Société.

La machine et le dessin que je présente permettent de se rendre facilement compte du fonctionnement de l'appareil. Le lait, immédiatement après la traite, arrive d'une manière continue dans l'axe d'un sphéroïde en acier de $0^m,25$ de diamètre, animé d'une vitesse de 6 000 tours par minute. La

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

crème sort par une ouverture très-voisine de l'axe, et le petit-lait par un ube ouvert près de la circonférence extérieure. L'appareil est construit avec beaucoup de précision et de solidité. Le réservoir en acier pourrait résister à une pression d'une trentaine d'atmosphères. La crémeuse Laval-Pilter, mise en mouvement par un seul cheval attelé à un manége, peut traiter 130 litres de lait à l'heure.

D'après les chiffres fournis dans un conférence faite récemment aux États-Unis par M. Burnett, le lait traité par la crémeuse centrifuge donne 5 à 6 pour 100 de beurre de plus, que le même lait traité par les procédés ordinaires. La crème est d'excellente qualité et se vend à des prix élevés chez les laitiers de Boston. Enfin, fait fort remarquable, l'examen microscopique de la crème a démontré l'absence complète de globules brisés ou agglomérés les uns aux autres.

Dans un grand nombre d'expériences, faites avec le plus grand soin par ordres de la Société royale d'agriculture d'Angleterre, à l'occasion du concours de Kilburn, on a trouvé que 26^{k},12 de lait traités par la crémeuse centrifuge Laval, donnaient 1 kilog. de beurre, et que 27^{k},25 traités par la méthode ordinaire donnaient 1 kilog. de beurre.

Des essais semblables poursuivis depuis plusieurs mois en France, dans le département de l'Eure, par M. A. Bacquet, ont fourni des résultats analogues. M. Bacquet employait 28 à 30 litres de lait par kilog. de beurre; il n'en emploie plus aujourd'hui que 24 à 25 kilog. par l'usage de la crémeuse. Des dégustateurs experts n'ont point pu distinguer, d'ailleurs, le beurre fait avec la crème de la machine, du beurre fait avec la crème ordinaire.

La crémeuse centrifuge sépare du lait les matières étrangères impures, qui peuvent s'y trouver, avec une perfection remarquable. M. A. Bacquet a fait, à cet égard, une expérience des plus curieuses. Il a mêlé du noir de fumée à du lait frais et a livré à la crémeuse ce mélange presque noir. La crème est sortie parfaitement blanche, ainsi que le petit-lait. Après l'expérience, on a retrouvé le noir de fumée, avec quelques autres impuretés, étalés en couche mince et fortement adhérente à la surface intérieure de la crémeuse.

En résumé, l'emploi de la crémeuse centrifuge augmente notablement la proportion de beurre extraite du lait, en fournissant de la crême fraîche et du petit-lait doux, d'un emploi plus avantageux que celui du petit-lait caillé. Il est vivement à désirer que l'on multiplie les expériences sur l'emploi pratique de cette machine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE L'ÉCRÉMEUSE CENTRIFUGE DE M. LAVAL.

La figure 1 ci-dessous est une vue perspective de l'appareil.

La figure 2 est une section verticale par l'axe à une échelle plus grande que celle de la figure 1.

a b, (voir fig. 2) bâti en fonte de l'appareil, formé d'un montant *a* et d'une semelle *b* se boulonnant aux quatre angles sur le plancher.

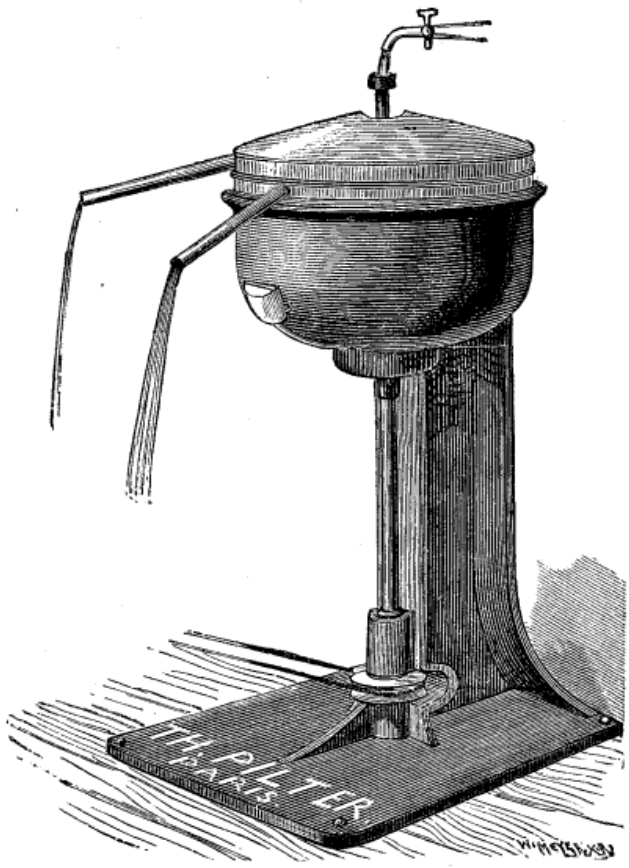


Fig. 1.

c, cuve cylindro-sphérique à couvercle mobile, venue de fonte avec le bâti et traversée, dans toute sa hauteur et suivant son axe, par l'arbre de rotation de l'appareil.

d, tuyau muni d'un robinet amenant le lait dans l'appareil.

e, bras servant, au moyen d'une vis, à assujettir exactement l'extrémité du tuyau *d* dans l'axe de l'appareil; il est maintenu dans une oreille venue de fonte avec la cuve *c*, et peut tourner dans cette oreille lorsqu'il faut l'écarter pour ouvrir l'appareil, auquel cas le tuyau *d* est enlevé. (Ce bras n'est pas représenté figure 1.)

f g h, arbre de rotation de l'appareil; il est composé des trois parties suivantes, assemblées dans le prolongement l'une de l'autre :

f, partie supérieure formée d'un tube auquel est réuni, dans le bas à angle droit, un autre tube *f'* avec lequel il est en communication.

g, partie intermédiaire de l'arbre de rotation, composée d'une tige cylindrique pleine.

h, partie inférieure de l'arbre, maintenue dans un collet venue de fonte avec le bâti.

La figure 2 indique le mode d'assemblage des trois parties *f, g, h* de l'arbre de rotation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

i; sphéroïde en acier contenu dans la cuve *e* et fixé, près du tube *f'*, à l'arbre de rotation avec lequel il tourne et qui le traverse dans toute sa hauteur.

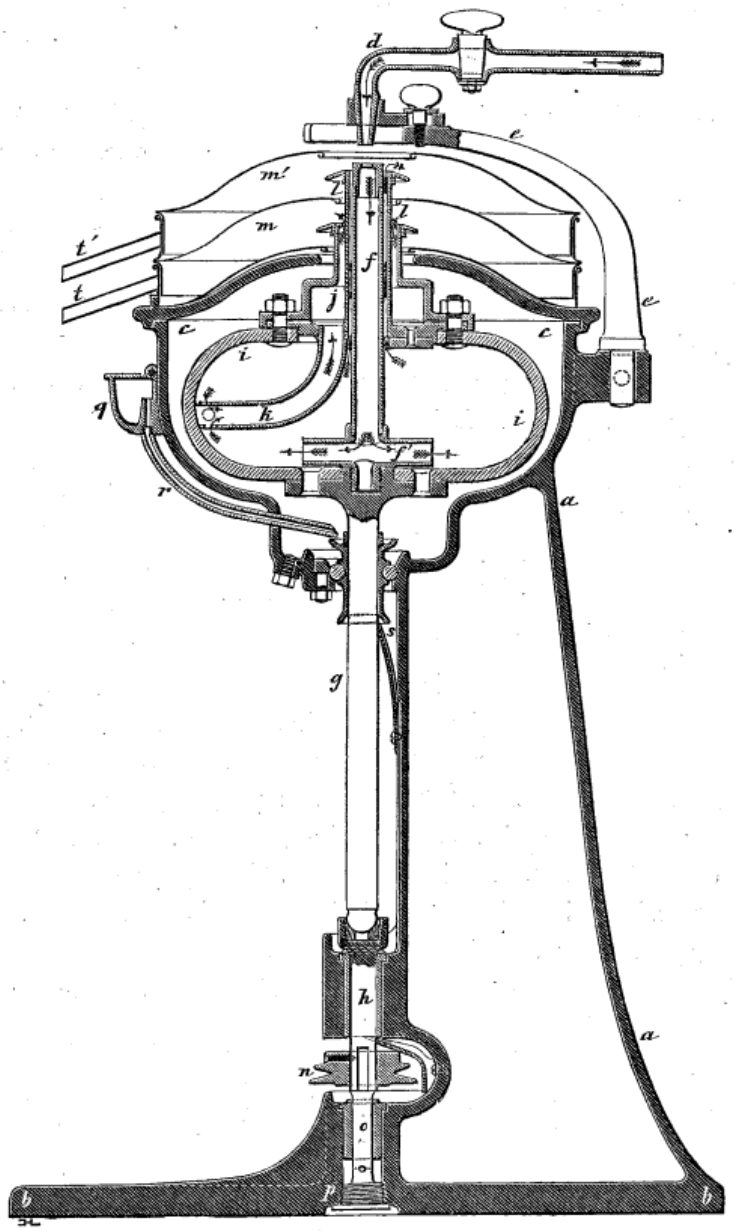


Fig. 2. (Échelle au 1/5.)

j, calotte recouvrant le sphéroïde *i* sur lequel elle est boulonnée, et se terminant par un manchon vertical ouvert par le haut.

k, tuyau recourbé fixé au sphéroïde *i* et communiquant, par le haut, avec la calotte

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

j; son extrémité inférieure porte, sur sa circonférence, une série de trous qui le mettent en communication avec la capacité du sphéroïde *i*.

l, manchon entourant la partie *f* de l'arbre de rotation; il est placé entre cet arbre et le manchon de la calotte *j*, et est fixé au sphéroïde avec la capacité duquel il communique.

m, m', bassins en fer-blanc se superposant au-dessus du couvercle de la cuve *c* et recevant les produits séparés de l'opération, lesquels s'écoulent chacun par un tuyau spécial.

n, poulie fixée à la base de la partie inférieure *h* de l'arbre de rotation; elle reçoit la courroie qui transmet à l'appareil le mouvement du moteur.

o, support fixe de l'arbre de rotation; la partie *h* de cet arbre est évidée par le bas comme un manchon et vient s'emboiter sur le support.

p, vis placée au bas du support *o* et permettant de le remonter pour remédier à l'usure produite par la rotation de l'arbre moteur.

q, boîte à couvercle pour le graissage de l'arbre moteur.

r, tube conduisant l'huile à graisser dans un godet entourant l'arbre moteur.

s, petit plan incliné recevant l'huile en excès et l'écartant de l'arbre après graissage, pour empêcher qu'elle ne soit projetée par le mouvement de rotation.

Fonctionnement de l'appareil. — Le tuyau *d* étant bien centré et le mouvement de rotation étant donné à l'appareil, on fait arriver le lait qui se rend par les tubes *f* et *f'* dans le sphéroïde *i*. A mesure que le petit-lait et la crème se séparent, le premier se rend par le tuyau *k* et la calotte *j* dans le bassin *m* d'où il sort par le tuyau *t;* la seconde monte dans l'espace compris entre la surface extérieure de l'arbre et le manchon *l*, puis arrive dans le bassin *m'* pour s'écouler par le tuyau *t'*.

Les flèches à un dard tourné vers le bas, indiquent le trajet du lait à son arrivée. Les flèches à un dard tourné vers le haut, indiquent le trajet que suit le petit-lait pour sortir; enfin les flèches à deux dards tournés également vers le haut, indiquent le trajet de la crème se rendant au bassin *m'*.

La conduite de l'appareil ne demande qu'une légère surveillance; le moteur mis en marche et le robinet d'arrivée du lait ouvert, l'opération se fait toute seule. Le nettoyage ne prend que quelques minutes et n'exige que deux litres d'eau. Lorsqu'on doit y procéder, on commence par décentrer le tuyau *d* qu'on retire, puis on écarte le bras *e* et on enlève successivement les bassins *m* et *m'* qui ne sont que posés.

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES.

SUR LES GAZ RETENUS PAR OCCLUSION DANS L'ALUMINIUM ET LE MAGNÉSIUM ; PAR M. DUMAS.

« J'ai eu déjà l'honneur de communiquer à l'Académie des observations concernant le pouvoir que possède l'argent d'emprisonner à l'état liquide, à une haute température, des quantités considérables de gaz oxygène et d'en conserver une portion très-notable après sa solidification, pendant un temps probablement très-long et peut-être indéfiniment.

« Des recherches analogues, poursuivies non seulement sur des métaux, mais sur divers corps composés fusibles, m'ont conduit à des résultats que je me propose de réunir dans un travail d'ensemble. Mais, en attendant que j'ai pu le conduire à son terme, il m'a paru de quelque utilité pour la science d'en détacher certaines parties de nature à intéresser des questions actuellement en cours d'étude.

« En soumettant l'aluminium, dans le vide, à l'action d'une température qu'on élève successivement jusqu'au degré convenable pour déterminer le ramollissement de la porcelaine, et en faisant agir sur la cornue qui contient le métal la trompe à mercure jusqu'à complet épuisement, on en retire des quantités considérables de gaz. La séparation du gaz et du métal semble même s'opérer tout à coup vers le rouge blanc, à en juger par la baisse brusque du baromètre qui fait partie de l'appareil d'épuisement. Si l'opération exige ensuite quelques heures pour l'amener à son terme, c'est que la soustraction, par l'action de la trompe, du gaz répandu dans l'espace vide de l'appareil est nécessairement très-lente.

« J'admets donc que l'aluminium chauffé dans le vide au degré de la fusion du cuivre ou de l'argent abandonne des gaz et probablement la totalité des gaz qui se trouvaient renfermés par occlusion dans le métal. La quantité de gaz ainsi dégagée peut dépasser le volume du métal.

« 200^{gr} d'aluminium, représentant 80^{cc}, ont donné 89^{cc}, 5 de gaz à la température de 17° et sous la pression de 755^{mm}.

« Ce gaz renfermait :

Acide carbonique.	1,5
Hydrogène.	88,0
	89,5

« On peut dire que c'était de l'hydrogène pur. Il n'était accompagné ni d'oxyde de carbone, ni d'azote, ni d'oxygène. L'absence de ce dernier gaz pouvait être prévue ; mais, dans l'étude de ces phénomènes exceptionnels, tout est à constater.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« L'aluminium qu'on fait intervenir dans la construction des appareils délicats destinés à l'étude des gaz amenés à des pressions extraordinairement faibles pourrait donc fournir de l'hydrogène, dans le cas où l'on ne l'aurait pas débarrassé de ce gaz par des opérations préalables de purification, c'est-à-dire, par l'exposition dans le vide à l'action d'une température élevée.

« Je ferai connaître plus tard les changements que le métal éprouve en perdant cet hydrogène, sous le rapport de ses qualités physiques.

« Le magnésium, chauffé dans une cornue de porcelaine où l'on avait fait le vide, présente des phénomèmes analogues : à une température voisine du rouge blanc, un dégagement brusque de gaz s'effectue, et, si l'on continue à faire agir la trompe pour opérer l'extraction du gaz produit, on voit paraître, peu à peu, des stalactites dans le col de la cornue, qui finiraient par l'obstruer si l'on opérait sur des quantités suffisamment considérables.

« A poids égal, le magnésium m'a donné un volume de gaz double de celui que m'a fourni l'aluminium. Mais le magnésium, qui est plus léger que l'aluminium, a dégagé seulement une fois et demie son volume de gaz. 40^{gr} de ce métal représentant 23^{cc} en ont fourni, en effet, 32^{cc} environ.

« 20^{gr} de magnésium ont donné :

	cc.
Hydrogène.	12,3
Oxyde de carbone.	4,1
Total.	16,4

« 40^{gr} de magnésium d'une autre préparation ont donné à 15° et 757^{mm} :

	cc.
Hydrogène.	28,1
Oxyde de carbone.	1,9
Acide carbonique.	1,9
Total.	31,5

« Pour ce métal, le gaz renfermé par occlusion consistait encore essentiellement en hydrogène; mais il était accompagné, comme on voit, d'oxyde de carbone, en quantité plus ou moins notable et variant sans doute avec les circonstances de la préparation du métal.

« J'ai fait remarquer que, pendant l'opération, on voyait apparaître des stalactites dans le col de la cornue ; elles sont produites par la condensation du métal volatilisé. Lorsqu'on brise la cornue après le refroidissement, on constate, en effet, que la totalité du magnésium est venue se condenser à la voûte de la cornue vers son col, ou même dans une partie de la longueur de celui-ci.

« Le magnésium ainsi volatilisé cristallise en se condensant, et les cristaux, doués

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un grand éclat et d'un blanc d'argent, peuvent acquérir des dimensions suffisantes pour permettre des mesures précises.

« La pureté du magnésium sublimé dans ces conditions me paraît offrir toutes les garanties nécessaires pour la détermination de l'équivalent de ce métal, qui reste encore environnée de quelques doutes.

« D'ailleurs, la volatilité du magnésium permettant de le transformer complétement en vapeurs dans un espace vide d'air, il devient possible de déterminer directement la densité de la vapeur de ce métal, en faisant usage des procédés auxquels M. Troost a eu si utilement recours pour les substances qui n'entrent en ébullition qu'à de hautes températures, et je lui laisse volontiers ce soin.

« Je ne crois donc pas sans intérêt de signaler ce procédé de purification du magnésium, qui permet de le débarrasser de toutes les substances, soit fixes, soit gazeuses qui l'accompagnent dans les circonstances ordinaires.

« Tandis que l'argent emprisonne de l'oxygène, c'est surtout à l'hydrogène que s'adressent l'aluminium et le magnésium. Mais nous verrons par la suite que d'autres gaz peuvent être préférés par d'autres métaux et que d'autres substances non métalliques se comportent de la même manière qu'eux, ou du moins qu'elles abandonnent comme eux, à une température et dans le vide, des gaz qu'elles semblent avoir emprisonnés mécaniquement.

« Il est probable que la force, en vertu de laquelle les gaz dont il s'agit sont coërcés avec tant d'énergie et pour une si longue durée dans les métaux, ou autres corps, se rapproche néanmoins beaucoup de celle en vertu de laquelle, comme il résulte des intéressantes expériences de M. L. Varenne, le bioxyde d'azote adhère pour un temps plus court à la surface du fer passif.

« Mais, avant de se former une opinion sur ces questions délicates, il convient de multiplier les épreuves et d'attendre qu'elles aient permis, par leur comparaison, d'arriver à des conclusions certaines. »

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

SUR LA SACCHARINE, PAR M. EUG. PELIGOT.

« Dans une précédente communication (1), j'ai fait connaître quelques-unes des propriétés de la saccharine, substance qui résulte de l'action des alcalis sur le sucre interverti, sur la glucose et sur la lévulose. N'ayant alors à ma disposition qu'une

---

(1) *Comptes rendus*, 1er décembre 1879 et *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 628.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quantité insuffisante de matière, j'avais laissé de côté la détermination de ses propriétés optiques. Je viens aujourd'hui combler cette importante lacune.

« La saccharine est dextrogyre, comme le sucre ordinaire, dont elle présente, comme on sait, la composition centésimale; son pouvoir rotatoire, déterminé à l'aide du polarimètre de M. Laurent, avec la lumière salée, est représenté par 93°,5′ : dans les mêmes conditions, et avec le même appareil, le pouvoir rotatoire du sucre ordinaire est exprimé par 67°,18′.

« Il était intéressant de rechercher si la lumière polarisée exerce la même action sur la saccharine provenant de la glucose d'amidon et sur la saccharine extraite de la lévulose. Dans ce but, deux échantillons, préparés l'un avec le lévulosate de chaux cristallisé, l'autre avec la glucose d'amidon, ont été soumis à l'observation optique. Le pouvoir rotatoire a été le même pour les deux : il n'existe donc pas de saccharine *gauche*.

« Le caractère essentiel de la saccharine est sa stabilité relative et l'inertie qu'elle présente aux agents qui agissent d'une manière spéciale sur les autres matières appartenant au groupe des sucres. Ainsi elle ne fermente pas; elle est volatile presque sans décomposition. J'ai dit qu'elle ne réduisait la dissolution tartro-alcaline de cuivre qu'à l'aide d'une ébullition prolongée : j'ai constatée depuis que, même dans ces conditions, cette dissolution n'est nullement réduite. Une dissolution de $0^{gr},5$ de saccharine dans 50^{cc} d'eau, versée dans une liqueur contenant 30^{cc} de potasse au dixième et 1^{cc} de liqueur Fehling, ne donne aucune réduction après une ébullition prolongée; la moindre trace de sucre interverti produit immédiatement le précipité rouge d'oxydule de cuivre.

« La saccharine peut-elle se transformer en sucre fermentescible, lorsqu'on la soumet à une ébullition prolongée en présence de l'acide sulfurique dilué? La réponse à cette question est également négative. Un liquide composé de 50^{cc} d'eau, 1^{cc} d'acide sulfurique et $0^{gr},5$ de saccharine, après avoir été chauffé à 100 degrés pendant vingt minutes, n'a donné aucune réduction avec la dissolution alcaline de cuivre.

« L'acide sulfurique concentré se combine néanmoins avec les éléments de la saccharine. Il se produit un corps analogue à celui que j'ai désigné, dans mon premier travail sur les sucres, sous le nom d'*acide sulfosaccharique*.

« Une dissolution très-concentrée de potasse caustique reste sans action, même à chaud, sur la saccharine; néanmoins celle-ci forme avec la potasse une combinaison dont on peut la séparer facilement au moyen de l'acide sulfurique et de l'alcool. Un composé de même nature, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, résulte du contact de la chaux éteinte avec une dissolution de saccharine. Ces corps sont analogues aux sucrates.

« Le permanganate de potasse transforme lentement la saccharine en eau et en carbonate de potasse. 1 gramme de cette matière exige, pour cette oxydation, $4^{gr},6$ de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

permanganate cristallisé ; une partie du manganèse se sépare à l'état de bioxyde hydraté.

« L'acide azotique n'agit sur la saccharine qu'autant qu'il est très-concentré ; l'un des produits qui se forment est l'acide oxalique ; les matières qui accompagnent la saccharine lors de sa formation par l'action de la chaux sur la glucose ou sur la lévulose, notamment les acides glucique et mélassique, étant bien plus attaquables par cet acide, j'ai mis à profit la résistance plus grande de la saccharine pour l'extraire, au moyen de l'acide azotique, de l'eau mère qui reste après sa cristallisation partielle. Cette liqueur, qui est fortement colorée en brun, est traitée à chaud par de l'acide azotique qu'on ajoute par petites portions : elle prend une teinte d'un jaune clair ; convenablement concentrée, elle donne bientôt la saccharine à l'état cristallisé. L'action de l'acide azotique est accompagnée d'un dégagement plus ou moins abondant d'acide carbonique et de gaz nitreux ; il est probable qu'il se produit de l'acide saccharique, dont la formation précède celle de l'acide oxalique. Les cristaux qu'on obtient sont quelquefois un mélange de ce dernier acide et de saccharine. La séparation de ces deux substances s'effectue facilement au moyen de la craie ; la liqueur filtrée et neutre ne renferme plus que la saccharine.

« Aux procédés que j'ai indiqués pour la préparation de cette substance, j'ajouterai un renseignement qui offre un certain intérêt : la saccharine s'obtient beaucoup plus facilement au moyen du lévulosate de chaux cristallisé, que par l'emploi du sucre interverti ou de la glucose d'amidon. Lorsque ce sel a été recueilli sur le filtre, en opérant conformément à mes précédentes indications, on traite celui-ci par l'eau bouillante, qui y laisse une partie du précipité jaune chamois résultant de la décomposition du produit calcaire ; la liqueur, filtrée, est portée à l'ébullition jusqu'à ce que ce même précipité cesse de se produire ; filtrée de nouveau et concentrée après addition d'une quantité d'acide oxalique équivalente à la chaux qu'elle renferme, elle fournit au bout de quelques heures une abondante cristallisation de saccharine.

Bien que l'étude des conditions dans lesquelles cette substance se produit soit encore loin d'être complète, je pense que les renseignements qui précèdent seront accueillis avec faveur par les chimistes qui s'occupent des matières sucrées. Je ne mets pas en doute que, en raison même de sa stabilité relative, la saccharine ne se retrouve bientôt dans quelques-uns des produits commerciaux qui dérivent des matières sucrées ; ses propriétés optiques doivent jeter quelque trouble dans les indications du saccharimètre et sa présence dans les sucres bruts, dans les mélasses, etc., lorsqu'elle aura été constatée, permettra d'expliquer quelques-unes des anomalies qu'offre parfois l'usage, aujourd'hui si répandu, de ce précieux mode d'analyse. »

(*Ibid.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ASPHALTE.

NOTE SUR L'ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE DE L'ASPHALTE, PAR M. LÉON MALO, INGÉNIEUR CIVIL. (*Extrait.*)

On n'a pas oublié l'intéressant Mémoire sur l'asphalte que M. Léon Malo, ingénieur civil, a publié, il y a dix-neuf ans, et que nous avons reproduit dans le *Bulletin* (1) d'après les *Annales des ponts et chaussées*. A cette époque, l'industrie de l'asphalte naissait à peine et s'essayait par quelques timides emplois. Aujourd'hui que la période d'expériences est passée et que l'asphalte a conquis une large place dans les travaux publics, M. Léon Malo vient de faire paraître une nouvelle étude destinée à combler les lacunes inévitables de la première, à montrer les progrès acquis et à expliquer les perfectionnements apportés aux méthodes de traitement et d'emploi de la roche asphaltique. Nous allons en reproduire les points principaux, laissant de côté ceux qui ne sont, pour ainsi dire, que la reproduction du premier travail de l'auteur.

Fabrication du mastic d'asphalte.

Voici les modifications qui ont été apportées à cette opération.

Pulvérisation. — En 1861, on ne connaissait guère d'autre moyen pratique de pulvérisation que la *décrépitation* par la chaleur et le broyage à froid par les meules verticales ou les moulins à noix. Aujourd'hui, dans les mines d'asphalte importantes, on a complètement abandonné ces procédés pour leur substituer le concasseur à hérissons, le broyeur à force centrifuge dit *système Carr* (2). Le minerai, jeté dans le concasseur par blocs de 10 à 20 kilogrammes, en sort à l'état de menus fragments de 300 à 400 grammes au maximum. Un concasseur à hérissons prenant de 10 à 12 chevaux de force peut casser à l'heure 8 à 12 tonnes de roche, suivant la nature de cette roche. La pulvérisation est achevée dans le broyeur Carr à force centrifuge.

Un broyeur Carr de $1^{m},30$ de diamètre, exigeant 22 à 25 chevaux de force et marchant à 500 tours par minute, peut pulvériser environ 5 tonnes de roche d'asphalte à l'heure. Si la roche est mouillée, ce rendement diminue sensiblement; il peut arriver même que la poudre, projetée sur les parois intérieures de l'enveloppe, s'y accumule au point de finir par arrêter complètement l'appareil; il y a donc toujours intérêt à pulvériser de la roche sèche. Lorsque le broyeur à force centrifuge est animé par un moteur spécial dont la marche peut être, par conséquent, maintenue à une vitesse

(1) Voy. *Bulletin* de 1861, 2e série, t. VIII, p. 467.

(2) Voy. le broyeur *Carr* au *Bulletin* de 1869, 2e série, t. XVI, p. 656.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

uniforme, la poudre obtenue est d'une finesse régulière et peut se passer de blutage. Mais si le broyeur prend sa force sur un moteur commun à plusieurs outils, si, par suite, sa vitesse varie, la poudre produite étant plus ou moins fine, suivant que la vitesse de l'appareil est plus ou moins grande, il en résulte une irrégularité de grain qui oblige à opérer un tamisage. On prend généralement un tamis à mailles de $0^m,003$ d'ouverture.

Cuisson. — Le mode et les conditions de la cuisson ont peu changé. On jette, comme précédemment, dans la chaudière une petite quantité de bitume libre, variable suivant la richesse bitumineuse de la roche, et l'on ajoute, de quart d'heure en quart d'heure, la poudre par doses réglées, de façon qu'en cinq heures environ la totalité de celle qui doit entrer dans la composition du mastic soit admise. La pâte est malaxée sans interruption par des agitateurs mécaniques. Il a été reconnu que, dans des chaudières de 3 000 kilogr., la cuite doit durer environ cinq heures et demie à une température qui ne doit pas descendre au-dessous de 175 degrés, ni s'élever au-dessus de 230; mais elle doit atteindre ce chiffre dans la dernière demi-heure de l'opération. Il serait dangereux de dépasser la température de 230 degrés, car on risquerait de brûler la pâte, c'est-à-dire de vaporiser les huiles fixes du bitume; mais il est nécessaire d'en approcher pour chasser les huiles trop légères qui, en se volatilisant à la longue au contact de l'air, lorsque le mastic est posé en terrasses ou en trottoirs, le rendraient friable et cassant.

Cette question de la cuisson est la plus importante de celles qui se rattachent à la fabrication du mastic; elle influe dans une proportion considérable sur la durée des ouvrages en asphalte. Que le mastic soit trop, ou insuffisamment, ou irrégulièrement cuit, et la qualité des travaux s'en ressentira certainement. Aussi est-ce l'un des détails qui doivent le plus préoccuper les chefs d'établissements.

Coulée. — Le mastic est coulé dans des moules de formes diverses; chaque usine à le sien, et il n'est pas rare que les formes adoptées par des établissements en renom soient imitées par les autres. Il en est de même des marques de fabrique, que l'on copie autant qu'on peut le faire sans tomber sous le coup de la loi sur les contrefaçons; il n'est pas jusqu'à la couleur de la terre glaise dont on enduit les moules dans certaines usines pour empêcher les pains de mastic d'y adhérer, qui ne soit recherchée par les imitateurs. Cette terre laisse au pain une couleur grisâtre qui, aux yeux de bien des gens, est la véritable marque de fabrique; aussi est-elle l'objet de toute la solicitude des contrefacteurs.

Bitume.

Pour transformer la roche asphaltique en mastic, on a vu qu'il faut la fondre dans un bain de bitume libre ou naturel. Cette cuisson donne à l'asphalte la propriété de se mettre lui-même en fusion quand on le chauffe, au lieu de tomber en poussière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme lorsqu'il est à l'état de minerai. Mais cette nouvelle fusion elle-même ne peut s'accomplir que dans les mêmes conditions, c'est-à-dire, que l'on doit faire fondre le mastic, lui aussi, dans un bain de bitume. Moyennant cette précaution, le mastic peut être refondu indéfiniment, le bitume ajouté ayant pour rôle, non pas seulement de tenir lieu de fondant, mais encore de restituer au mastic celui que l'évaporation lui a enlevé à chaque cuisson. On comprend dès lors que ce bitume doit être, autant que possible, de même nature que celui qui se trouve déjà dans les pores de l'asphalte à l'état de matière imprégnante.

Dans les premiers temps de l'industrie de l'asphalte, cette condition a été rigoureusement remplie. On extrayait des molasses bitumineuses imprégnées par les mêmes voies, dans les mêmes régions et vers la même époque géologique, le bitume qu'elles renferment et qu'elles cèdent à un simple lessivage à l'eau bouillante; c'est ce bitume qu'on utilsait dans la cuisson du mastic. Mais la grande extension donnée aux travaux d'asphalte, le peu d'abondance des molasses bitumineuses riches, la difficulté de retirer une petite quantité de produit utile d'une gangue énorme dont la teneur n'excède guère 4 à 5 pour 100, et par-dessus tout la nécessité de produire le mastic à bon marché pour pouvoir combattre efficacement la contrefaçon, ont fait renoncer à cette espèce de bitume, excellent, mais devenu inabordable par sa rareté et son prix élevé.

La matière dont on se sert aujourd'hui et qui semble jusqu'ici remplir le mieux les conditions de prix accessible et d'abondance indispensables est le *bitume de Trinidad épuré* qui, à l'état desséché, contient 52 pour 100 de bitume pur et 48 d'argile impalpable; il y a, en outre, une certaine quantité d'eau qui s'élève parfois jusqu'à 20 pour 100. Ce bitume, qui arrive en Europe à l'état solide, et qu'on recueille sur place, est purifié d'une grande partie de son argile par la méthode suivante :

On chauffe dans des bâches en fonte demi-cylindriques une certaine quantité d'huile lourde de schiste ou de goudron. Ce goudron liquide à la température de 25 à 30 degrés jouit de la propriété d'être fixe, c'est-à-dire de ne plus perdre une quantité appréciable de son poids à la température *maxima* de cuisson du mastic. Lorsqu'il est bien chaud, on y verse, par doses successives, environ une fois et demie son poids de bitume de Trinitad brut, autant que possible pulvérisé ou tout au moins cassé en petits morceaux; on chauffe ensuite pendant plusieurs heures, en brassant continuellement la matière. Vers la huitième ou la neuvième heure, il se produit un phénomène que les ouvriers nomment *la mousse*; le liquide entre en ébulition tumultueuse; son volume double à peu près. Une demi-heure ou trois quarts d'heure après, la mousse tombe; on laisse alors la matière reposer pendant une heure et demie ou deux heures, en continuant à chauffer doucement, afin de laisser se précipiter l'argile; puis, un peu avant la douzième heure, on décante avec précaution de manière à agiter le moins possible le dépôt. Le bitume épuré qu'on obtient par cette décantation contient encore une certaine quantité d'argile. Le meilleur bitume est celui qui en referme le moins; mais cette argile est tellement fine qu'il n'existe pas de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyen industriel de l'éliminer complètement; on n'y parvient que par des procédés de laboratoire.

Du bitume factice. — Ce produit, dont il a été question dans le premier Mémoire de l'auteur, a pris, depuis une quinzaine d'années, de tels développements, causé tant de mécomptes et fait tant de dupes, que quelques indications nouvelles ne seront pas inutiles.

Dans le bitume factice, la roche d'asphalte naturel est remplacée par une matière quelconque à bas prix, telle, par exemple, que rebuts de carrières, poussières de routes macadamisées, terres à four, débris d'ardoise, etc. Non seulement ces matériaux sont intrinsèquement de médiocre valeur, mais ils se trouvent partout; ils n'ont pas à supporter les lourds frais de transport qui pèsent sur l'asphalte naturel, pour peu que le lieu d'emploi soit éloigné des gisements. On pulvérise ces matériaux et on les fait cuire avec une certaine quantité de n'importe quel bitume, goudron ou brai de gaz, de la même façon que le mastic d'asphalte naturel. On obtient ainsi une matière en apparence parfaitement semblable à ce dernier, mais seulement en apparence. On comprend, en effet, que, quelle que soit l'intensité de la cuisson, le bitume ne saurait pénétrer le calcaire aussi énergiquement et se maintenir dans ses pores avec autant de ténacité que lorsque ce calcaire a déjà été imprégné par les vapeurs bitumineuses provenant des distillations géologiques, vapeurs qui, poussées par des pressions incommensurables, l'ont envahi jusque dans ses atomes. L'expérience a du reste confirmé les inductions de la théorie; tandis que le mastic d'asphalte naturel, coulé en couches minces, a résisté de longues années à son exposition à l'air sans que la déperdition de son agglutinant bitumineux excède un quart de millimètre de profondeur environ, le bitume factice placé dans les mêmes conditions s'est toujours desséché rapidement, fendillé et finalement s'est détruit.

Le bitume factice, quand son emploi est restreint à certains usages, peut cependant rendre des services importants, si l'on a soin de le maintenir dans un certain ordre de travaux, ceux, par exemple, où il est mis à l'abri du contact de l'air et de l'usure résultant de la circulation; mais on ne saurait le recommander pour des applications où la matière doit subir les intempéries des saisons, supporter une certaine fatigue ou être exposée au fendillement (trottoirs, chapes de voûtes, revêtements d'ouvrages fortifiés, etc.). En raison de son bas prix, il a donc une place légitimement marquée dans les travaux de construction, et il n'y a pas de doute qu'avec le temps les perfectionnements apportés à sa production n'agrandissent cette place; mais il importe d'éviter la fraude et d'empêcher le produit artificiel de se glisser dans les chantiers, grâce à sa similitude avec l'asphalte naturel. C'est là une difficulté que les administrations publiques ont beaucoup de peine à combattre; elles n'ont eu jusqu'ici d'autre moyen que de prescrire les marques de fabrique des mines connues, et qui doivent être imprimées sur chaque pain de mastic.

A ce sujet, M. Léon Malo signale les intéressantes recherches faites par M. l'ingé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nieur en chef Durand-Claye, en vue de créer un procédé d'analyse pratique qui permette de reconnaître facilement la présence du brai de gaz dans les mastics bitumineux. Voici, avec quelques analyses des minerais d'asphalte les plus connus, le procédé imaginé par M. Durand-Claye; les analyses ont été faites au laboratoire de l'École des ponts et chaussées.

RÉSUMÉ DES ANALYSES DES MINERAIS D'ASPHALTE les plus connus.	VAL-DE-TRAVERS.	SEYSELL.	LOBSANN.	SICILE.	MAESTIE.	PORENS.
Eau et matières volatiles à 100° (1).	0,50	1,90	3,40	0,80	0,40	0,25
Bitume	10,10	8,00	11,90(2)	8,85	8,80	2,25
Carbonate de chaux	87,95	89,55	69,00	87,50	9,15	97,00
Sable siliceux	»	»	3,05	0,60	57,40	»
Alumine et peroxyde de fer	0,25	0,15	5,70(3)	0,90	4,35	0,15
Soufre	»	»	5,00	»	»	»
Carbonate de magnésie	0,30	0,10	0,30	0,95	8,10	0,20
Matières diverses insolubles dans les acides	0,45	0,10	»	»	11,35	0,05
Produits non dosés et perte	0,45	0,20	1,65	0,40	0,45	0,10
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(1) La quantité d'eau renfermée dans les échantillons était très-variable, suivant le degré de siccité dans lequel chacun d'eux se trouvait au moment de l'analyse. Les chiffres relatifs à cette proportion ne doivent donc pas être tenus pour importants dans le résultat du dosage.
(2) Cette quantité paraît contenir une certaine proportion d'huile qui n'a pas été déterminée exactement et qui se trouverait à l'état de mélange avec le bitume.
(3) Y compris 4,45 de fer combiné au soufre.

Procédé pour distinguer le brai de gaz du bitume naturel. — On fait digérer la matière dans le sulfure de carbone et on filtre. La liqueur filtrée est évaporée à sec et chauffée jusqu'à ce qu'elle devienne, par le refroidissement, dure et cassante comme le brai. On s'arrange pour avoir environ 1 gramme de résidu desséché, on le broie dans un mortier et l'on opère sur la poudre ainsi obtenue.

On pèse 1 décigramme de cette poudre et on la met au fond d'un tube bouché. On ajoute 5 centimètres cubes d'acide sulfurique Nordhausen. On ferme le tube avec un bouchon et on laisse digérer pendant 24 heures environ. On débouche et on étend de 10 centimètres cubes d'eau.

Cette dernière opération doit être faite avec précaution, à cause de la grande chaleur qui se développe pendant le mélange. On place le tube dans un verre rempli d'eau froide et l'on ajoute les 10 centimètres cubes d'eau avec une pipette, en la laissant couler lentement le long des parois du tube; puis avec une baguette de verre on agite doucement et à plusieurs reprises, en laissant un intervalle assez long (un quart d'heure par exemple) entre les reprises successives.

Quand le mélange est terminé, on le jette sur un petit filtre placé sur un entonnoir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au-dessus d'une fiole de 150 à 200 grammes de capacité. Quand toute la liqueur a passé, ce qui est quelquefois assez long, on lave avec de l'eau froide jusqu'à ce qu'on ait versé 100 centimètres cubes d'eau de lavage. La liqueur ainsi obtenue est incolore ou à peine colorée, lorsqu'on a opéré sur des bitumes naturels. Elle est, au contraire, d'un brun foncé, paraissant noir dans les fioles, si l'on emploie le brai de gaz. Si l'on opère sur des mélanges, on obtient des nuances intermédiaires.

L'intensité de ces nuances peut servir à doser approximativement les mélanges, si l'on a soin de se tenir toujours exactement dans les mêmes conditions. Il suffit de les comparer à celles qui donnent des mélanges de composition connue.

Pour comparer les couleurs, le mieux est de verser des volumes égaux des dissolutions dans des tubes de même diamètre et de les regarder au jour par transparence.

Applications de l'asphalte brut.

On sait par le premier mémoire de l'auteur, sans qu'il soit utile d'y revenir, ce qu'on entend par *chaussée en asphalte comprimé*, quelles furent les origines du procédé et ses premiers pas à Paris, de 1858 à 1861. A partir de cette dernière époque, son extension fut considérable et rapide ; de Paris, il rayonna dans toutes les autres grandes villes d'Europe. En 1871, il eut un moment d'arrêt causé par les événements de cette année fatale ; mais, depuis lors, il a repris son essor jusque dans ces derniers temps où il a éprouvé de nouvelles traverses.

Les avantages et les inconvénients de la chaussée en asphalte comprimé sont aujourd'hui connus de tout le monde ; toutefois, l'auteur croit que beaucoup des inconvénients qu'on reproche au système tiennent à des imperfections de pratique auxquelles il est facile de remédier, et ce sont précisément les remèdes qu'il se propose d'indiquer après avoir exposé les conditions qu'il importe de remplir pour la construction d'une chaussée aussi parfaite que possible.

Construction des chaussées en asphalte comprimé. — La première de toutes les conditions de stabilité et de durée d'une chaussée en asphalte, c'est d'être assise sur un béton inflexible et imperméable. La croûte asphaltique de $0^m,04$ ou $0^m,05$ d'épaisseur que l'on place sur ce béton n'est pas destinée à offrir une résistance propre ; elle est comme une couverture de gutta-percha qui serait interposée entre le sol solide et les roues des voitures, chargée de protéger celui-là contre celles-ci par son élasticité relative ; lui demander davantage, serait méconnaître absolument son rôle, et c'est précisément à l'oubli de ce précepte que sont dues toutes les mésaventures de l'asphalte comprimé, celles du moins qui n'ont pas eu pour cause la mauvaise qualité de la matière employée.

Le sol doit être, préalablement à toute installation, rendu solide par un damage énergique ; les tranchées d'eau ou de gaz, fraîchement remblayées, doivent être pilonnées jusqu'à ce que le terrain ait acquis la même résistance que le sol circonvoisin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur ce terrain, on coulera une couche de béton de ciment, de $0^m,13$ à $0^m,20$ d'épaisseur, suivant le plus ou moins de consistance du sous-sol. Il est absolument indispensable que l'asphalte en poudre ne soit posé que sur du béton parfaitement sec dans toute son épaisseur, et, comme dans les grandes villes les exigences de la circulation ne permettent pas de barrer les rues longtemps, il faut prendre un béton de ciment ou de chaux à prise rapide, dont les proportions les plus convenables sont :

Mélange à sec.
- 5 brouettes de sable de rivière.
- 3 — de caillou lavé.
- 1 — de ciment de Portland (ou analogues) parfaitement cuit et broyé très-fin.

On donne au mélange juste la quantité d'eau nécessaire pour que le bétonnier puisse l'étaler à la pelle plate et carrée. On ajoute ensuite un peu de mortier sur les parties flacheuses de la surface, afin de rétablir un profil parfaitement régulier. On doit veiller avec soin à ce que cette couche de béton ne présente aucune solution de continuité, aucune fissure par où l'humidité sous-jacente puisse remonter.

Le règlement du profil transversal de la chaussée est un point d'une grande importance. L'asphalte comprimé présente une surface tellement lisse que l'écoulement des eaux s'y fait presque sans pente ; d'un autre côté, si le bombement est trop prononcé, par suite de certains états atmosphériques la surface devient trop glissante pour les chevaux. Il y a donc lieu de prescrire que la pente maxima du profil transversal n'excédera pas $0^m,02$ par mètre, et sera même moindre pour les chaussées exposées à un charroi considérable et fatiguant, comme celui des gros matériaux.

On ne pulvérise plus l'asphalte qu'à froid. Dans les grands établissements, le broyage s'effectue au moyen de l'appareil du système Carr dont il a été question plus haut. La poudre est ensuite chauffée dans des appareils rotatifs, analogues aux brûloirs à café et qui peuvent contenir jusqu'à 3 000 kilog. de poudre. Ces appareils sont de deux sortes : les uns fixes et installés à demeure dans les ateliers de préparation, chauffant la poudre qui est ensuite voiturée à pied-d'œuvre au moyen de tombereaux spéciaux ; les autres, de moindres dimensions, sont mobiles, montés sur roues et peuvent être transportés par chemin de fer dans les villes où le peu d'importance des travaux ne justifie pas l'établissement d'un outillage fixe. Les grands appareils rotatifs peuvent chauffer 1 500 kilog. de poudre par trois quarts d'heure ; les petits, moitié environ. La température n'y doit pas dépasser 130 degrés pour les poudres très-riches, et 110 à 120 degrés pour celles de moyenne richesse bitumineuse. Il est essentiel de noter que ces appareils doivent être disposés de façon à laisser une issue facile à la vapeur d'eau et aux huiles essentielles que la chaleur chasse de l'asphalte. Si ces vapeurs ne s'échappent pas au dehors, elles se condensent, retombent à l'état liquide sur la matière et nuisent à sa cohésion après la compression.

La poudre ainsi chauffée est transportée au lieu d'application dans des tombereaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en fer, construits *ad hoc*. L'asphalte étant très-mauvais conducteur de la chaleur, perd peu de sa température en route ; avec un matériel convenablement disposé, on peut conduire la poudre chauffée à des distances de 8 ou 10 kilomètres sans lui faire perdre dans le trajet plus de 2 ou 3 degrés. Les tombereaux peuvent contenir 2 000 kilog., mais n'en portent à de grandes distances guère plus de 1 500 à 1 600 kilog.

Le béton, posé et profilé comme il a été expliqué ci-dessus, on procède au répandage de la poudre. On n'est pas encore parvenu, jusqu'ici, à pratiquer ce répandage par des moyens mécaniques. On se borne donc à verser la poudre avec la brouette ; un ouvrier très-exercé l'étend avec le rateau de façon à lui donner une épaisseur uniforme et d'un tiers environ plus grande que celle que doit avoir l'asphalte une fois comprimé, c'est-à-dire $0^m,08$ si la couche comprimée doit être de $0^m,06$. Non seulement l'ouvrier doit veiller à l'uniformité de cette épaisseur, mais il a aussi à se préoccuper de râtisser la poudre étendue, de façon qu'elle ait partout le même poids spécifique, sans cela les parties les plus denses (la poudre d'asphalte chaude se tassant très-facilement) fourniraient des bosses après la compression et les moins denses des flaches.

Les ouvriers compresseurs viennent ensuite. Ils compriment méthodiquement la poudre, d'abord avec ménagement puis avec énergie, au moyen de pilons de fonte en forme de disques et qui ont été chauffés pour éviter l'adhérence de la poudre. Le pilonnage est immédiatement suivie du *lissage* qui se fait au moyen de sortes de fer à repasser, semblables à ceux dont se servent les tailleurs, chauffés au rouge sombre et avec lesquels on polit la surface en faisant disparaître les petits défauts qui, à la longue, deviendraient le germe de détériorations plus graves. La croûte asphaltique doit présenter, après le lissage, l'aspect du palissandre verni. On le soupoudre de sable très-fin, pour enlever le poli qui pourrait favoriser le glissement des chevaux ; on passe ensuite sur la surface un rouleau de 4 à 500 kilog. et de $0^m,70$ à $0^m,80$ de largeur, pour achever et régulariser la compression. Trois heures après, la chaussée peut être livrée aux voitures.

Entretien de l'asphalte comprimé ; détériorations. — Dans son remarquable mémoire sur les voies asphaltées de Paris, M. Homberg, inspecteur général des ponts et chaussées (1), a réduit à deux les reproches qu'il a faits aux chaussées en asphalte comprimé : le premier, c'est la difficulté de les construire et de les réparer par des temps *froids et humides ;* le second, c'est l'altération qu'éprouvent les matières bitumineuses sous l'action des *fuites de gaz*. Ce dernier grief disparaîtra le jour qui ne saurait tarder, où les tuyaux de conduites seront rejetés dans les égouts. Quant au pre-

(1) Voy. l'extrait de ce Mémoire que nous avons publié, 2e série du *Bulletin*, t. XIV, 1867, p. 578.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mier, qui est, en effet, le plus grave de tous ceux qu'on puisse faire au système, il mérite d'être examiné de près.

L'auteur estime que M. Homberg a légèrement déplacé la cause du mal, en l'attribuant aux temps *froids et humides*. Ce n'est point précisément l'humidité du temps qu'il en faut accuser, mais l'humidité du sol. On peut transporter, étendre, pilonner l'asphalte chaud par tous les temps, mais non sur toutes les surfaces, et une expérience de plus de vingt ans démontre aujourd'hui que toutes les détériorations de la chaussée en asphalte comprimé (bien entendu en asphalte de bonne qualité) ont pour origine l'humidité du sous-sol.

La plus fréquente et la plus funeste des sources de cette humidité est l'insuffisante siccité du béton. Lorsque l'on construit une chaussée en asphalte dans les rues des grandes villes populeuses, comme Paris, où la circulation est énorme et ne peut être, sans inconvénients graves, ni suspendue, ni même étranglée par la suppression temporaire d'une moitié de la largeur de la voie, il est rare que l'interdiction puisse durer plus de quelques jours. Il en résulte que la préparation du sol doit être faite très à la hâte : le pavé enlevé, la terre nivelée, le béton coulé et l'asphalte posé avec une certaine précipitation. Le béton est donc, la plupart du temps, encore frais lorsqu'on y répand la poudre d'asphalte chaude. Cette poudre étant à ce moment à une température supérieure à 100 degrés, met en vapeur l'humidité du béton ; cette vapeur, en cherchant à s'échapper, découpe en des milliers de petites fentes verticales l'asphalte qui vient d'être comprimé sur elle et qui se trouve dès lors transformé en une sorte de mosaïque, dont tous les fragments (les *macarons* comme disent les ouvriers) sont isolés les uns des autres par des solutions de continuité, au lieu de former une masse monolithe.

Dans les premières semaines ou les premiers mois de la circulation, surtout par les temps de chaleur, les roues des voitures achevant la compression de l'asphalte, bouchent les fissures et recollent souvent les fragments entre eux, à leur partie supérieure, mais sur une faible profondeur ; la couche reste découpée à sa partie inférieure. Lorsque l'épaisseur sur laquelle les fragments se sont recollés s'est usée par les frottements de la circulation et que la région où les fissures ont subsisté est atteinte, la croûte asphaltique n'ayant plus la résistance du monolithe, se dégrade rapidement ; les *macarons* écrasés s'en vont en poussière, et la chaussée est détruite jusqu'au béton.

Une bonne et solide fondation de béton de ciment, appliqué comme il a été expliqué plus haut, est le seul moyen pratique et usuel d'éviter les détériorations par *macarons*. Toutefois, il y a encore lieu de prendre garde que l'humidité ne se glisse entre le béton et l'asphalte, ce qui peut avoir lieu du côté de la bordure ou sur le pourtour des bouches de gaz et d'égouts ; c'est au constructeur de la chaussée à prendre ses mesures en conséquence.

Réparations de l'asphalte comprimé. — Un trou s'étant formé dans la croûte as-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

phaltique, on trace tout autour une ligne qui embrasse tout le périmètre défectueux, on entaille l'asphalte suivant cette ligne jusqu'au béton, on enlève la partie malade que l'on remplace par de la poudre neuve, laquelle se pilonne de la même façon que dans le travail de premier établissement. En pratique, cette opération présente de nombreuses difficultés et exige des soins assez minutieux.

D'abord s'il s'agit de remplacer une portion détériorée par la présence de *macarons* (c'est le cas le plus ordinaire), on doit supprimer tout ce qui, dans le pourtour du défaut apparent, est plus ou moins avarié; puis, comme le béton est toujours lui-même quelque peu atteint, on enlèvera de ce béton tout ce qui paraîtra avoir souffert; on le nivellera par une application de ciment qu'on laissera bien prendre. Si le béton n'est pas compromis, mais n'est seulement qu'humide, on y coulera une couche de mastic d'asphalte qu'on enlèvera avant qu'elle se soit solidifiée. Le mastic liquide qui est toujours à une température d'au moins 150 à 160 degrés, évapore l'humidité et assèche rapidement la place. C'est alors seulement que l'on posera la poudre.

Dans les temps de pluie ou simplement d'humidité permanente, il est souvent impossible d'assécher complètement l'assiette du béton. Dans ce cas, on coule sur le béton humide une mince couche de mastic et on achève la réparation en asphalte comprimé qui, posé sur cet enduit hydrofuge, tient ordinairement comme lorsqu'il est dans les conditions normales.

On ne doit jamais entailler l'asphalte à réparer suivant des lignes courbes, mais suivant des lignes rectilignes; la soudure de la couche neuve avec l'ancienne se fait ainsi plus sûrement et dure plus longtemps. On évitera également de diriger les lignes droites de la coupure exactement dans le sens longitudinal de la chaussée, car les roues des voitures tendent à faire ouvrir les joints. Enfin il est essentiel de ne raccorder les surfaces qu'avec des parties anciennes parfaitement saines et absolument exemptes de *macarons*.

Ce qui a été dit de la réparation des détériorations accidentelles s'applique également aux tranchées de gaz ou d'eau. Seulement, dans ce cas, on est tenu à plus de précautions encore, car il faut remblayer la tranchée, pilonner le remblai pour un nouveau béton, attendre que ce béton soit sec et enfin placer la couche asphaltique comme on met une pièce à une étoffe. Ce genre de réparations est extrêmement délicat en ce que, si toutes les précautions nécessaires n'ont pas été prises pour obtenir un sous-sol parfaitement fixe, un tassement de quelques millimètres suffit pour produire à la surface une flache où l'eau séjourne.

Pour faire disparaître ces flaches en forme de cuvettes, qui ont de 1 à 10 millimètres, on n'a eu pendant longtemps d'autre moyen que de découper leur pourtour, d'enlever la croûte asphaltique et de la remplacer par de la poudre neuve. Mais récemment, M. Léon Malo a indiqué le remède économique suivant qui a parfaitement réussi :

On couvre la flache d'une tôle chauffée de 10 à 12 millimètres d'épaisseur, que l'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

place à quelques centimètres de hauteur au-dessus du sol ; au bout de quelques minutes, la chaleur de la tôle ramollit l'asphalte sur 1 ou 2 centimètres de profondeur. On râcle alors la surface pour en enlever la poussière et mettre à nu l'asphalte pur, puis on saupoudre de poudre neuve et chaude en quantité suffisante pour combler la dépression, et l'on pilonne énergiquement. Les deux poudres se soudent parfaitement et ne se séparent plus.

Tout le monde a remarqué que, pendant les fortes chaleurs, certaines chaussées en asphalte comprimé se ramollissent, se gondolent, se plissent, et qu'en fin de compte il reste à leur surface des espèces de bourrelets de forme irrégulière, qui parfois même refluent sur les canivaux. La production de ces accidents est favorisée par l'instabilité du sol, par une pulvérisation incomplète ou par un chauffage insuffisant de la poudre, par un étendage défectueux, enfin par un pilonnage trop peu énergique. Il n'y a d'autre remède que de relever l'asphalte, le pulvériser et le chauffer à nouveau pour l'amaigrir un peu, puis le remettre en place. Mais on évitera de tels embarras si l'on a soin de n'employer à la construction des chaussées que des roches asphaltiques dont la teneur en bitume ne dépasse pas 10 pour 100, et surtout qui ne contiennent pas de principes huileux mélangés à leur bitume, ou bien en mélangeant les minerais trop riches avec des minerais plus pauvres, mais *provenant des mêmes gisements*. Il a été établi par des expériences nombreuses, que très-souvent des poudres provenant de gisements différents ne supportent pas les mêmes températures pour être chauffées et comprimées.

Dans une partie ultérieure de son Mémoire, l'auteur explique que c'est probablement à l'emploi du mélange de poudres provenant de gisements différents qu'il faut attribuer les graves détériorations qui se sont produites pendant l'hiver de 1878-1879 sur les chaussées en asphalte comprimé de Paris. En résumé, il dit que trois causes peuvent amener la destruction de ce genre de chaussées ; l'emploi d'une roche défectueuse, la pose de la poudre chaude sur un sol humide ou instable, l'inhabileté des ouvriers chargés de la préparation de la matière et de l'exécution des travaux. Une seule de ces causes suffit pour vicier une application et la condamner à une mort prochaine ; si, au contraire, ces trois conditions nécessaires sont remplies, on peut compter d'une façon assurée et formelle que le travail tiendra et ne sera détruit que par l'usure obligée, usure qui, dans les conditions de circulation moyenne des grandes villes, n'atteint pas $0^m,002$ par an.

Trottoirs et pavés en asphalte comprimé. — Des essais de trottoirs en asphalte comprimé ont été faits et ont réussi ; le premier a été tenté dans la grande halle du chemin de fer du Nord.

A la suite d'une série d'expériences, M. Malo est arrivé à produire sous une pression de 200 kilogr. par centimètre carré, des carreaux ou pavés d'asphalte d'un décimètre carré et de $0^m,04$ à $0^m,05$ ou $0^m,06$ d'épaisseur. Ces carreaux juxtaposés reproduisent, aux joints près, la croûte asphaltique ordinaire et ont donné d'excellents ré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sultats. Ce système ne conviendrait pas cependant pour les voies très-fréquentées, mais dans les rues de circulation ordinaire, dans les cours, dans les passages des portes cochères, il peut rendre de grands services.

Applications du mastic d'asphalte.

Trottoirs. — La construction des trottoirs en asphalte, aujourd'hui bien connue et expliquée en détail dans le premier Mémoire de l'auteur, a fait peu de progrès depuis vingt ans. Dans les grandes villes, où l'activité de la circulation empêche qu'on installe au milieu des rues les chaudières à application, les administrations prescrivent la préparation du mastic dans des chantiers relégués ordinairement aux quartiers excentriques. Le mastic est ensuite chargé chaud et tout sablé dans des chaudières montées sur roues, munies de leur foyer et de leur cheminée et qu'un cheval conduit au lieu d'emploi. Le chargement ordinaire d'une chaudière locomobile est de 1 000 kilogr. de mastic prêt à être coulé.

Ce transport par locomobile est une grande amélioration ; il permet d'exécuter dans les grandes villes d'immenses travaux d'asphaltage, sans aucune entrave pour la circulation. Un agitateur intérieur est installé dans chaque chaudière pour empêcher le sable de se précipiter au fond et le mastic de se brûler au conctact des surfaces de chauffe; le charretier donne seulement, de temps en temps, quelques tours de manivelle afin de mettre en mouvement l'agitateur.

Plusieurs tentatives ont été faites en vue de donner au mécanisme une marche automatique ; mais elles n'ont pas donné de résultats satisfaisants, en sorte que le système primitif a jusqu'ici prévalu.

Chapes de voûtes. — L'emploi du mastic d'asphalte aux chapes des voûtes et des ouvrages de fortification a pris une grande extension. Il est en effet excellent pour préserver les maçonneries contre l'infiltration des eaux pluviales. M. Coignet, ancien officier du génie, a fait exécuter des travaux de ce genre en 1853 au fort de Vincennes et il a pu s'assurer, au bout de vingt-deux ans, par des sondages et des analyses exactes, que ces travaux se trouvaient encore au bout de ce temps dans le même état de conservation que le jour de leur établissement. On doit dire toutefois que, pour donner de tels résultats, les chapes en asphalte ne doivent être confiées qu'à d'excellents ouvriers et n'être faites qu'avec du mastic très-pur et très-bien cuit.

Planchers asphaltés, préservatifs contre l'incendie. — Une des plus curieuses propriétés de l'asphalte est celle qui en fait un puissant isolateur d'incendie ; c'est le hasard seul qui a révélé cette propriété (1), et depuis lors beaucoup d'établissements ont fait asphalter les planchers de leurs différents étages.

---

(1) Voy. *Bulletin* de 1869, 2e série, t. XVI, p. 307.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Skating-rings. — On a imaginé de remplacer, dans les skating-rings, la glace par une aire en asphalte très-dure et très-unie. Cette substitution a été très-goutée. La composition employée pour ce genre de dallage est la suivante :

Mastic d'asphalte naturel.	81	100
Bitume épuré.	4	
Silex broyé très-fin.	15	

Cette matière résiste remarquablement bien à l'action du patin à roulettes; tous les jours on lubrifie la surface avec une très-légère application d'huile, qui la rend douce et glissante sans rien lui enlever de sa solidité.

Dalles, pavés et fondations de machines en mastic d'asphalte. — On a essayé de faire des dalles et des pavés en mastic d'asphalte. Les premières, qui ne sont en quelque sorte que des fragments de trottoir, ont parfaitement réussi; mais il n'en est pas de même des seconds, qui n'ont encore donné que des résultats imparfaits. En revanche, l'emploi du mastic d'asphalte pour les fondations de machines constitue une des plus heureuses applications dont l'auteur raconte ainsi l'origine :

En 1862, ayant à installer une machine à vapeur horizontale de 50 chevaux et manquant de matériaux appropriés pour sa fondation, M. Léon Malo eut l'idée de placer cette machine sur un massif en asphalte. Le bâti avait 7 mètres de long sur 1 mètre de large; un monolithe de cette dimension étant difficile à trouver, et l'étude que l'auteur avait faite de l'asphalte depuis plusieurs années lui ayant révélé des propriétés peu connues, il résolut d'essayer d'en tirer parti. Ces propriétés étaient une ténacité extraordinaire, une résistance complète à la déformation dans toute masse asphaltique dépassant un certain volume (par exemple dans un bloc de 3 à 4 décimètres cubes), et cela par n'importe quelle température atmosphérique; enfin, malgré cette ténacité et cette insensibilité, une légère élasticité, très-précieuse en ce qu'elle absorbe les trépidations.

Le monolithe fut coulé dans un moule en planches; la matière était simplement composée de gros moellons calcaires préalablement chauffés et noyés dans une sorte de béton bitumineux, formé de 40 pour 100 de cailloux et de 60 pour 100 de mastic d'asphalte. On disposait un lit de ces moellons à joints larges et très-irréguliers; on y coulait du béton liquide, puis on plaçait un second lit de pierres et ainsi de suite. On avait réservé, au moyen de noyaux en fer-blanc rempli de terre glaise, l'emplacement des boulons de fondation; en outre on avait noyé dans la masse un cadre en bois de chêne, sur lequel devait reposer le bâti en fonte de la machine. L'opération eut un plein succès et l'appareil, installé ainsi, fonctionne, depuis 15 ans jour et nuit, sans s'être dérangé un seul jour et sans que sa fondation ait tassé d'un seul millimètre.

Depuis lors, les applications de ce genre se sont multipliées et l'auteur estime qu'elles doivent prendre dans l'avenir une grande extension, partout où l'on aura besoin de monolithes artificiels réunissant une extrême ténacité à une élasticité rela-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tive, c'est-à-dire propre à éteindre les vibrations des machines, tout en assurant à leurs organes une invariabilité absolue.

Conclusions.

Comme conclusions, l'auteur exprime le regret que l'asphalte, malgré les services incontestables qu'il a rendus depuis un quart de siècle aux travaux publics et spécialement à la voirie des villes, soit encore, en dehors des grands centres, sinon tenu en suspicion, du moins accueilli avec une certaine défiance par les ingénieurs de l'État et les ingénieurs militaires. Cette défiance provient des faits malheureux de spéculation dont l'asphalte a été l'objet il y a une quarantaine d'années ; elle provient également des falsifications sans nombre qui se sont produites et de la difficulté où l'on a été longtemps de discerner le vrai du faux.

M. Léon Malo estime qu'il y aurait intérêt, pour l'État et pour les administrations publiques, à pénétrer plus profondément par le moyen de leurs agents compétents dans les circonstances dont se composent la production et l'élaboration de l'asphalte. Il voudrait qu'un ingénieur de l'État fut chargé de visiter tous les gisements d'asphalte connus et fit un rapport officiel détaillé sur la nature et l'importance de leur production, sur leur richesse bitumineuse, sur leurs moyens d'action, sur le degré de confiance que peuvent inspirer leurs exploitants, sur les procédés de fabrication employés dans les usines où l'on prépare le mastic et sur la valeur de leur marque, enfin sur tout ce qu'il est nécessaire de connaître pour que chaque intéressé sache où l'on peut aller chercher l'asphalte et où il faut éviter de l'aller prendre.

(M.)

HORLOGERIE ÉLECTRIQUE.

SUR L'UNIFICATION DE L'HEURE A PARIS, PAR M. LE COMTE DU MONCEL, MEMBRE DU CONSEIL.

On sait les tentatives qui ont été faites par l'Administration pour réaliser l'unification de l'heure à Paris. Nous nous proposons de donner ici le plan des réseaux télégraphiques qui relient entre elles les différentes horloges municipales à l'horloge régulatrice de l'Observatoire. Les renseignements que nous allons donner à cet égard nous paraissent d'autant plus justifiés qu'il importe d'éclairer le public sur certaines insinuations qui pourraient faire supposer que les horloges pneumatiques qu'on a établies sur certaines voies de la capitale, sont celles que patronne la ville de Paris, et qui doivent résoudre le problème de l'unification de l'heure.

Les horloges pneumatiques sont installées par une compagnie particulière, et n'ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

absolument rien de commun avec les centres horaires qui doivent commander la marche des différentes horloges municipales.

Le problème de l'unification de l'heure à Paris a préoccupé depuis longtemps la préfecture de la Seine, et à une époque déjà assez éloignée, une commission avait été nommée pour étudier cette importante question ; mais, jusqu'en 1875, aucune décision n'avait été prise, et on semblait reculer devant la responsabilité d'une semblable entreprise. Il est vrai que les expériences tentées dans ce but n'avaient guère été encourageantes, et il n'a fallu rien moins que les réclamations réitérées du public, pour qu'on prêtât une sérieuse attention à cette question. En cela, comme en télégraphie, il faut le dire, ce sont les exigences du public qui ont provoqué le progrès, et nous croyons que quand ces exigences se manifestent, il est toujours possible de les satisfaire. C'est une question de temps et d'études. Certainement, si le public n'avait pas exigé, dans l'origine, l'abaissement des taxes télégraphiques, nous n'aurions pas aujourd'hui ces admirables instruments à transmissions rapides qui sont une des gloires du génie de l'homme et qui, en satisfaisant le public, ont été une cause d'augmentation dans les revenus de l'État. On doit donc se réjouir quand un désiratum en matière technique est nettement formulé par l'opinion publique, car on peut être sûr qu'il entraînera de nouvelles découvertes.

En 1875, M. Le Verrier, frappé des résultats importants qu'avait obtenus M. Wolf, l'un des astronomes les plus autorisés de l'Observatoire de Paris, en appliquant à la synchronisation de marche des différentes pendules de cet établissement le système de MM. Foucault et Vérité, crut que le temps était venu de donner satisfaction au public, et pria M. le Préfet de la Seine de réorganiser la commission pour discuter de nouveau la question de l'unification de l'heure. La commission fut alors composée de M. le Préfet de la Seine, président, de MM. Le Verrier, Tresca, Becquerel, Bréguet, du Moncel, membres de l'Institut, de M. Wolf, astronome de l'Observatoire, de M. Baron, inspecteur des lignes télégraphiques, de MM. Viollet-le-Duc, Davioud, Duc, architectes, de M. Loth du conseil municipal et de M. Née, ingénieur de la ville, qui remplissait les fonctions de secrétaire.

Après plusieurs séances dans lesquelles furent discutés différents systèmes d'unification de l'heure, on décida, en principe, qu'on commencerait par établir en différents points de la Ville de Paris, plusieurs centres horaires qui seraient conduits par l'horloge du temps moyen de l'Observatoire, d'après le système déjà établi dans cet établissement, et que ces centres pourraient à leur tour servir de point de départ pour la remise à l'heure des horloges municipales les plus voisines et les plus importantes pour le public. Toutefois, comme ce projet demandait de longues expériences et une étude très-complète, on nomma une sous-commission (1) à laquelle le conseil muni-

(1) Cette sous-commission était composée de MM. Le Verrier, président, Tresca, Becquerel,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cipal accorda les fonds nécessaires pour entreprendre ces expériences et ces études.

Dans le système de synchronisation de l'heure établi à l'Observatoire de Paris, l'horloge régulatrice était placée dans les catacombes afin d'éviter l'influence due aux variations de la température ambiante ; cette horloge était reliée électriquement avec les pendules à régler, placées dans des salles d'observation et auxquelles on avait adapté le dispositif de synchronisation que nous avons décrit dans le journal *La lumière électrique* du 15 avril. Ces horloges marchaient donc complétement d'accord avec celle des catacombes, mais par l'intermédiaire de certains dispositifs particuliers qui n'ont pas été jugés nécessaires pour l'application du système aux horloges publiques, et qui avaient d'ailleurs pour mission de faire battre la seconde à des parleurs placés en différents points des salles d'observation. J'ai longuement décrit cette organisation dans le tome IV de mon *exposé des applications de l'électricité*, page 87, et les résultats qui ont été obtenus ont été si satisfaisants, qu'ils ont, comme nous l'avons dit, conduit à remettre à l'étude la question de l'unification de l'heure à Paris.

Le premier soin de la sous-commission a été de faire établir entre l'Observatoire de Paris et le Conservatoire des arts et métiers, une ligne d'essai reliant la pendule astronomique de Berthoud, du grand Observatoire, à une horloge de Jacob, du Conservatoire, pourvue du mécanisme électro-magnétique synchronisateur de MM. Foucault et Vérité; et, à cet effet, le premier de ces deux appareils a été muni par M. Bréguet des organes nécessaires aux transmissions du courant, effectuées toutes les secondes. En même temps, une autre des horloges du Conservatoire, celle de Lepaute, fut disposée de manière à servir, comme celle de Berthoud, d'horloge régulatrice pour synchroniser l'heure de l'horloge de clocher du Conservatoire. On se trouvait, de cette manière, en possession de deux lignes d'essai d'inégale longueur qui permettaient de suivre, dans des conditions différentes, le fonctionnement du système.

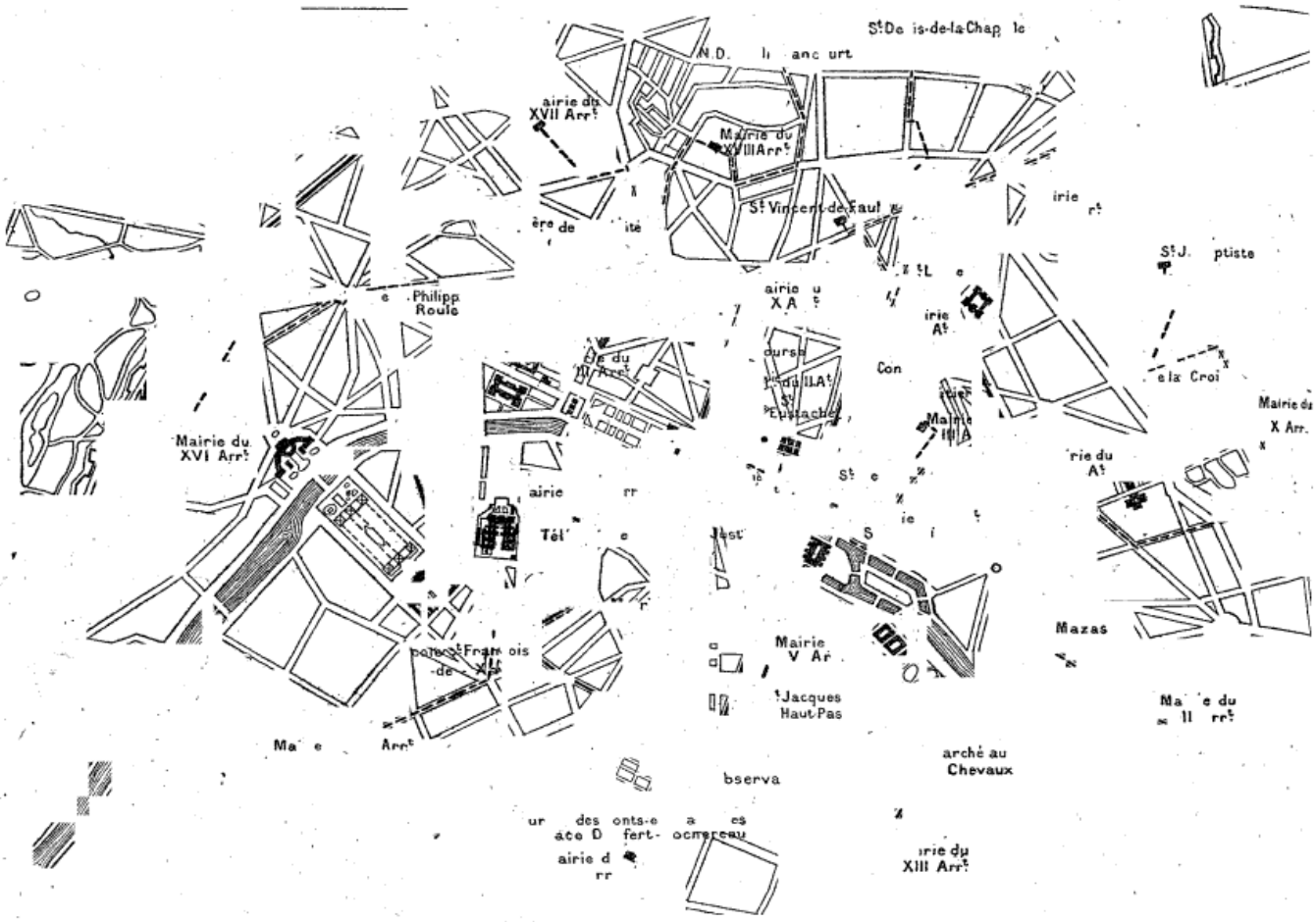
Après plus d'une année de transmissions correctes, suivies avec un soin extrême, à l'Observatoire par M. Bréguet et au Conservatoire par M. Gustave Tresca, les expéciences parurent assez probantes à la sous-commission pour la décider à donner suite au projet, et à combiner un plan d'organisation d'un réseau télégraphique horaire devant, non-seulement desservir un certain nombre de centres horaires, distribués en différents points de Paris sur deux circuits distincts partant de l'Observatoire et y revenant, mais, encore, déterminer la remise à l'heure des horloges municipales voisines de ces centres, par un système de remise à l'heure plus simple. C'est alors que M. Huet, l'ingénieur en chef de la Ville de Paris qui avait été chargé de l'étude matérielle du projet, fixa le parcours du double circuit des centres horaires dont nous donnons

---

Bréguet, du Moncel, Wolf, Baron, Viollet-le-Duc, Huet. Elle fut ensuite réorganisée en commission unique, au moment de l'exécution des travaux, et elle se composa de MM. Tresca, président, Becquerel, du Moncel, Wolf, Baron, Huet, Williot, secrétaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le plan dans la figure ci-dessous. C'est ce projet, dont la dépense aurait été portée à 80 000 francs, qui a été soumis l'année dernière à la sanction du conseil municipal de Paris, et qui, sur le rapport de M. Viollet-le-Duc, a été adopté. Aujourd'hui, l'un des deux réseaux est complétement achevé, et fonctionne même depuis le 3 janvier ; on s'occupe actuellement du second, et il est probable que l'année prochaine les réseaux secondaires des remises à l'heure seront à peu près organisés. Déjà, plusieurs fonctionnent en ce moment ; mais on n'en est encore qu'à la période des essais.



Dans le plan que nous donnons, les deux réseaux des centres horaires sont indiqués par des lignes pleines un peu fortes, les réseaux des remises à l'heure par des lignes pointillées. Ces derniers sont ceux qui ont été proposés dans l'origine par la commission, pour satisfaire, dans une mesure à peu près égale, les intéressés des différents quartiers de Paris ; mais il est probable que la disposition de ces réseaux sera grandement modifiée au moment de l'exécution. Déjà, on reconnaît qu'il y aura avantage à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

employer, pour la remise à l'heure des horloges des mairies de Paris, les fils des bureaux télégraphiques qui relient ces mairies à la préfecture de la Seine, et, dès lors, les centres horaires n'auraient plus à régler que les horloges d'églises et celles des grands établissements municipaux qui ne possèdent pas de bureaux télégraphiques.

Nous ferons observer que les zigzags, qu'on remarque dans les circuits représentés sur le plan, sont la conséquence de la nécessité dans laquelle on s'est trouvé de placer ces fils à l'intérieur des égouts et en suivant les rues et les ponts. Ainsi, par exemple, le réseau de l'Ouest est obligé de se replier brusquement de la rue Bonaparte jusqu'à la rue du Bac pour traverser la Seine au pont Royal et passer par le pavillon de Flore, en ce moment le centre de la préfecture de la Seine. Nous n'insisterons pas, du reste, sur les détails de ce plan ni sur les positions relatives des divers centres horaires ou de remise à l'heure qui y sont désignés nominativement. Les principales voies de Paris que l'on y distingue peuvent d'ailleurs servir de points de repère ; nous dirons seulement que les traits doubles que l'on aperçoit en certains points, notamment entre le centre horaire de la rue Éblé et la mairie du VII^{e} arrondissement, montrent que les fils desservent des circuits spéciaux qui peuvent appartenir à des administrations différentes. Ainsi, dans l'exemple que nous avons choisi, le fil continu indique que l'administration des lignes télégraphiques possède un centre horaire; mais, comme cette administration n'a aucun rapport avec le service municipal, c'est le centre horaire de la rue Éblé qui doit remettre à l'heure l'horloge de la mairie du VII^{e} arrondissement, située presque en face l'administration des lignes télégraphiques. Du reste, comme nous l'avons dit, il ne faut attacher, en ce moment, aucune importance aux tracés que nous donnons des réseaux secondaires, car ils seront vraisemblablement très-modifiés.

Avec les installations accessoires, on a calculé que le réseau déjà installé et sur lequel sont interposées 13 horloges, représente un parcours total de 15 kilomètres.

Dans l'origine, la commission avait décidé que le régulateur de l'Observatoire serait mis en communication électrique avec l'une des pendules du Conservatoire par un circuit qui reviendrait à son point de départ, où son action maintiendrait également, à la même seconde, un troisième régulateur, construit aux frais de la Ville et placé à côté du premier. Le contrôle réciproque des deux cadrans devait servir à démontrer que les actions régulatrices ne cessaient pas de se faire sentir sur tout le parcours. Cette installation a immédiatement donné, entre les deux pendules des deux établissements, une concordance dont on fit profiter, en même temps, l'horloge de l'administration des lignes télégraphiques et celle du conseil municipal siégeant alors au Luxembourg. Les différentes expériences qui furent faites à cette époque, démontrèrent que, pour obtenir une bonne synchronisation, il n'était pas besoin de régulateurs aussi parfaits qu'on le croyait dans l'origine, et cette donnée put faire espérer qu'on pourrait résoudre beaucoup plus économiquement le problème de la synchronisation des centres horaires, tout en augmentant leur nombre. C'est à partir de ce moment que, au lieu d'employer des régulateurs de précision pour les centres ho-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

raires, on a pu se contenter de régulateurs ordinaires, dont le prix ne dépasse pas 1200 francs, avec les accessoires électriques.

Maintenant, peut-on dire que ce système de réglage, toutes les secondes, soit indispensable pour une bonne synchronisation de l'heure dans les villes?... Nous ne le pensons pas. L'expérience a démontré jusqu'ici qu'il était très-satisfaisant; mais, pour le public, il n'est pas besoin d'une synchronisation anssi parfaite, puisque cette synchronisation ne répond pas même aux variations accidentelles que les aiguilles des grandes horloges subissent sous l'influence des courants d'air et d'autres actions atmosphériques. Un bon système de remise à l'heure, toutes les heures et même toutes les six heures, pourrait évidemment suffire, si l'horloge régulatrice avait de bons interrupteurs de courant et des piles convenables. Jusqu'ici, les interrupteurs des centres horaires ne sont pas très-satisfaisants, et il serait à désirer que la question fût davantage étudiée sous ce rapport ; il faudrait évidemment que ces interrupteurs fussent disposés de manière que les temps de fermeture du circuit puissent être facilement réglés, que les coupures du circuit fussent franches et nettes, sans être susceptibles d'entraîner des vibrations secondaires, et que les contacts ne présentassent pas des traces de fusions partielles. Déjà M. Fenon a imaginé un interrupteur qui satisfait aux premières de ces conditions ; mais la dernière est plus difficile à réaliser, et les expériences de M. Stroh montrent que pour réduire au minima cette cause de perturbation, il faut employer des métaux le plus possible conducteurs, et sous ce rapport l'argent serait ce qu'il y aurait de mieux s'il n'y avait pas à craindre les effets d'oxydation. Ce sont de nouvelles recherches à entreprendre. Dans tous les cas, les contacts devraient être multiples pour affaiblir l'action calorifique par la division du courant, et pour qu'on pût facilement les nettoyer.

(*La lumière électrique.*)

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE.

SUR UNE LAMPE ÉLECTRIQUE AUTOMATIQUE ; PAR M. JAMIN.

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, dans sa séance du 17 mars 1879, le principe d'un brûleur électrique nouveau. J'ai réussi depuis à construire une lampe pratique que je vais décrire. Elle repose sur une base d'ardoise (fig. 1), que l'on fixera dans des globes ou des lanternes, suivant les besoins de la décoration, et qui soutient vers le bas une gouttière de cuivre HHH, large, mais peu épaisse, afin d'éviter les ombres, et vers le haut une autre gouttière en fer doux G, destinée à s'aimanter et à attirer une palette mobile EF. Le courant alternatif d'une machine Gramme passe d'abord dans un fil de cuivre fin, replié quinze ou vingt fois dans les deux gouttières, et qui constitue le circuit directeur. C'est au milieu de ce cadre et dans son plan que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se placent les bougies ou couples de charbons entre lesquels va jaillir l'arc. Il y en a trois, mais on peut en placer en plus grand nombre si l'on veut prolonger l'éclairage. On introduit chacun de ces charbons dans un support tubulaire de cuivre où ils se tiennent verticalement, serrés par un ressort, la pointe en bas. L'opération n'offre aucune difficulté et n'exige aucune adresse. Il n'y a point de matière isolante entre les charbons. Ceux de droite βA,... sont fixes et verticaux ; ceux de gauche a,... pendent librement autour des articulations B,B′,B″,...; les sommets de leurs supports sont reliés par une barrette CC′, qui leur imprime un mouvement commun ; la palette EF est rattachée par un levier ED à cette barrette, qu'elle pousse vers la gauche par son poids, ce qui rapproche les charbons jusqu'à ce que l'un d'eux vienne buter contre son compagnon. Il est à remarquer que le contact ne se fera que pour une seule des bougies, la plus longue, ou celle dont les pointes sont le plus rapprochées : c'est celle qui s'allumera.

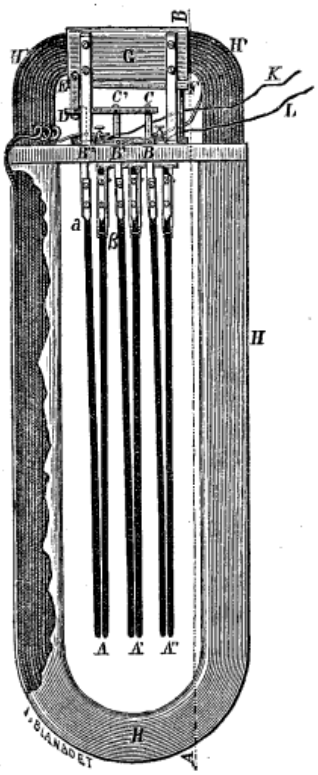


Fig. 1.

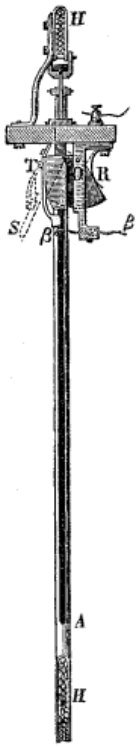


Fig. 2.

» Le courant électrique, après avoir traversé le circuit directeur, arrive à la fois aux trois charbons mobiles et peut revenir indifféremment par les trois charbons fixes; il passe entre ceux qui se touchent et les allume. Aussitôt l'aimantation se fait, la palette EF est attirée, les trois couples de charbons s'écartent à la fois, deux restants froids et l'arc s'étalant dans le troisième. Il y persiste tant qu'il y a de la matière à brûler, maintenu aux pointes par l'action du courant directeur et y revenant nécessairement si une cause étrangère l'en écartait. Quand le courant s'arrête, la palette retombe et le contact se rétablit ; s'il passe de nouveau, les charbons se rallument et s'écartent comme la première fois. Ainsi l'allumage est automatique, instantané et renouvelable à volonté.

» Quand la première bougie est consumée, il faut qu'une autre lui succède. A cet effet, le porte-charbon de gauche, qui était resté fixe, est articulé à son sommet et peut se déplacer, non dans le plan du cadre, mais dans le plan perpendiculaire (fig. 2). Il est poussé par un ressort R, qui l'écarte ; mais il est maintenu dans la verticale par un fil de laiton β, recourbé en crochet à son extrémité et qui passe à frottement dur dans une filière où un ressort le presse. Quand la combustion de la bougie a amené la flamme jusqu'en 1, elle fond le fil, un déclanchement se produit tout à coup, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux charbons s'écartent brusquement, l'arc s'éteint, mais il se rallume aussitôt dans la bougie voisine. L'action est si prompte que l'on s'aperçoit à peine du changement et que les autres lampes du même circuit ne subissent aucun affaissement. Il faut remarquer d'ailleurs que cette substitution d'une bougie neuve à sa voisine usée ne se produit que toutes les deux heures, que le fil de laiton n'a été fondu qu'à son extrémité, qu'il suffit de couper sa pointe, de le recourber et de l'avancer un peu dans sa filière quand on veut remettre des charbons neufs, et qu'il sert un grand nombre de fois.

Un des plus grands inconvénients de l'éclairage électrique est l'extinction possible et subite d'une des lampes, ce qui entraîne aussitôt celle des huit ou dix bougies placées dans le même circuit, bien qu'elles soient en bon état. Les nôtres sont peu sujettes à ce danger ; il faut pourtant le prévoir et y remédier. A cet effet, l'un de mes élèves, M. Krouchkoll, a imaginé un système de parachute dont la description serait trop longue ; il a pour effet : 1° d'ouvrir, au moment de l'accident, un circuit secondaire qui continue le courant à travers tous les appareils sains en supprimant son passage à travers la bougie malade ; 2° de remplacer la lampe éteinte par une résistance égale, ce qui laisse les autres dans l'état où elles étaient d'abord. Cette addition est fort importante, en ce qu'elle permet d'allumer beaucoup ou peu de bougies, sans changer leur éclat.

» En résumé, notre lampe réunit plusieurs qualités essentielles : elle s'allume et se rallume autant de fois qu'on le veut ; elle n'exige qu'un circuit pour toutes les bougies voisines; elle remplace automatiquement celles qui ont brûlé en totalité par des charbons neufs ; elle n'emploie aucune matière isolante de nature à altérer la couleur des flammes ni aucune préparation préliminaire des charbons, ce qui diminue notablement la dépense. Si à l'origine elle éprouvait, comme toutes les autres, des variations d'éclat, cela tenait, non à elle, mais à la préparation défectueuse des charbons ; ces variations ont disparu depuis, grâce à M. Carré, à qui l'on doit déjà tant et qui vient de donner à ces charbons l'homogénéité nécessaire. Il nous reste à dire combien on peut allumer de bougies avec un travail donné, quelle est la quantité de lumière et de chaleur produites et à quelle distance on peut les conduire.

» J'ai employé dans ces recherches la machine Gramme ; elle était actionnée par le moteur Otto, avec lequel on peut à chaque instant mesurer le travail dépensé, qui est rigoureusement proportionnel au nombre des explosions : il suffit de les compter. On sait que la machine Gramme est composée de deux organes distincts : la machine à lumières, constituée par des électro-aimants tournant rapidement dans un tore de fer enveloppé de fils induits, et une excicatrice à courants continus, qui ne sert qu'à aimanter les électro-aimants. Elle ne fait qu'un travail de préparation.

» Le courant qu'elle produit augmente rapidement avec sa vitesse. Si petite que soit cette machine, on peut toujours atteindre l'aimantation nécessaire ; mais on est obligé à une dépense de force considérable et limitée par l'échauffement croissant de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'organe. J'ai réussi, en me laissant guider par la théorie et par une meilleure distribution des fils, à réduire la chaleur au quart et la dépense au tiers, tout en produisant le même effet.

	MACHINE primitive.	MACHINE modifiée.
Dépense en chevaux.	$1^{ch},394$	$0^{ch},51$
Intensité du courant.	0,98	0,90
Vitesse.	1447	1433

» La dépense de travail, réduite à la moitié d'un cheval vapeur, est devenue insignifiante.

» On a construit divers types de machine Gramme à lumière; les plus gros et les plus coûteux allument habituellement 24 bougies de $0^{m},004$; les plus petits sont destinés à en faire 4, Je me suis aperçu que ces derniers n'ont un si faible rendement que parce qu'on les emploie mal. Quand on leur donne peu de vitesse, ils prennent peu de force au moteur; quand on porte cette vitesse à 2500 tours, ils absorbent jusqu'à 10 chevaux, et, comme ce travail se transforme en chaleur dans les circuits, il est évident qu'on doit obtenir un nombre d'autant plus grand de foyers et une somme d'autant plus considérable de lumière que la vitesse est plus grande. Cependant on ne l'a pas fait, parce que la chaleur développée dans la machine est telle, que les isolants fondent et que les fils brûlent. Il était bien facile de remédier à ce défaut en diminuant la résistance de la machine et en augmentant celle du circuit, ce que j'ai fait avec un succès complet et ce qui m'a permis d'allumer jusqu'à 24 foyers avec un moteur de 8 chevaux et la machine dite à quatre lumières.

» Je me contente de citer ici un des nombreux résultats de mes expériences :

Vitesse : 1 530 *tours.*

NOMBRE de lampes.	INTENSITÉ de chaque lampe.	INTENSITÉ totale.	DÉPENSE EN CHEVAUX. de la machine totale.	DÉPENSE EN CHEVAUX. de la machine par bougie.
1.	134	134	2,81	2,81
2.	113	226	3,58	1,79
3.	107	321	4,07	1,38
4.	105	420	4,43	1,11
5.	95	475	4,70	0,94
6.	96	576	4,91	0,82
7.	93	651	5,04	0,72
8.	92	736	5,11	0,64
9.	86	764	5,09	0,57
10.	74	740	5,07	0,51
11.	70	771	5,04	0,46
12.	62	740	5,01	0,42
13.	56	718	4,80	0,37
14.	50	700	4,60	0,32

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» On remarquera que la dépense en chevaux ainsi que la lumière totale augmentent jusqu'à 9 lampes, puisque ces deux quantités diminuent ensuite. Il est clair que, si l'on veut avoir une grande totalité de lumière, il faut s'arrêter à ce maximum, mais que, si l'on veut avoir beaucoup de foyers plus faibles, il faut le dépasser : c'est ainsi qu'on arrive à 24 bougies de $0^{m},004$ de diamètre, ne demandant qu'un tiers de cheval chacun. Mais il vaut mieux s'arrêter à 2 bougies d'un demi-cheval; elles sont plus belles et moins sautillantes. A mesure que les charbons se perfectionneront, on reculera cette limite.

» Quant à la lumière de chaque lampe, elle diminue avec leur nombre ; une seule avec la vitesse de 1500 tours vaut 134 carcels, 2 se réduisent chacune à 113, et quand on en a 14, elles ne valent plus que 50 : c'est la division d'une somme totale, avec un quotient décroissant.

» On peut remarquer que cette quantité de lumière est bien plus considérable que par les bougies ordinaires : la cause en est dans la direction des charbons, qui brûlent par le bas, non par le haut. Par le haut on éclaire le ciel, ce qui est inutile; par le bas on illumine le sol, ce qui est nécessaire. D'autre part, la flamme de l'arc qui tend toujours à monter, abandonne les pointes et ne les réchauffe pas quand elles sont dirigées en haut; elle les enveloppe et les noie au contraire dans une atmosphère à énorme température quand elles regardent le sol, ce qui exagère notablement leur éclat et prévient leur refroidissement. Une comparaison photométrique de deux bougies identiques dans le même circuit a démontré que l'éclat des pointes en bas est cinq fois égal à celui des pointes en l'air. Bien que leur température soit énorme, la quantité de chaleur n'est pas grande, parce que le foyer est petit. J'ai comparé cette chaleur à celle d'une carcel, en mettant successivement cette lampe et un brûleur électrique dans un même calorimètre. En moyenne et à lumière égale, la combustion de l'huile développe 45 fois autant de chaleur que l'arc électrique.

» Il ne me reste plus qu'à parler de la distance à laquelle on peut conduire la lumière; elle est d'autant plus grande que la machine tourne plus vite : avec 1500 tours, on peut introduire dans le circuit 1^{km} de fil de cuivre ayant $0^{m},001$ de diamètre sans que la diminution d'éclat soit sensible; avec 2000 tours, on peut aller jusqu'à 4^{km} de ce fil ou 16^{km} de $0^{m},002$. On conçoit ainsi la possibilité d'éclairer toute une grande ville par une usine unique rayonnant dans tous les sens.

» Les expériences et les essais multipliés auxquels j'ai dû consacrer mon temps exigeaient des moteurs, des machines, toute une installation qui dépassaient de beaucoup mes ressources. J'ai eu la bonne fortune de trouver un concours efficace et illimité chez M. Durrieu, président de la Société du Crédit industriel et commercial. J'ai trouvé également en M. Denayrouze, répétiteur à l'École Polytechnique, un collaborateur dévoué. Enfin deux de mes élèves, MM. Maneuvrier et Krouchkoll, ont exécuté avec moi toutes les mesures avec un zèle qui ne s'est jamais démenti. »

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Profondeur de quelques-unes des mines les plus profondes de l'Europe. — Nous extrayons du rapport officiel du département des Mines de la Nouvelle-Galles du Sud (Australie), les renseignements suivants sur la profondeur des principales mines de l'Europe :

PAYS.	NOM DE LA MINE.	DISTRICT.	NATURE DE LA MINE.	PROFONDEUR en pieds anglais.	PROFONDEUR en mètres.
Autriche	Adalbert	Prizibram	Plomb et argent	3 279	982,70
Belgique	Viviers	Gilly	Houille	2 820	846,00
Saxe	»	Zwickau	Id.	2 637	791,10
Prusse	Samon	Saint-André	Argent	2 532	759,60
Grande-Bretagne	Rosebridge	Wigan	Houille	2 445	733,50
Norwège	»	Konsberg	Argent	1 869	560,70
Hongrie	Amalia	Schmeritz	Or et argent	1 770 (1)	531,10
Prusse	Camphausen	Saarbruck	Houille	1 650	495,00
Espagne	La Luerti	Canada	Argent	1 548	464,40
Italie	Monte-Masio	Gavarrono	Lignite	1 443	432,90
Suède	Bersbo	»	Cuivre	1 377	413,10
Pays-Bas	Whilhelm	Kerkrade	Houille	1 092	327,60
Pays de Bade	»	Hagenbruck	Id.	1 080	324,00
Portugal	Taylor	Palhal	Cuivre	1 077	323,10
Bavière	Max	Stockholm	Houille	858	257,40
Russie	Turjinsk	»	Cuivre	606	181,80

(1) La mine d'or la plus profonde à Victoria est à 1 940 pieds (582 mètres).

Emploi du coton pour la construction des maisons aux États-Unis. — L'Amérique, qui ne doute de rien en matière d'inventions, a qui l'on doit la création de cette curieuse substance, le *celluloïd*, dont les applications sont aujourd'hui très-répandues, vient encore de donner une idée de l'infatigable esprit de recherches de ses inventeurs, en créant le coton à bâtir et les bois artificiels.

On se sert du coton vert de qualité inférieure, des débris épars dans les plantations, même des balayures de fabriques, enfin de tout ce qui est jeté comme rebut, et on en fait une pâte qui acquiert, dit-on, la solidité de la pierre. On ne dit pas comment se fait le traitement de la matière pour l'amener à un pareil résultat; on dit seulement que le coton *architectural* est enduit à l'extérieur d'une substance qui le rend imperméable. Il faudra désormais, pour construire entièrement une maison de coton, moitié moins de temps que pour ériger une maison en briques; elle sera à l'épreuve du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

feu, tout aussi solide qu'une construction en pierre et coûtera trois fois moins.

Mais ce n'est pas tout; les charpentes seront faites avec de la paille de blé. Ce bois artificiel, excessivement dur, au dire de l'inventeur américain, est obtenu de la manière suivante : La paille est d'abord transformée en feuilles de carton par les procédés ordinaires des papeteries; puis les feuilles empilées sont traitées par une solution qui durcit les fibres, et finalement par une compression énergique au laminoir, on obtient un produit ayant toutes les qualités des bois de construction. Le traitement chimique subi par la matière la rend imperméable et difficilement combustible.

(*The journal of applied science.*)

Le tunnel du Saint-Gothard. — Les *Annales des ponts et chaussées* donnent les renseignements suivants sur le percement d'outre en outre de la galerie de direction de ce grand tunnel, qui ne mesure pas moins de 14 912 mètres. C'est le 29 février dernier, à 11 heures 10 du matin, que les deux brigades se sont rencontrées, l'une à 7 744^{m},7 de l'embouchure Nord et l'autre à 7 167^{m},7 de l'embouchure Sud. La situation des travaux au 1er avril était celle-ci :

	mètres.
Galerie de direction	14 912
Élargissement en calotte	13 622
Cunette du Strosse	10 991
Strosse	10 038
Excavation complète et continue	8 756
Maçonnerie de voûte	11 206
— du piedroit Est	9 468
— du piedroit Ouest	9 343
Aqueduc achevé	8 230
Tunnel complet avec niches et aqueduc	8 230
Longueur restant pour le moment sans revêtement	484

A la même époque la dépense totale faite pour les travaux était de 42 243 880 fr.

Les autres tunnels et les lignes d'accès sont bien moins avancés.

Des observations suivies sur la température des roches traversées, de l'air du tunnel et du terrain naturel situés sur la même verticale ont été faites avec le plus grand soin, de 1873 à 1880, par le D^{r} Stappf, ingénieur géologue de la Compagnie.

Il a cherché également s'il existe une corrélation entre la température du sol naturel et celle d'un point situé à une profondeur déterminée sur la même verticale. De ses nombreuses observations, il a conclu que l'élévation δ de température en un point dont la plus courte distance au sol naturel est représentée par n, s'exprime par la formule suivante :

$$\delta = \pm \sqrt{36^{\circ},1682 - 0,1278\, n + 0,000103\, n^{2}} + 6^{\circ},01 + 0^{\circ},01016\, n$$

En tenant compte des températures de l'air en arrière du front de taille, la formule

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

précédente donne, pour la température moyenne dans la partie centrale du tunnel du Saint-Gothard 30°,43. La moyenne des observations directes a conduit au chiffre de 30°,39.

(*Annales des ponts et chaussées.*)

De l'utilisation des rognures de fer-blanc. — La fabrication des boîtes de conserves et autres objets en fer-blanc est accompagnée d'un déchet d'au moins 6 pour 100, qui se chiffre annuellement par plusieurs milliers de tonnes. Les vieilles boîtes rejetées, après avoir servi, forment un tonnage dont on n'a pas l'idée. La Nouvelle-Écosse et le Nouveau-Brunswick produisent, par an, 5 millions de boîtes d'une livre pour conserver le homard, et la partie inférieure de la rivière Columbia, 19 millions de boîtes à saumon. Baltimore en consomme chaque année 45 millions, qui renferment surtout des fruits et légumes. Quant à Nantes, elle consomme pour ses conserves 2 750 tonnes de fer-blanc.

Parmi tous les procédés essayés avec plus ou moins de succès pour utiliser les rognures de fer-blanc, le suivant semble donner les résultats les plus pratiques :

On commence par soumettre les rognures à un grillage oxydant. L'étain en excès et celui qui est combiné au fer s'oxydent; il en est de même du fer combiné, ce qui constitue environ le dixième de l'épaisseur. On arrête le grillage; les ferrailles se sont recouvertes d'une croûte brune, fragile, dont la partie superficielle est de l'oxyde d'étain et la partie inférieure, de l'oxyde magnétique de fer. On passe le tout entre des cylindres broyeurs, et on obtient une poudre que l'on tamise et qui est un mélange des deux oxydes d'étain et de fer. Quant à la ferraille, qui a été passée au four de grillage, on peut la convertir en fer de bonne qualité ou en faire de la fonte; mais son meilleur emploi, vu son état de division, c'est la précipitation du cuivre. L'oxyde d'étain, mélangé d'oxyde de fer, est facile à traiter pour étain; il a l'avantage de ne renfermer ni soufre, ni arsenic; on peut d'ailleurs enlever l'oxyde de fer par l'acide sulfurique.

(M.) (*Bulletin du comité des forges de France.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 23 *juillet* 1880.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — M^me^ V^e^ *Schreuder*, boulevard de Courcelles, 17, soumet une bibliothèque à casiers multiples avec développement. (Comité des constructions.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Gaiffe* (A.), constructeur d'instruments de précision, rue Saint-André-des-Arts, envoie un exemplaire du règlement de la participation et de la caisse de secours qu'il vient de fonder en faveur des ouvriers de sa fabrique.

M. *Raffard* (N.-J.), rue Vivienne, 16, envoie la description d'un frein dynamométrique équilibré, pour la mesure de la force d'un petit moteur très-délicat. (Arts mécaniques.)

M. *Tessier* (B.), horloger-mécanicien, rue François-Miron, 12, demande à la Société un secours pour la construction de plusieurs types de ses suspensions automatiques et électro-magnétiques, pour la remise à l'heure des pendules et horloges. (Arts mécaniques.)

M. *Gagnage* (M.), ingénieur-chimiste, à Malakoff (Vanves), route de Montrouge, 107, fait part à la Société de considérations générales sur les moyens de recueillir la matière première pour la confection du papier. (Arts chimiques.)

M. *Deschamps* (P.), fabricant de biscuits, rue de la Verrerie, 61, à Paris, envoie une description de ses procédés et des échantillons des produits de sa fabrique. (Arts économiques.)

M. *Goetz* (L.), boulevard des Invalides, 17, à Paris, envoie des documents sur sa nouvelle méthode de culture pour les prairies artificielles. (Agriculture.)

M. le *Secrétaire perpétuel de la Société nationale d'agriculture de France*, adresse un exemplaire des deux volumes de l'enquête sur la situation agricole de la France, publiée par cette Société.

M. *Pierre* (Édouard), à Boësse (Loiret), envoie la description de plusieurs procédés pour la destruction du phylloxera. (Agriculture.)

M. le Dr *Bourgeois*, aide-major au 7e chasseurs, à Saint-Germain-en-Laye, adresse un exemplaire d'une brochure sur l'hygiène intérieure des appartements, publiée chez Doin, libraire, place de l'Odéon, 8. (Arts économiques.)

M. *Périssé* (S.), ingénieur, rue de Rome, 77, adresse un exemplaire d'un Mémoire qu'il a publié sur la ventilation et le chauffage de l'École Monge, et un extrait des comptes rendus de l'Académie des sciences, contenant un Mémoire sur les moyens de calculer les poutres des ponts en fer pour éviter les efforts gauchissants. (Arts mécaniques.)

M. *de Meyer*, fabricant d'engrais et de papier insecticide, chez M. Lecaron, quai de la Mégisserie, 20, et chez M. Soudant, rue du Faubourg-du-Temple, 17, à Paris. Renseignements divers sur ses insecticides. (Agriculture.)

M. *Jean* (Eugène), rue des Merciers, 29, à la Rochelle, rappelle qu'il a proposé, il y a plusieurs années, un procédé, dont il n'avait pas donné la description, pour rendre utilisables en lithographie les pierres tendres et spongieuses. Il envoie cette description et demande l'examen de la Société. (Beaux-arts et constructions.)

M. *Duperray* (Eugène), cour des Miracles, 9, près la place du Caire, à Paris, envoie un Mémoire étendu sur les tissus de coton de Tarare, Saint-Quentin, Alsace, dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lequel, entr'autres considérations, il indique le moyen de reconnaître la valeur d'un tissu d'après son poids, et il demande que ce travail soit examiné par la Société. (Commerce.)

M. *Arentz* (P.), photographe et graveur par la photographie, rue Tournefort, 43, à Paris, présente des spécimens de photo-gravure en creux ou en relief. (Comité des beaux-arts et constructions.)

M. *Benoit-Duportail*, ingénieur, fait hommage d'un exemplaire de deux brochures qu'il a publiées, la première sur une méthode pour la résolution générale des équations numériques de tous les degrés; la deuxième est la traduction en vers français des fables d'Ésope et de Phèdre qui n'ont pas été imitées par Lafontaine.

M. *de Labry*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, adresse à la Société un extrait de la séance du 5 juin 1880 de la Société d'économie politique, contenant une discussion sur le plan de réorganisation des chemins de fer, dans laquelle sont intervenus MM. *Cherot, de Labry* et *Joseph Garnier*, sénateur.

COMMUNICATIONS. — *Pile électrique nouvelle.* — M. *Reynier* (Émile), ingénieur-électricien, 10, rue des Vosges, à Paris, entretient la Société d'une pile électrique énergique et constante, fournissant des résidus susceptibles d'être régénérés par électrolyse.

Cette pile, dit l'auteur, est énergique, constante, inodore, et fournit des résidus susceptibles d'être régénérés par électrolyse. Le couple est constitué par deux électrodes zinc et cuivre plongeant respectivement dans des solutions de soude caustique et de sulfate de cuivre; ces liqueurs sont rendues plus conductrices par l'addition de divers sels. Le vase poreux, en papier, qui les sépare, est prismatique. Il est obtenu, sans collage ni couture, avec des feuilles planes dont on relève les bords au moyen de plis déterminés géométriquement.

La force électromotrice du couple est $1^v,47$ et peut descendre jusqu'à $1^v,35$ après une longue fermeture en court circuit; sa résistance est $0^m,075$ pour le couple rectangulaire de $0^m,20$. Le travail *extérieur* théorique maximum (1), par seconde, est, en kilogrammètres, 0,619, chiffre notablement supérieur à ceux fournis par les plus grands couples sulfate de cuivre, et même par le couple Bunsen rond ordinaire de $0^m,20$.

Pour montrer les diverses applications que l'on peut faire de cette pile, M. Reynier présente une série de cinquante couples, illuminant un régulateur Serrin, lequel fournit une lumière d'environ cent becs Carcel effectifs. D'autre part, avec deux couples et un moteur électrique Deprez, il a fait fonctionner à toute vitesse une machine à coudre de famille, système Peugeot (boulevard Sébastopol, 92).

---

(1) Ce travail est calculé au moyen de l'expression $T = \frac{E}{4gR}$, dans laquelle E est la force électromotrice, R la résistance du couple, et g l'accélération de la pesanteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au prix actuel des liquides qu'elle consomme, la pile Reynier est déjà plus économique que les piles à acide nitrique; elle peut donc prétendre à les remplacer dans toutes leurs applications. De plus, la suppression de toute émanation permettra d'en proposer l'emploi pour la production de l'électricité à domicile, en vue de l'éclairage des appartements et de la mise en mouvement des petits moteurs.

Pour généraliser ces importantes applications, M. Reynier travaille à réaliser industriellement des procédés de régénération, déjà expérimentés dans son laboratoire, lesquels consistent essentiellement à faire traverser les liquides épuisés par une quantité d'électricité un peu supérieure à celle qui a été dégagée par la pile. En demandant à des machines magnéto-électriques l'électricité nécessaire à la révivification, le renouvellement des liquides et des métaux de la pile est ramené à une dépense de force motrice. *Economiquement produite dans l'usine de régénération au moyen de puissantes machines, l'électricité se trouvera emmagasinée dans les liquides régénérés à l'état d'énergie disponible et transportable.* Ce transport indirect de l'électricité engendrée par les machines serait, dans la plupart des cas, plus praticable et plus avantageux que la transmission directe par un câble.

L'auteur donne les prix de revient de la force motrice et de la lumière obtenues au moyen des piles à liquides régénérés. M. *Reynier* a calculé le coût approximatif de 1 kilogrammètre pendant une heure, ce qui permet d'établir directement le prix de revient d'un travail donné, et indirectement celui d'une lumière dont l'intensité électrique et la résistance effective sont connues.

Ainsi, 1 kilogrammètre coûtera environ 0 fr. 006 par heure, d'où :

Une machine à coudre de famille, dépensant environ 1 kilogrammètre, coûtera environ.	0 fr. 006
Une machine à coudre d'atelier, dépensant environ 2 kilogrammètres, coûtera environ.	0 fr. 012
Le travail d'un tourneur de roue, environ 7 kilogrammètres, coûtera.	0 fr. 042
Le travail d'un cheval attelé à un manège, environ 40 kilogrammètres, coûtera.	0 fr. 24
Le travail d'un âne, environ 12 kilogrammètres, coûtera.	0 fr. 072
La lumière d'un régulateur Serrin ou autre, dépensant de 16 à 125 kilogrammètres, coûtera.	0 fr. 096 à 0 fr. 750
a lumière d'une lampe Reynier, dépensant 10 à 15 kilogrammètres, coûtera.	0 fr. 06 à 0 fr. 09
La lumière d'une lampe Édison, dépensant 8 kilogrammètres 85, coûtera.	0 fr. 05310

En résumé, dit l'auteur, la nouvelle pile peut entrer dès maintenant dans la pratique industrielle, en concurrence avec les piles Bunsen en usage, et elle promet une distribution avantageuse d'électricité à domicile pour le moment peut-être prochain ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ses résidus pourront être régénérés. (Renvoi aux comités des arts économiques et des arts chimiques.)

Synchronisme électrique de deux mouvements. — M. *Deprez* (Marcel) présente à la Société la solution générale du problème suivant :

Étant donné un moteur A *et un récepteur* B *séparés par une distance quelconque, transmettre, par l'intermédiaire d'un courant électrique, le mouvement du moteur* A *au récepteur* B, *comme le ferait un axe rigide réunissant ces deux appareils, de façon que la vitesse angulaire de* B *soit toujours égale en grandeur et en signe à celle de* A.

Ce problème, dit M. *Deprez*, s'est présenté à moi, pour la première fois, lorsqu'on me demanda de transmettre à l'intérieur du wagon d'expériences de la Compagnie de l'Est, un mouvement de rotation rigoureusement identique à celui des roues motrices d'une locomotive attelée à un train dont ce wagon faisait partie. On ne croyait pas, à cette époque, qu'il fut possible de le résoudre par l'emploi de l'électricité, et je dus avoir recours à des procédés cynématiques qui atteignirent le but proposé et que j'ai décrits, peu de temps après, devant la Société d'encouragement. Mais l'appareil dont je vais donner la description est incomparablement plus simple, moins coûteux et moins encombrant que celui qui figure dans le wagon d'expériences.

Sur l'arbre du transmetteur A sont fixés deux commutateurs à inversion de courant; chacun d'eux renverse le courant qui le traverse deux fois par tour, mais les positions de l'arbre correspondant à ces inversions ne coïncident pas : elles se suivent à des intervalles d'un quart de tour, de sorte que, si on désigne par $+a$ et $-a$ et par $+b$ et $-b$ les deux courants sortant de ces deux commutateurs, on dresse le tableau suivant qui montre la relation qui existe entre les courants a et b et les angles décrits par l'arbre A :

Angles décrits par l'arbre A.	Courant 1er commutateur.	Courant 2e commutateur.
0°	$+a$	$+b$
90°	$+a$	$-b$
180°	$-a$	$-b$
270°	$-a$	$+b$

Les deux circuits qui partent du transmetteur seront donc sillonnés par des courants dont les alternances forment quatre combinaisons différentes à chaque tour, savoir : $+a+b$, $+a-b$, $-a-b$, $-a+b$.

Passons maintenant à la description du récepteur. Il se compose essentiellement d'un aimant ou électro-aimant permanent, en fer à cheval, entre les branches duquel se trouvent deux bobines Siemens, dont les âmes en fer font entre elles un angle droit. Ces bobines sont montées sur un axe qui coïncide avec l'axe géométrique de l'aimant, et elles reçoivent les courants qui les animent par quatre frotteurs, deux pour chaque bobine. L'expérience montre que si on fait passer dans chacun des élec-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tro-aimants des courants d'égale intensité, mais de signe quelconque, l'angle droit formé par ces électro-aimants se place dans une position d'équilibre telle qu'il est bissecté par la droite qui joint les pôles de l'aimant permanent, et qu'en outre, à chacune des combinaisons de courants indiquées plus haut, correspond une position d'équilibre, et une seule, de l'ensemble des électro-aimants du récepteur. Il résulte de là, que si l'on fait tourner l'arbre A, les émissions de courants qui en résulteront imprimeront à l'arbre B un mouvement de rotation résultant d'impulsions successives qui se renouvelleront quatre fois par tour, et que le mouvement transmis en B aura exactement la même vitesse et le même signe que le mouvement de A.

L'expérience prouve que cet appareil permet de transmettre le travail d'un moteur d'un point à un autre avec conservation de la vitesse angulaire, ce que ne réalise aucun des moteurs électriques employés jusqu'à présent, cette vitesse variant de 0 à 2 400 tours par minute. Les courants alternatifs, nécessaires pour son fonctionnement, n'ont d'ailleurs pas nécessairement une pile pour origine ; ils peuvent être engendrés par une machine magnéto-électrique.

Un mouvement quelconque pouvant être considéré comme la résultante de deux mouvements de rotation, cet appareil permet, grâce à l'adjonction d'un mécanisme simple, de transmettre à distance un mouvement de grandeur et de direction quelconques, et, par suite, le dessin et l'écriture.

Le récepteur reproduit fidèlement et sans saccades (grâce à l'inertie des pièces), tous les mouvements du transmetteur. Si toutefois la vitesse était extrêmement petite, le récepteur marcherait d'une façon saccadée et par quart de tour. Pour les grandes vitesses, le récepteur dépasse difficilement 3 000 tours par minute; au delà de cette vitesse, le récepteur s'arrêterait complètement et avertirait ainsi que l'on a dépassé la limite de fonctionnement de l'appareil. En d'autres termes, le récepteur reproduit *fidèlement ou pas du tout* la marche du transmetteur.

Mesure de l'énergie d'un courant. — M. *Deprez* (Marcel) présente également à la Société un appareil pour faire connaître la quantité d'énergie qui passe dans un courant électrique.

Si les applications de l'électricité, dit-il, prennent le développement qu'on peut prévoir pour elles dès à présent, il sera nécessaire d'établir des systèmes de distribution à domicile de l'électricité dynamique analogues à la canalisation du gaz et de l'eau, et on aura besoin de mesurer la quantité de cette nouvelle espèce de force qui aura été distribuée à chacun. Il faudra donc avoir des compteurs dont les indications feront connaître les sommes dues par les abonnés à la Compagnie productrice du courant.

Plusieurs solutions de ce problème ont déjà été proposées; les unes sont basées sur l'inscription des déviations d'un galvanomètre, les autres sur l'emploi d'un voltamètre à sulfate de cuivre, ces instruments étant placés sur une dérivation greffée sur le circuit mis à la disposition de l'abonné. Or, il est facile de voir qu'on ne peut rien conclure des indications fournies par ces appareils. En effet, ce qu'ils font connaître à un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

instant quelconque, c'est l'intensité I du courant, et cette intensité n'est, en aucune façon, proportionnelle à la quantité de travail ou d'*énergie*, qui est développée par le circuit auquel ils sont appliqués,

La quantité d'énergie Q a, en effet, pour expression

$$Q = EI,$$

en désignant par E la différence de potentiel des deux points entre lesquels est situé l'appareil qui sert à utiliser le courant au profit de l'abonné, et par I l'intensité de ce courant. Ceci posé, désignons par A B la portion du circuit mise à la disposition d'un abonné; réunissons les deux points A et B par deux fils, l'un à très-faible résistance et sur le trajet duquel se trouve l'appareil destiné à utiliser le courant, l'autre à très-grande résistance. Soit I l'intensité du courant dans le circuit utilisé et I′ et R′ l'intensité et la résistance correspondants au circuit par le fil très-résistant; soit toujours E la différence de potentiel entre A et B, origine et fin de la portion du circuit qui est l'objet d'une concession, on a, en vertu de la loi de Ohm, sur le fil très-résistant

$$I' = \frac{E}{R'}, \quad E = I' R';$$

d'autre part, on a aussi par le fil à faible résistance

$$Q = EI, \text{ substituant } Q = R' I' I,$$

pour la mesure de l'*énergie* qui est développée sur le fil objet de la concession.

Si le courant n'est pas constant par suite des résistances variables qu'on lui fait traverser, ou par la variation des forces électro-motrices dans l'appareil qui utilise le courant, la quantité d'énergie développée pendant un temps très-court *dt* sera

$$R' I' I \, dt$$

et elle sera pendant un temps *t*

$$Q = \int R' I' I \, dt.$$

Le problème à résoudre pour mesurer l'énergie développée dans un courant utilisé entre A et B revient donc à la construction d'un instrument qui donne à chaque instant la valeur de l'intégrale

$$\int I' I \, dt.$$

J'ai imaginé plusieurs dispositions qui donnent immédiatement par une seule lecture la valeur du produit II′.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La plus simple consiste en un cadre multiplicateur, d'assez grande dimension, dans l'intérieur duquel se trouve un second cadre mobile sur des couteaux. Sur le cadre fixe est enroulé un fil fin et long, faisant un grand nombre de tours et constituant le circuit dérivé à grande résistance; le second cadre est, au contraire, entouré d'un fil très-gros, traversé par le courant principal; deux petites coupes remplies de mercure, dans lesquelles plongent des lames attachées au cadre mobile, permettent de lui amener le courant sans nuire en rien à sa mobilité. Enfin, une petite masse fixée au cadre mobile dans le prolongement de la droite qui joint l'axe des couteaux au centre de gravité de ce cadre, permet d'obtenir l'effort antagoniste qui doit faire équilibre au couple résultant de l'action réciproque des deux cadres, lequel est proportionnel au produit $I I'$ des intensités des deux courants. En ajoutant à cet appareil un totalisateur que j'ai imaginé en 1876, et qui a été appliqué au wagon d'expériences de la Compagnie de l'Est, on peut obtenir, à un instant quelconque, la valeur de l'intégrale, donnant la quantité totale d'énergie qui a traversé le circuit pendant le temps t.

$$\int I I' \, dt.$$

Le *mesureur d'énergie* permettra de réaliser facilement des expériences qui présentent de grandes difficultés quand on emploie la méthode ordinaire. Sa graduation peut être faite, soit en calories, soit en kilogrammètres par minute, soit en chevaux-vapeur; appliqué à une lampe électrique, par exemple, il indiquera à chaque instant le travail absorbé par la production de la lumière.

Les deux communications de M. *Deprez* sont renvoyées à l'examen du comité des arts économiques.

Ouverture des vacances. — M. le *Président* annonce que la Société entrera en vacance à partir d'aujourd'hui 23 juillet, et que le Conseil d'administration reprendra ses séances publiques le 29 octobre prochain.

Il demande aux comités de se réunir avant cette époque, de manière à donner une grande activité aux travaux de la Société, afin que la séance générale de la Société, en 1881, puisse avoir lieu à une époque de l'année moins tardive.

Nomination de membres. — Sont nommés membres de la Société : MM. *Calliez,* horloger de l'Observatoire, à Paris; *Germain* fils, fabricant de bonneterie, à Nîmes; *Mameltzer* (Théophile), constructeur-mécanicien, à Paris; *Teodoro Merly de Iturralde,* ingénieur, à Madrid.

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

79e année. Troisième série, tome VII. Septembre 1880.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. SEBERT, *sur un* APPAREIL AVERTISSEUR ET ENREGISTREUR DES VARIATIONS DE NIVEAU D'UNE RIVIÈRE ÉCLUSÉE, *construit par* MM. Henry LEPAUTE fils.

MM. Henry Lepaute fils, ingénieurs, constructeurs d'horlogerie et de phares lenticulaires, rue de Lafayette, 6, à Paris, ont présenté à la Société un appareil enregistreur et avertisseur destiné à régler et à contrôler les manœuvres des écluses établies à l'embouchure de la rivière d'Aa dans le port de Gravelines, appareil qu'ils ont combiné et exécuté sur les indications de M. Crépin, ingénieur des ponts et chaussées à Dunkerque.

On sait qu'il existe, dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais, des associations forcées connues sous le nom de Wateringues, organisées, entre propriétaires intéressés, pour assurer, à frais communs, le libre écoulement des eaux dans les canaux de dérivation destinés à assécher et à assainir les marais et les terres humides.

C'est pour régler le fonctionnement des écluses qui desservent les terrains wateringués des bords de l'Aa que l'appareil dont il s'agit a été construit.

Il faut que les écluses qui établissent ou interceptent la communication des canaux de dérivation avec la rivière soient, alternativement, ouvertes et fermées aux moments précis qui correspondent à des hauteurs déterminées du niveau de l'eau dans la rivière, hauteurs qui sont elles-mêmes variables, suivant l'heure de la haute et de la basse mer et qui sont indiquées, chaque jour, par un ordre de service.

L'appareil a pour objet d'avertir automatiquement les éclusiers, par une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sonnerie, des instants où il convient d'ouvrir ou de fermer les portes des écluses, c'est-à-dire des instants où le niveau de la rivière atteint les limites extrêmes fixées par l'ordre de service.

Les mêmes sonneries avertissent le chef éclusier et leur fonctionnement se prolonge jusqu'à ce que le niveau de l'eau de la rivière soit rentré dans les limites prescrites; le chef éclusier se trouve ainsi prévenu des manœuvres exécutées.

C'est par la mise en place, sur l'appareil, de curseurs mobiles convenablement disposés que ce chef éclusier détermine, chaque jour, les hauteurs du niveau de l'eau pour lesquelles l'appareil enverra ses avertissements. L'ordre de service qu'il a reçu indique la position qu'il doit donner à chacun de ces curseurs; pour permettre de constater qu'il s'est, lui-même, conformé aux indications de cet ordre de service, et que les manœuvres des écluses ont bien suivi les variations du niveau de l'eau, l'appareil est disposé de façon à enregistrer, de cinq en cinq minutes, la hauteur exacte de l'eau de la rivière et à conserver la trace de tous les mouvements imprimés aux curseurs.

Il permet aussi au chef éclusier de pointer l'heure de son passage.

Il peut arriver enfin que les écluses de flot de la rivière soient fermées, et il est inutile alors que les éclusiers reçoivent l'ordre de manœuvrer les portes d'écluses des canaux de dérivation; dans ce cas, un organe spécial interrompt les courants électriques qui commandent les sonneries d'avertissement et aucun signal ne peut être donné.

L'appareil qui permet d'obtenir ces différents effets se compose essentiellement d'une horloge avec pendule battant la seconde, qui imprime un mouvement uniforme à une feuille de papier destinée à recevoir les enregistrements, et d'un flotteur qui transmet un mouvement, proportionnel aux variations du niveau de la rivière, à un chariot qui se déplace perpendiculairement au sens du mouvement du papier.

Ce chariot porte un crayon qui, toutes les cinq minutes, vient appuyer sur le papier, par l'action d'un électro-aimant dont le courant se trouve fermé, pendant un temps très-court, par l'un des rouages de l'horloge.

Toutes les heures, ce même courant se trouve fermé, pendant un temps plus long, de façon à déterminer une trace plus longue du crayon, trace qui est destinée à servir de repère pour faciliter les lectures; enfin, à midi et à minuit, le contact se trouve prolongé, pendant dix minutes, pour séparer nettement les périodes successives de douze heures.

Le papier, enroulé sur un tambour, est entraîné par l'adhérence de deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cylindres entre lesquels il passe et dont l'un est commandé par l'horloge; il parcourt 15 millimètres par heure, soit 360 millimètres en douze heures.

Le chariot, monté sur galets, se meut devant une règle horizontale divisée qui porte les curseurs; il est entraîné par un fil enroulé sur une poulie. Cette poulie est montée, elle-même, sur le même axe qu'une deuxième poulie cinq fois plus grande, sur laquelle s'enroule une corde qui supporte le flotteur destiné à suivre les mouvements de dénivellation de la rivière; un contre-poids spécial assure la tension de cette corde. Le chariot reproduit par suite, au cinquième de leur valeur, les variations du niveau de l'eau.

Les deux curseurs, destinés à provoquer la mise en marche des sonneries d'avertissement, se déplacent devant la règle graduée parcourue par le chariot; ils sont montés sur deux vis parallèles munies de volants qui permettent d'en opérer le déplacement avec précision.

Ils sont placés l'un à droite, l'autre à gauche du chariot et portent chacun une étoile fixée à une coulisse qui, lorsqu'elle est rencontrée par une broche que porte le chariot, provoque la fermeture du courant électrique qui anime les sonneries d'avertissement.

Les dispositions de l'appareil sont telles que le contact électrique se prolonge tant que le chariot n'a pas été ramené, dans les limites fixées, par le mouvement correspondant du flotteur et que, d'autre part, les organes d'enregistrement continuent à fonctionner comme par le passé, de sorte que l'appareil indique de combien le niveau de l'eau a dépassé la limite fixée et pendant combien de temps.

Les curseurs de maximum et de minimum sont munis de crayons qui appuient constamment sur le papier, de manière à conserver la trace des opérations de réglage effectuées par le chef éclusier.

Un bouton spécial, placé sur le côté droit du cylindre, permet à ce chef éclusier de pointer l'heure à laquelle il est venu toucher à l'appareil.

L'organe qui interrompt les courants, lorsque les écluses sont fermées, se compose d'une boîte métallique, à fermeture étanche et à paroi élastique, encastrée dans l'un des buscs de l'écluse de flot.

Un contact électrique est établi, à l'intérieur de cette boîte, entre deux pièces métalliques faisant partie du circuit d'avertissement, et ce contact se trouve rompu, par la flexion de la paroi élastique, lorsqu'un gros bouton, fixé sur l'autre busc de la porte d'écluse, vient presser sur cette paroi, par suite de la fermeture de l'écluse.

Tous les organes de l'appareil sont établis avec soin et on n'a négligé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aucune précaution pour éviter l'altération des contacts électriques avec le temps; le fonctionnement de tout le système est excellent, ainsi que le démontre la régularité des courbes tracées dans les expériences préliminaires faites à Paris; le résultat obtenu témoigne, une fois de plus, de l'habileté et de la précision dans l'exécution, qui sont de tradition dans la maison Lepaute.

Le problème que permet de résoudre cet appareil est du plus grand intérêt pour de nombreuses populations agricoles, et votre comité a pensé qu'il était utile d'appeler l'attention sur les services qu'il peut rendre.

Il me charge, par suite, de proposer au Conseil de remercier MM. Lepaute fils de leur intéressante communication et d'ordonner l'insertion du présent Rapport au *Bulletin*, avec la description et le plan de l'appareil.

Signé : SEBERT, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 28 *novembre* 1879.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 118, REPRÉSENTANT L'APPAREIL AVERTISSEUR ET ENREGISTREUR DE MM. HENRY LEPAUTE FILS.

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

Fig. 2. Vue de bout.

Fig. 3. Vue en dessus.

Fig. 4 et 5. Plan et élévation, à une plus grande échelle, de l'armature et des curseurs de maximum et de minimum.

Fig. 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. Détails des curseurs de maximum et de minimum.

Fig. 13. Demi-coupe du flotteur.

Fig. 14, 15, 16. Section verticale, demi-vue en dessus et section horizontale de l'interrupteur de sonnerie.

A, bâti en fonte portant l'horloge et les appareils d'enregistrement (fig. 1, 2 et 3).

B, horloge à pendule, marquant les heures, les minutes et les secondes.

b, poids moteur de l'horloge.

C, gros cylindre en cuivre, sur lequel passe le papier et qui reçoit la pression des divers crayons de pointage.

c, cylindre antérieur, mu par l'horloge et destiné à entraîner le papier.

c', second cylindre, placé derrière le cylindre *c* et porté dans une chape à pivots; il est chargé de contre-poids mobiles, destinés à presser le papier contre le cylindre *c* pour assurer l'entraînement régulier du papier.

c'', troisième cylindre, placé derrière le bâti et sur lequel est enroulé d'avance le papier en réserve.

D, chariot mobile monté sur galets, entraîné d'un côté par le flotteur F (dont on voit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la corde et qui est représenté fig. 13), par l'intermédiaire de cordes métalliques passant sur les poulies P et *p*, à l'aide desquelles le déplacement est de 1/5 de celui du flotteur; de l'autre côté, le chariot est entraîné par le poids d'équilibre X.

R, règle triangulaire servant de rail au chariot D.

F, flotteur en cuivre rouge (fig. 13), transmettant au chariot D un mouvement proportionnel aux variations de niveau de la rivière.

G (fig. 4 et 5), armature en cuivre portant deux vis à filets carrés servant, au moyen de petits volants, à déplacer à la main les curseurs de maximum et de minimum S, S′.

g, règle graduée, le long de laquelle se meuvent les curseurs S, S′.

h, h, règles fixes en bois (fig. 1) sur lesquelles glisse une baguette ronde, pinçant le bord du papier et le maintenant bien tendu.

i, i″, crayons de pointage de maximum et de minimum (fig. 5, 7, 9), attirés par les électro-aimants *e, e′, e″, e‴*.

j, j′, crayons fixes, adaptés aux armatures des curseurs et destinés à indiquer le moment précis auquel on aura amené les curseurs S, S′ aux cotes exactes indiquées par l'ingénieur pour la journée.

k, k′, étoiles mobiles, fixées à chacun des curseurs S, S′ (fig. 4, 6, 11) et poussées par des doigts placés sur le chariot D; ces étoiles déplacent des coulisses *m, m′* qui ouvrent ou ferment le courant électrique faisant fonctionner les sonneries placées chez les éclusiers, lorsque les cotes de maximum ou de minimun ont été atteintes ou dépassées.

I, interrupteur de sonnerie enfermé dans une boîte encastrée dans les buscs des portes d'écluses (fig. 14, 15, 16); le courant électrique passe par les deux vis *t, t′* lorsqu'elles sont en contact, c'est-à-dire quand les portes sont ouvertes. Lorsqu'on ferme les portes, le bouton T, appuyant sur une sorte de clapet *v*, éloigne les deux vis *t, t′* l'une de l'autre et le courant se trouve interrompu.

W, ressort à boudin pressant le clapet *v* contre le couvercle de la boîte de l'interrupteur.

(M.)

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. TROOST, *au nom du comité des arts chimiques, sur le* NICKEL MALLÉABLE, *présenté par* MM. GASPARD *et* BELLE, 62, *rue Saintonge, à Paris.*

Le nickel obtenu par la décomposition du sulfate double de nickel et d'ammoniaque, au moyen de la pile, est un métal blanc susceptible d'acquérir un grand éclat; il est très-malléable et très-ductile. Sa tenacité est particuliè-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rement remarquable; elle est, d'après les expériences de M. H. Sainte-Claire-Deville, une fois et demie plus grande que celle du fer.

Ces propriétés du nickel devaient le faire rechercher par l'industrie. Malheureusement, le métal perd la plupart de ses qualités dès qu'on le fond pour le couler en plaques destinées au laminage; il devient poreux, aigre, cassant; il ne se forge pas, il se déchire en passant au laminoir et ne peut, sans se rompre, être étiré à la filière en fils de petit diamètre.

Cet inconvénient, dont on n'avait pu triompher jusqu'ici, avait restreint l'emploi du nickel métallique. On employait le nickel déposé par la pile pour protéger le fer, le cuivre et le maillechort contre l'action des agents atmosphériques, ainsi que contre l'action des acides ou des alcalis étendus; mais il n'était pas possible d'obtenir des plaques ou des barres massives de nickel métallique, susceptibles d'être laminées ou tréfilées.

La difficulté vient d'être heureusement écartée par le docteur Fleitmann, dans la grande fabrique de nickel et de maillechort d'Iserlohn. Le brevet du docteur Fleitmann est exploité en France par MM. Gaspard et Belle, dont l'usine est située à Lizy-sur-Ourq (Seine-et-Marne) et dont les magasins sont à Paris, 62, rue Saintonge.

Pour obtenir industriellement le nickel malléable, on amène d'abord ce métal à l'état de fusion complète; on débarrasse sa surface de toutes les scories, puis on y introduit rapidement une petite quantité de zinc ou de magnésium métallique; on brasse le tout et on coule.

Le métal ajouté semble avoir pour effet de s'emparer des traces de matières étrangères empruntées par le nickel aux parois du creuset ou à l'atmosphère réductrice qu'il contient. On retrouve du reste toujours, dans le nickel ainsi préparé, des traces de zinc ou des traces de magnésium.

Ce nickel est ductile et malléable à toutes les températures inférieures à son point de fusion.

Il peut se souder soit avec lui-même, soit avec le fer ou l'acier.

On met a profit cette propriété pour fabriquer des feuilles et des fils de fer ou d'acier dont la surface est couverte de nickel.

On applique, par exemple, des feuilles de nickel de 2 à 5 millimètres d'épaisseur sur des plaques de fer ou d'acier de 3 à 5 centimètres d'épaisseur, et on les soude ensemble au rouge blanc sous un marteau pilon ou sous un puissant laminoir. On arrive de cette façon à obtenir des feuilles de 1/10 de millimètre d'épaisseur, recouvertes sur chaque face d'une couche de nickel de 1/100 de millimètre. Les feuilles et les fils d'acier ou de fer plaqués de nic-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

kel peuvent être employés à froid ou à chaud, sans qu'il y ait séparation des deux métaux.

MM. Gaspard et Belle ont présenté à la Société de nombreux échantillons de lames, de fils de petit diamètre, des objets d'orfèvrerie et diverses pièces d'un travail très-compliqué. Des creusets de nickel sont employés dans divers laboratoires, depuis plusieurs mois, pour fondre la potasse caustique; ils sont susceptibles, pour beaucoup d'applications, de remplacer les creusets d'argent.

Votre Comité des arts chimiques estime que le nickel obtenu industriellement par fusion à l'état malléable, est susceptible de nombreuses applications; il vous propose de remercier MM. Gaspard et Belle de leur intéressante communication et de voter l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : TROOST, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 28 *mai* 1880.

BEAUX-ARTS APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE.

RAPPORT *fait par* M. DAVANNE, *au nom du comité des constructions et des beaux-arts appliqués à l'industrie, sur un* PROCÉDÉ DE DÉCORATION DES GLACES ARGENTÉES, *présenté par* M. LECLÈRE, *rue Bonaparte*, 58, *à Paris.*

Messieurs, M. Leclère vous a présenté des glaces argentées, sur lesquelles des morsures faites à l'acide forment des dessins, des motifs d'ornement d'autant plus variés, qu'il est possible de substituer à l'argent enlevé des couleurs ou des métaux divers, et d'obtenir ainsi des décorations polychrômes et des mélanges métalliques rappelant la damasquinure.

Cette méthode n'est pas sans quelqu'analogie avec celle que notre collègue M. Dufresne a décrite autrefois, en 1856, pour obtenir, sur plaques métalliques, des effets de damasquinure (1); elle est entièrement basée sur l'action que la lumière fait subir à certains corps résineux, et surtout au bitume de Judée, et cette application de la photographie prouve une fois de plus que la découverte de Nicéphore Niepce n'a pas créé, comme on est trop porté à le dire et à le croire, une industrie spéciale se limitant à ses propres procédés, mais qu'elle nous a donné un grand moyen général de production, entièrement nouveau, basé sur les actions chimiques de la lumière et don

(1) Voy. *Bulletin* de 1858, 2e série, t. V, p. 261.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les bienfaits se font sentir aussi bien dans les beaux-arts que dans la science et dans l'industrie. Ce moyen vient apporter des méthodes neuves et faciles de travail, dont on cherchera vainement à limiter les applications.

Avec le procédé de M. Leclère, nous remontons à l'origine même de la photographie, à l'emploi du bitume de Judée étendu en couche mince sur une surface métallique. Nicéphore Niepce l'étalait sur une plaque d'étain et, recouvrant cette préparation par une gravure rendue transparente, il exposait l'ensemble à la lumière. Les dissolvants ordinaires du bitume de Judée (l'essence de térébenthine, de lavande, l'éther, actuellement la benzine), versés sur la couche insolée, ne dissolvaient que les parties protégées contre la lumière et mettaient le métal à nu ; dans les autres parties, le bitume insoluble formait réserve et permettait une morsure plus ou moins profonde par les acides.

A la plaque métallique, M. Leclère substitue une glace argentée ; pour obtenir le dessin, il emploie soit une gravure, soit un contre-type fait sur une première glace par son procédé même, soit une épreuve photographique positive de traits ; grâce aux ressources que lui présente la photographie, il peut choisir ses modèles de la manière la plus facile, les ramener à la dimension qu'il désire, et le sujet obtenu est superposé sur une glace argentée recouverte d'une mince couche de bitume de Judée.

Le tout est exposé à la lumière, pendant un temps variable suivant l'intensité ; la glace est ensuite lavée à l'essence de térébenthine ; l'image apparaît formée par les blancs de l'argent mis à nu et par les oppositions du bitume insolé, qui reste et forme réserve. Il suffit de plonger cette glace dans l'acide nitrique, pour que l'argent des traits soit immédiatement dissous et que le verre reprenne en ces points toute sa transparence.

Le dessin, les ornements gravés apparaissent alors en prenant la couleur des divers corps que l'on applique au dos de la glace, et l'opérateur peut produire les effets les plus divers.

Toutefois une difficulté sérieuse s'était présentée au début ; l'acide nitrique, en mordant l'argent, altérait la pureté de son éclat, surtout sur les arêtes du dessin. M. Leclère a tourné cette difficulté très-heureusement, en mélangeant à l'acide nitrique une certaine proportion de nitrate de mercure, et il a pu conserver ainsi aux bords des traits tout leur éclat ; sans doute aussi, l'amalgame qui se forme limite en partie l'action de l'acide nitrique, et permet une morsure plus franchement coupée.

La réserve de bitume de Judée, convenablement menée, est assez solide

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour résister à l'acide fluorhydrique; il est donc possible de creuser par cet agent de véritables gravures photographiques dans la glace même, ainsi, du reste, que l'avaient déjà démontré de nombreux essais faits par Niepce de Saint-Victor, en collaboration avec M. Bitterlin, et ceux plus récents faits par M. Despaquis, en 1871.

Lorsque la glace est ainsi gravée, M. Leclère remplit les creux avec des poudres métalliques, de l'or, des bronzes diversements colorés, qui donnent des effets particuliers où se retrouvent à la fois le sentiment de relief dû à la gravure faite à l'envers de la glace et les tons riches et variés des métaux employés.

Les applications que l'inventeur a faites des propriétés photographiques du bitume de Judée, pour la décoration des glaces et panneaux de verre, peuvent être utilisées dans les arts industriels, et votre Comité des beaux-arts appliqués à l'industrie vous propose de remercier M. Leclère de son intéressante présentation et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : DAVANNE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 23 *avril* 1880.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION.

RAPPORT *fait par* M. DE LUYNES, *au nom du comité des arts économiques, sur* L'ARÉOMÈTRE THERMIQUE *à indications concordantes pour l'essai des huiles de* M. PINCHON, *à Elbeuf (Seine-Inférieure).*

Messieurs, M. Pinchon, pharmacien et professeur de chimie à la Société industrielle d'Elbeuf, a présenté un aréomètre thermique à indications concordantes, destiné à l'essai des huiles et dont vous avez renvoyé l'examen à votre Comité des arts économiques.

L'instrument proposé par M. Pinchon est l'aréomètre à thermomètre intérieur de Balling, dont la construction est déjà connue; mais la graduation spéciale que lui donne M. Pinchon et les indications fournies par le jeu de l'instrument, permettent de s'en servir pour reconnaître, dans certains cas, la pureté relative des huiles et, dans tous les cas, pour en opérer le conditionnement.

En effet, à chaque huile correspond un aréomètre particulier, gradué

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de telle sorte que, pour une même huile, l'indication de l'aréomètre soit toujours la même que celle du thermomètre. Lorsque l'huile est pure, l'accord entre les degrés de l'aréomètre et ceux du thermomètre se maintient malgré les variations de température. Si l'huile est mélangée avec des huiles de nature différente, cet accord n'existe plus, et l'écart est d'autant plus grand que l'huile ajoutée par fraude existe dans le mélange en quantité plus considérable.

La graduation directe de l'instrument est obtenue par M. Pinchon en se servant de types nombreux d'huiles qu'il s'est procurés, depuis de longues années, aux meilleures sources. La concordance des résultats obtenus pour une même huile, est la preuve qu'elle se présente dans le commerce avec des qualités assez constantes au point de vue de la densité.

Un aréomètre gradué pour l'huile d'olive donne, avec les huiles d'œillette, de sésame, de colza épuré et d'arachide des écarts variant de 3° à 13°. L'aréomètre destiné à l'huile d'arachide donne des indications plus complètes, en ce sens que cette huile, en raison de son prix, ne peut être falsifiée que par des huiles de densité supérieure, et l'écart entre les deux indications devient plus grand.

Voici quelques-uns des résultats obtenus au moyen des instruments de M. Pinchon, avec différentes huiles du commerce.

Entre les températures de 15° à 18°, l'huile d'olive marquant de 15° à 18° à la tige, les autres huiles marquent :

L'huile d'œillette.	5°
— de sésame.	13°
— de colza épurée.	20°,5
— d'arachide.	13°

A la température de 17°,5, un mélange renfermant 1/4 d'huile de colza et 3/4 d'huile d'olive marque 19°. Un mélange de 1/4 d'huile d'arachide et de 3/4 d'huile d'olive à 18° marque 17°.

Quelle que soit la nature des mélanges d'huiles différentes faits de manière à reconstituer approximativement la densité de l'huile d'olive, il n'y a jamais concordance parfaite entre les deux parties de l'instrument, que l'on élève ou que l'on abaisse la température.

Pour l'huile d'olive, on obtient un écart de 1° en lui ajoutant :

10 à 13 pour 100 d'huile de sésame.
6,5 à 7,5 pour 100 d'huile de coton.
6 à 7 pour 100 d'huile d'œillette.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour l'huile de colza, le même écart de 1° est obtenu par l'addition de :

6 pour 100 d'huile de coton.
3,5 pour 100 d'huile de lin.
2 pour 100 d'huile de résine.

Ici la fraude se fait toujours dans des proportions suffisantes pour donner un vrai bénéfice, en général de 25 à 50 pour 100, et, dans ce cas, les indications de l'instrument donnent des écarts en rapport avec l'importance de l'addition de l'huile étrangère.

Il y a plus; les huiles commerciales possèdent des densités différentes, comme l'indique le tableau suivant :

Huile de suif, résidu de fabrication de bougies : saponification calcaire	0,903
Huile de suif, résidu de fabrication de bougies : distillation	0,897
— de colza	0,914
— de navette	0,915
— de pied de bœuf	0,916
— d'olive, extra, 1er choix, vierge, très-figeable	0,914 à 0,915
— d'olive ordinaire, la plus répandue dans le commerce	0,916
— d'arachide, extraite sur le continent de graines d'Afrique	0,917
— d'amandes douces	0,918
— d'abricots	0,918
— de faînes	0,920
— de sésame	0,921
— de coton, blanche	0,922
— de pavot-œillette	0,925
— de chenevis	0,926
— de coton, brune	0,928
— de lin	0,932
— de ricin	0,964

Le sens dans lequel se produira l'écart à la tige pour une huile donnée, permettra donc de reconnaître immédiatement si l'huile ajoutée précède ou suit l'huile essayée dans l'ordre des densités, et indiquera les huiles que l'analyse aurait surtout à rechercher ultérieurement d'une manière plus spéciale. Ce renseignement fondé sur les densités sera d'autant plus complet, que l'huile soumise à l'essai sera plus rapprochée, par sa nature, des huiles dont les densités sont placées aux limites du tableau précédent.

M. Pinchon ne propose pas son instrument comme un procédé d'analyse, mais seulement comme un moyen de conditionnement et de comparaison. Il permet, en effet, de se renseigner, à première vue, sur la nature d'une huile,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et de reconnaître si une livraison d'huile est faite conformément à l'échantillon qui a été remis.

L'étude de la falsification des huiles est une question si difficile et si délicate, qu'on ne peut recommander aucun procédé d'analyse comme la résolvant complétement. Mais dans des cas particuliers, l'emploi de certains moyens donne des indications utiles, dont l'industrie peut profiter. Ainsi en ajoutant aux indications données par l'aréomètre thermique, surtout pour l'huile d'olive, celles fournies par le réactif de M. Cailletet, pharmacien, à Charleville(1), on peut arriver à se prononcer sur la pureté d'une huile d'olive avec une certitude presque absolue. Quelques autres huiles peuvent être essayées d'une façon analogue, en choisissant, pour chacune d'elles, un réactif approprié. C'est sous ce rapport que l'instrument de M. Pinchon mérite d'être signalé.

Votre comité des arts économiques vous propose de remercier M. Pinchon de son intéressante communication, et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : V. DE LUYNES, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 11 *juin* 1880.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878.

SUR LES TRAVAUX PUBLICS AUX ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE, PAR M. MALÉZIEUX, INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSÉES (2).

« Messieurs, la collection des dessins et modèles envoyés des États-Unis pour l'Exposition universelle de 1878 ne donne et ne pouvait donner qu'une idée très-imparfaite des travaux publics qui s'exécutent dans ce grand pays. Plus que beaucoup d'autres, cette partie de l'Exposition a besoin de commentaires, et l'on pourrait croire que M. le Ministre de l'agriculture et du commerce l'avait particulièrement en vue lorsque l'arrêté du 10 mars a institué les conférences et les congrès dont le palais du Trocadéro est en ce moment le siège.

(1) Ce réactif s'obtient en faisant dissoudre, dans un flacon bouché, un centimètre cube de mercure dans 100 grammes d'acide azotique à 36° à la température ordinaire.

On mélange, dans des tubes bouchés et divisés, 4 volumes d'huile et 3 volumes du réactif. On agite 6 à 10 secondes et on plonge dans l'eau froide. L'huile d'olive pure est colorée en bleu verdâtre; cette coloration est persistante; elle est altérée ou détruite par la présence d'huiles étrangères.

(2) Conférence faite par l'auteur au Palais du Trocadéro.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« On m'a demandé de remplir ici le rôle d'interprète; je vais le faire de mon mieux.

« Tout d'abord les limites assignées à ces conférences m'obligent à circonscrire mon programme. Dans le cadre des travaux publics, je ne considérerai que les grandes voies de communication, c'est-à-dire les voies navigables et les chemins de fer. Je laisserai de côté l'exploitation, pour ne m'occuper que de la construction.

« En ce qui concerne les voies navigables, je n'aurai rien à dire des canaux; car bien qu'on en projette présentement, on n'en a pas construit depuis longtemps. Je ne m'occuperai conséquemment que de l'amélioration des rivières.

« En ce qui concerne les chemins de fer, je parlerai des ponts de grande ouverture.

§ 1er

Des voies navigables aux États-Unis.

I. — IDÉE GÉNÉRALE DES VOIES EXISTANTES.

« Tout le monde sait que le bassin du Mississipi, compris entre la chaîne des monts Alleghanys et celle des montagnes Rocheuses, constitue environ la moitié des États-Unis;

« Que le versant oriental des Alleghanys ne présente, le long de l'Atlantique, qu'un étroit espace dans lequel la colonisation fut à peu près confinée jusqu'il y a un siècle;

« Et que, du côté opposé, à l'ouest des montagnes Rocheuses, le continent forme un plateau accidenté qui a, sous le 41e parallèle (1), près de 2 000 kilomètres de largeur et plus de 2 000 mètres d'altitude moyenne.

« Jusqu'en 1847, époque de la découverte de l'or en Californie, il n'y avait guère que des pionniers qui se fussent avancés au delà du Mississipi et du Missouri, dans cette prairie qui s'élève en pente douce, sur 800 kilomètres de distance, jusqu'au pied des montagnes Rocheuses. Aujourd'hui l'on peut dire que le centre de gravité de Union américaine se trouve sur le Mississipi, entre Saint-Louis et Chicago. C'est là que sont groupés les États producteurs de grains par excellence. Le problème fondamental des voies de communication pourrait presque se résumer d'un mot : relier Chicago avec le littoral de l'Atlantique, d'où l'on exporte vers l'Europe les produits qui ne sont pas consommés sur place.

« A ce problème se rattachent les trois grandes lignes navigables des États-Unis, savoir :

« 1° La ligne de Chicago à Montréal par les lacs et le Saint-Laurent;

« 2° La ligne qui, arrivée à l'extrémité orientale du lac Érié, emprunte le canal Érié, puis l'Hudson jusqu'à New-York ;

(1) Celui de New-York, de Madrid, de Naples, de Constantinople.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« 3° Enfin, le Mississipi, à l'embouchure duquel les navires prennent la mer pour gagner les grands ports de l'Atlantique : Baltimore, Philadelphie, New-York, Boston.

« Je vais entrer dans quelques détails sur chacune de ces lignes, et j'ajouterai quelques mots sur l'affluent le plus intéressant du Mississipi, sur l'Ohio.

1° *La ligne canadienne.*

« Personne n'ignore que les eaux du lac Érié se déversent, par le Niagara, dans le lac Ontario. Il y a longtemps que ces deux lacs sont réunis par un canal navigable, le canal Welland. Il avait été construit pour des navires de 500 tonnes. On est en train de l'agrandir, de manière qu'il livre passage aux navires de 1 000 tonnes qui naviguent sur les lacs.

« Six canaux ou dérivations, dont la longueur varie de 1 200 mètres à 18 kilomètres, ont été, depuis longtemps aussi, construits au droit des rapides du Saint-Laurent, en amont de Montréal. Ces canaux servent à tous les bateaux montants et, à la descente, aux bateaux chargés de céréales ; mais les trains de bois et les bateaux à vapeur descendent par le lit même du fleuve. Il est question de les agrandir comme le canal Welland.

« C'est le gouvernement canadien qui a construit tous ces canaux. Il y a consacré une somme de 100 millions de francs environ. On estime que 90 pour 100 des marchandises transportées par cette voie viennent des États-Unis.

« Au-dessous de Montréal, on s'occupe d'améliorations locales, tendant à rendre le fleuve praticable en toute saison pour les paquebots d'Angleterre.

2° *Le canal Érié.*

« Terminé en 1826, le canal Érié a donné, pendant plus d'un quart de siècle, à New-York une supériorité marquée sur tous les autres ports de l'Atlantique. Mais cet état de choses s'est modifié, depuis une douzaine d'années surtout, par suite de l'établissement des chemins de fer. Ces voies nouvelles ont, dit-on, transporté, en 1876, 83 pour 100 des produits expédiés de l'Ouest, tandis que le canal Érié en transportait 17 pour 100 seulement.

« Ce canal avait été construit d'abord avec un mouillage de $1^{m},22$, pour les bateaux portant 76 tonnes. On l'a bientôt agrandi en doublant les écluses, en portant le mouillage à $2^{m},13$, et le chargement des bateaux à 240 tonnes. Cet agrandissement fit baisser de 50 pour 100, conformément aux prévisions des ingénieurs, le prix des transports.

3° *Le Mississipi.*

« Avant l'établissement des chemins de fer, la Nouvelle-Orléans était, grâce au Mississipi, le New-Yord du Sud.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Ce fleuve est navigable jusqu'à Saint-Paul, sur près de 4 000 kilomètres.

« Mais, de Saint-Paul à Saint-Louis, la navigation est précaire à cause du manque d'eau et des glaces. Le mouillage s'y réduit parfois à 1 mètre. — On a terminé depuis 1870 la rectification des deux seuls rapides que présente cette partie du fleuve, à Keokuk et à Rock-Island : à Keokuk, on a construit un canal latéral ; à Rock-Island, on s'est borné à creuser dans le lit rocheux du fleuve un chenal de 60 mètres de largeur, dont le plafond est à $1^m,22$ en contre-bas de l'étiage.

« De Saint-Louis à la Nouvelle-Orléans, sur une distance de près de 2 000 kilomètres, la navigation n'est que rarement gênée par les glaces ou les basses eaux. Durant les neuf années écoulées de 1868 à 1876, la profondeur d'eau minima a varié *en moyenne* comme l'indique le tableau suivant :

	JOURS.
Moins de $1^m,22$ pendant.	5
Plus de $1^m,22$ et moins de $1^m,83$.	52
Plus de $1^m,83$ et moins de $2^m,44$.	103
Plus de $2^m,44$ et moins de $3^m,05$.	69
Plus de $3^m,05$.	136
	365

« Les navires venant de la mer dépassent rarement la Nouvelle-Orléans. Mais, quel que soit leur tirant d'eau, ils peuvent en tout temps remonter jusqu'à Vicksburg et parfois jusqu'à Memphis, à 1 200 kilomètres de la Nouvelle-Orléans.

« Depuis la Nouvelle-Orléans jusqu'à la pointe amont du delta d'embouchure, sur une longueur de 195 kilomètres, la profondeur d'eau est de 30 mètres environ !

« Les diverses branches entre lesquelles le fleuve se divise présentent toutes, à leur extrémité, une barre sur laquelle le mouillage naturel est inférieur à 5 mètres. Tant que la navigation marchande se fit par des navires de 400 à 500 tonnes, tirant de 3 mètres à $4^m,25$ d'eau, les barres d'embouchure du Mississipi ne constituèrent pas des obstacles sérieux. Mais, depuis un quart de siècle environ, le commerce maritime emploie couramment des navires de 1 000 à 5 000 tonnes, dont le tirant d'eau est de 16 à 23 pieds (de 5 à 7 mètres) : l'expérience a mis hors de doute l'économie qu'ils présentent, surtout pour de longs voyages. Dès lors la Nouvelle-Orléans, comme Nantes, n'a plus guère été qu'un port de cabotage.

« Pendant plusieurs années et jusqu'en 1875, le gouvernement fédéral a dépensé 1 million de francs environ en dragages annuels sur la branche du *sud-ouest :* on obtenait ainsi un chenal de 15 à 20 pieds de profondeur (de $4^m,57$ à $6^m,10$) sur une largeur de 15 à 60 mètres. Mais c'était là un résultat insuffisant et doublement précaire, certaines tempêtes comblant parfois le chenal du jour au lendemain, et les allocations budgétaires pouvant faire défaut (1).

(1) Il est inutile de rappeler qu'on peut trouver les renseignements les plus sûrs et les plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° *La rivière Ohio.*

« L'Ohio baigne, par la partie supérieure de son cours, des régions carbonitères dont la superficie est très-supérieure à ce que possèdent en ce genre la Grande-Bretagne, la France et la Belgique réunies. Pittsburg est le centre du commerce de charbon qui se fait dans la direction de l'ouest et du sud-ouest. On y a embarqué sur l'Ohio, en 1876, environ 2 500 000 tonnes de charbon.

« Il y a 1 550 kilomètres à peu près de Pittsburg à Cairo, embouchure de l'Ohio dans le Mississipi. Beaucoup moins embarrassé par les glaces que le haut Mississipi et le Missouri, l'Ohio est sujet à de plus grandes crues qu'aucun autre des affluents du fleuve : l'eau s'élève à 19 mètres de hauteur au-dessus de l'étiage à Cincinnati. — Les toues de charbon ont besoin d'un mouillage de $1^{m},83$. En amont de Cincinnati, la profondeur descend parfois à 2 ou 3 pieds. En aval, c'est-à-dire sur une distance de 829 kilomètres, des steamers plus ou moins grands peuvent généralement naviguer pendant onze mois de l'année.

« Le canal ou dérivation de Louisville à Portland, construit pour éviter des rapides, est complètement entre les mains du gouvernement depuis 1874. Il lui a coûté 16 500 000 francs. En réduisant de 2 fr. 50 cent. à 50 centimes par tonne le droit de passage, on a rendu un service considérable à la navigation de l'Ohio.

« Le prix de transport des charbons de Pittsburg à Louisville ou à la Nouvelle-Orléans est de 1 à 2 millimes par tonne et par kilomètre. Il n'y a pas de chemin de fer au monde qui puisse transporter à un prix pareil. Aussi l'Ohio est-il la seule voie qui permette d'alimenter de charbon les centres de population établis sur les bords du Mississipi en aval de Saint-Louis, les bateaux à vapeur du fleuve et ceux qui prennent la mer à l'embouchure.

Jonctions projetées.

« Au nombre des jonctions qu'on projette d'opérer entre certaines voies navigables, il y a lieu de remarquer les suivantes :

« 1° Canal à grande section du lac Champlain au Saint-Laurent (Caughnawaga) ;

« 2° De Troy à Oswego (lac Ontario) par le lac Onéida ;

« 3° De la rivière James au Kanawha (ou de Richmond à l'Ohio) ;

« 4° Du Tennessee au Chattahoochee (par Macon) ;

« 5° De Rock-Island à Hennepin.

---

complets sur le Mississipi dans le Rapport de MM. Humphreys et Abbot. Cette œuvre monumentale, imprimée par ordre du Congrès en 1861, a été réimprimée en 1876 avec des additions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II. — DE L'EXÉCUTION DES TRAVAUX.

« On peut améliorer les rivières, au point de vue de la navigation, par des dragages : on approfondit leur lit, on l'élargit, on le débarrasse des écueils; le but poursuivi s'atteint ainsi directement.

« On peut l'atteindre indirectement en rétrécissant le lit par des digues longitudinales qui concentrent les eaux basses.

« En troisième lieu, on peut obtenir une amélioration beaucoup plus radicale en maîtrisant par des barrages le cours des eaux, en diminuant la vitesse en même temps qu'on augmente le mouillage, en transformant enfin la rivière en une série de biefs étagés comme ceux d'un canal.

A. — *Barrages.*

« Les Américains n'ont pas de barrages mobiles, bien qu'ils en aient de fixes et qu'ils disposent de plusieurs rivières canalisées. Mais la question est pour eux à l'ordre du jour; ils viennent étudier ce que nous faisons en France, très-anxieux de savoir comment nos systèmes variés pourront s'appliquer à l'Ohio notamment, à des cours d'eau beaucoup plus larges que nos rivières de France, ou les crues sont beaucoup plus hautes et plus subites, où l'on ne peut enfin compter que sur un personnel très-restreint pour les manœuvres. C'est dans ces conditions plus complexes, plus difficiles, que les ingénieurs américains étudient présentement le problème des barrages mobiles. Nul doute que leur esprit d'invention ne s'y donne carrière et que quelque jour, à quelque nouvelle Exposition internationale, ils ne nous rendent avec usure les enseignements que la France est heureuse de leur fournir aujourd'hui (1).

« Mettant donc les barrages de côté, ne cherchons en Amérique que des engins de dragage et des exemples de chenaux rétrécis par des digues.

B. — *Engins de dragage.*

« *Drague à cuiller.* — Bien qu'il y ait des chaînes à godets aux États-Unis, l'appareil le plus communément employé dans les rivières et les canaux est une drague à *cuiller et à manche dirigé*. On avait inutilement cherché en Europe, à plusieurs époques, à résoudre le problème de la direction de ce manche, qui a jusqu'à 10 et 12 mètres de longueur. Il s'appuie et oscille sur un rouleau, dont l'axe porte une roue reliée par

(1) On vient de commencer un barrage mobile près de Pittsburg, en un point où l'Ohio a 366 mètres de largeur. La passe navigable aura 120 mètres, l'écluse 33m,55 d'ouverture et 183 mètres de longueur entre les portes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un câble avec les deux extrémités du manche : un seul homme le manie aisément. Cet engin, pour lequel les Américains ont une préférence peut-être trop exclusive, pourrait rendre des services en France pour les dragages de sujétion et de précision.

« *Drague à mâchoires.* — La *drague à mâchoires* est un appareil dont l'idée mère appartient encore à l'Europe, mais dont les Américains seuls ont su faire un engin pratique, précis, puissant et commode. Le point délicat était celui-ci : exercer d'en haut, au moyen d'une chaîne, une pression de haut en bas, qui oblige à pénétrer dans le sol et à se rejoindre, en emprisonnant la matière détachée, deux coquilles montées sur une charnière horizontale commune. On a résolu ce problème en faisant tourner, au moyen de la chaîne qu'on tire, un arbre inférieur à axe fixe qui, par deux chaînes de rappel, tire à lui une traverse supérieure ; la descente forcée de cette traverse provoque la fermeture de la caisse demi-cylindrique.

« *Râteaux.* — On emploie, pour l'entretien du haut Mississipi, un râteau qui permet de porter, à très-peu de frais, de 1 mètre à 1^{m},30 environ le mouillage de certains hauts-fonds sablonneux. On s'en trouve si bien que des bateaux ordinaires du commerce demandent parfois à traîner eux-mêmes, en l'attachant à l'arrière, le râteau en question.

« Le bateau excavateur *le général Mac-Alester* est représenté, comme les engins précédents, au palais du Champ-de-Mars (1).

« *Enlèvement de roches sous-marines.* — Une nouvelle méthode a été appliquée à San-Francisco, en 1870, et depuis à New-York, pour l'enlèvement de grandes masses de rocher sous-marin. Voici en quoi elle consiste :

« On commence par établir, sur le sommet de la roche, un batardeau d'enceinte, à l'intérieur duquel, après avoir épuisé, on fore un puits descendant jusqu'au niveau du dérasement projeté. Partant de là, on ouvre des galeries rayonnantes combinées avec des galeries concentriques ou bien des galeries qui se coupent à angle droit, en ménageant des pieds-droits et une croûte d'épaisseur suffisante pour qu'on ne soit pas envahi par les eaux. On excave ainsi toute la masse ; on l'excava si bien à San-Francisco, qu'on finit par substituer des poteaux en bois aux piliers qui avaient été réservés. Finalement on distribue des barils de poudre à l'intérieur, on laisse entrer l'eau, puis, à l'heure de la haute mer, on provoque, à l'aide d'un fil électrique, une explosion générale et simultanée.

« En fixant, dans ce système, le plan de dérasement un peu plus bas que le niveau requis pour le mouillage, on obtient une fouille un peu plus profonde, où les débris

(1) Cet appareil, perfectionné par le major Howell, s'est perdu en mer dans le cours de l'hiver dernier, tandis qu'il se transportait vers l'embouchure de la rivière Sabine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peuvent en partie se loger, ce qui dispense d'un ramassage parfois coûteux.

« Au nombre des procédés de dérochement sous-marin, figure toujours celui qui consiste à forer des trous dans lesquels on loge des cartouches. On y emploie des perforatrices mues par la vapeur et installées sur un échafaudage volant.

« Dans un modèle (non exposé) que m'a montré, il y a quelques semaines, M. Julius H. Striedinger (un des ingénieurs qui ont travaillé, sous la direction du général Newton, au dérochement de Hell-Gate, près New-York), l'échaufaudage n'est pas amarré : il est fixé sur place par quatre pieux à coulisses qui le portent, qu'on fait descendre ou monter à l'aide de crémaillères, et qui peuvent ainsi pénétrer dans le sol. Quand on veut déplacer l'appareil, un ponton spécial s'avance, s'engage entre les pieux, et ceux-ci étant soulevés, supporte l'échafaudage, qu'il peut transporter ailleurs.

« Ce mode d'immobilisation sur place par des pieux, déjà employé dans les dragues à cuiller et à mâchoires, dispense des longues cordes d'amarrage, qui sont souvent si gênantes pour la circulation des bateaux ou navires.

C. — *Digues de rétrécissement : leur emploi pour l'amélioration des embouchures des rivières.*

1° *Rivières tributaires des grands lacs du Nord.*

« Les Américains ont amélioré diverses embouchures de rivières au moyen de digues de rétrécissement. Combiné avec des dragages, ce système a permis de créer une quarantaine de ports à l'embouchure des cours d'eau qui se jettent dans les grands lacs du Nord.

« La barre qui obstruait ces cours d'eau devait être principalement produite, comme à l'embouchure des fleuves de la Baltique, par l'action des vagues sur les matières meubles de la plage. On conçoit donc que l'on ait pu, au moyen de jetées parallèles prolongées jusqu'à une assez grande distance du rivage, soit prévenir pour l'avenir la réformation du cordon littoral, soit arrêter pour un temps plus ou moins long les matières meubles qui se meuvent le long de la côte, comme on l'a fait, depuis 1824, à l'embouchure de l'Oder.

« Voici quelques exemples des approfondissements obtenus sur la barre :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	PROFONDEUR	
	PRIMITIVE.	EN 1875.
	mètres.	mètres.
A Chicago.	0,90	4,57
A Milwankee.	2,13	5,18
A Racine.	0,60	4,27
A Michigan City.	0,30	3,66
A Érié.	0,90	4,57
A Buffalo.	0,20	4,57

2° *Le Mississipi.*

« Une entreprise bien autrement considérable est en cours d'exécution depuis 1875, à savoir l'amélioration de l'embouchure du Mississipi.

« On s'est demandé d'abord si l'on construirait un canal latéral, c'est-à-dire un canal faisant communiquer directement avec la mer la partie profonde du fleuve, ou bien si l'on chercherait à faire disparaître une des barres. Les ingénieurs du gouvernement ont dressé un projet de canal et l'ont présenté, en 1874, comme la seule solution précise et certaine du problème. Ce canal, de 11 kilomètres de longueur, se détachant du fleuve près du fort Saint-Philip, à 60 kilomètres de l'embouchure, se dirigerait vers l'Est en ligne droite et aboutirait au sud de l'île *au Breton*. Mais l'autre solution a trouvé aussitôt des partisans passionnés. On s'est récrié contre l'idée de soumettre aux sujétions d'un canal commandé par une écluse un mouvement commercial tel que celui auquel on s'attend ; on a réclamé le bénéfice d'une voie navigable largement ouverte et praticable en tout temps. Bref, on a dit et écrit sous toutes les formes ce qui fut dit et écrit en France lorsque la même question fut soumise, à propos de l'embouchure du Rhône, à une commission instituée par décision ministérielle du 14 décembre 1843, et que des enquêtes furent ouvertes sur une étude comparative de M. l'ingénieur Surell.

« Dans cette situation, le président des États-Unis a nommé, lui aussi, une commission qui commença par venir visiter en Europe tous les travaux analogues et qui opta, comme on l'avait fait en France en 1852, pour l'amélioration en lit de rivière. Il ne s'agissait pas ici d'une faible somme de 1 500 000 francs, risquée à titre d'expérience, comme celle qui fut dépensée pour le Rhône en vertu du décret du 15 janvier 1852. Le projet d'endiguement que dressa la commission américaine montait beaucoup plus haut. Mais les partisans de ce système, à la tête desquels était M. James B. Eads, de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Saint-Louis (Missouri), offraient de l'exécuter à leurs risques et périls ! Cette offre a été acceptée par le Congrès le 3 mars 1875, et, dès le mois de juin suivant, M. Eads était à l'œuvre.

« Voyons comment se posait la question technique, quels sont les engagements pris de part et d'autre, quels travaux ont été exécutés, quels résultats ont été obtenus jusqu'ici.

« *État des lieux.* — Le Mississipi se ramifie à une vingtaine de kilomètres de la mer ; il se divise en trois passes ou branches qui s'allongent d'une manière continue, tandis que les barres d'embouchure s'avancent au large, par l'effet du dépôt des vases. Le fleuve en charrie annuellement environ 190 millions de mètres cubes ou plus de dix fois l'apport du grand Rhône.

« La branche du Sud, qu'on a choisie pour l'améliorer, n'a guère que 700 pieds (200 mètres) de largeur moyenne. L'épaisseur de sa barre, mesurée suivant l'axe du chenal, entre les deux courbes de $6^m,70$ de profondeur, était de 3 600 mètres au mois de juin 1875 ; sur 800 mètres environ, la profondeur d'eau n'excédait guère $2^m,50$; aussi ce bras du Sud n'était-il que peu ou point fréquenté par la navigation maritime.

« J'ajouterai que, dans l'intervalle de 1838 à 1874, durant une période de trente-cinq ans, la barre s'était avancée d'environ 30 mètres en moyenne par an, tandis que l'avancement annuel était de 90 mètres pour la barre d'embouchure de la branche du Sud-Ouest.

« *Convention.* — M. Eads a été autorisé à exécuter les jetées qu'il croirait propres à provoquer l'ouverture d'un large et profond chenal à travers la barre d'embouchure du bras du Sud. L'intervalle à ménager entre les jetées devait ne pas être inférieur à 700 pieds.

« Le permissionnaire s'est engagé d'abord à obtenir les résultats suivants :

« 1° Dans l'espace de trente mois, à dater du 3 mars 1875, une profondeur d'eau de 20 pieds ($6^m,10$) au moins, cette profondeur étant comptée en contre-bas du niveau moyen que la haute mer présente quand le fleuve est à l'étiage.

« 2° Un approfondissement ultérieur de 2 pieds (61 centimètres) au moins dans le cours de chacune des trois années suivantes, la profondeur totale devant être ainsi portée à 26 pieds ($7^m,93$).

« Si l'une et l'autre de ces conditions ne sont pas remplies, l'autorisation devient nulle et non avenue.

« Dans l'hypothèse contraire, et la partie engagée se poursuivant, M. Eads se fait fort de porter la profondeur d'eau à 30 pieds ($9^m,15$), moyennant quoi le gouvernement s'engage à lui payer : d'une part, une somme de 5 250 000 dollars (26 250 000 francs) pour la valeur des jetées et autres ouvrages qui deviendront la propriété de l'État, d'autre part une somme annuelle de 100 000 dollars pour l'entretien desdits ouvrages, depuis le moment où la profondeur de 20 pieds aura été obtenue jusqu'au jour de la livraison définitive des travaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Les payements seront opérés par à comptes de 500 000 dollars, à mesure que la profondeur minimum atteindra successivemen 20, 22, 24 pieds... sur des largeurs respectives et minima de 200 pieds, puis 250, 300 et 350. Le gouvernement retiendra, à titre de garantie, le dernier million de dollars pendant dix ans et 500 000 dollars pendant dix autres années. D'ailleurs le délai de garantie cesserait de courir, et la subvention annuelle de 100 000 dollars cesserait d'être payée par l'État pendant toute lacune durant laquelle le chenal aurait eu moins de 30 pieds de profondeur ou de 350 pieds (106^{m},75) de largeur.

« Enfin le gouvernement aura la faculté de prendre, à toute époque, livraison des jetées en remettant au concessionnaire la somme retenue pour garantie et le dégageant de toute responsabilité.

« L'acte du Congrès du 3 mars 1875 laisse explicitement à M. Eads liberté pleine et entière en ce qui concerne le tracé des jetées, leur composition et leur mode d'exécution. Mais il stipule que ce seront des ouvrages solides et durables, tels qu'on puisse les maintenir indéfiniment avec une dépense d'entretien raisonnable.

« En aucun cas, l'État ne sera responsable des pertes que M. Eads aura pu subir dans l'exécution de ses travaux.

« *Principe du système.* — Avant de dire ce que ce hardi concessionnaire a fait et obtenu jusqu'ici, il est bon d'indiquer le raisonnement sur lequel repose sa confiance dans le succès.

« Le bras du Sud du Mississipi présente les traits caractérisques des fleuves qui se jettent dans les mers sans marées. Après être demeurée constante sur une quinzaine de kilomètres, sa section transversale change. Les rives que le fleuve se crée à lui-même s'évasent en s'abaissant vers la mer, dans laquelle elles disparaissent, en même temps que le fond se relève par une contre-pente dont l'arête culminante, qui constitue la barre, se trouve à quelques kilomètres de distance.

« Que l'on prolonge artificiellement les rives par deux jetées parallèles, il n'est pas douteux que la barre sera attaquée. Elle se reformera un peu plus loin, comme on l'a constaté pour le Rhône ; mais on n'en aura pas moins profité d'un abaissement momentané. Voilà le point de départ de M. Eads. Si l'on construit, dit-il, rapidement, en quelques années, des jetées de longueur telle que les apports du fleuve se déposent dans les profondeurs de la mer, où se constituera lentement le soubassement sur lequel la barre s'élèvera plus tard, on peut ajourner pour un siècle ou plus cette reformation de l'obstacle ; il s'agit de prendre une avance convenable sur l'allongement naturel du bras : pour un allongement de 30 mètres par an, 1 kilomètre de digue peut donner plus de trente ans d'avance.

« *Application.* — Dès la fin de l'année 1876, la branche du sud du Mississipi se terminait par un chenal artificiel de 300 mètres de largeur, un chenal compris entre deux digues parallèles que l'on a élevées sur toute leur longueur à la fois, jusqu'au delà de la crête de la barre, jusqu'au point où il y avait primitivement 35 pieds d'eau (10^{m},67).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces digues sont analogues à celles de la Hollande, la pierre et le gravier manquant à l'embouchure du Mississipi (1). L'une des deux a 3 650 mètres de longueur et l'autre 2 500.

« On a d'ailleurs aidé à l'affouillement, à l'ameublissement du fond, par de nombreux épis transversaux et par de puissants dragages.

« Si l'on suppose le chenal décomposé en six tronçons de 600 mètres de longueur, l'approfondissement obtenu de juin 1875 à novembre 1876 a été, savoir :

« De $0^m,50$ dans le deuxième tronçon, de $1^m,33$ dans le troisième, de $3^m,35$ dans le quatrième, de $3^m,47$ dans le cinquième, de $3^m,39$ dans le sixième.

« Au 14 novembre 1876, les deux courbes de 20 pieds ($6^m,10$) de profondeur, en deçà et au delà de la barre, s'étaient rejointes. (Il s'agit ici de la profondeur en contrebas de la haute mer moyenne, à l'étiage du fleuve.)

« D'ailleurs, cette profondeur minimum de $6^m,10$ régnant sur une largeur de 60 mètres au moins, M. Eads a touché au mois de janvier 1877 un premier à compte de 2 500 000 francs.

« Le 15 décembre 1877, la profondeur ayant atteint $6^m,70$ sur une largeur de 60 à 80 mètres, M. Eads a touché le deuxième à compte de 2 500 000 francs.

« *État actuel des choses*. — Où en est-on maintenant? M. Eads a-t-il toujours confiance dans le succès? J'ai sous les yeux les trois documents suivants :

« 1° Une pétition adressée le 7 mai 1878 par M. Eads au ministre de la guerre, en vue d'obtenir quelques modifications aux conditions du marché (2);

« 2° Un rapport fourni sur cette demande par deux ingénieurs du gouvernement, constitués en commission spéciale à cet effet;

« 3° Enfin une lettre du ministre, qui soumet l'affaire au Sénat en appuyant les conclusions de la commission.

« M. Eads déclare que la dépense faite pour obtenir les résultats connus a considérablement excédé ses prévisions, et que les intérêts à payer l'épuisent. Il demande qu'on raccourcisse les délais durant lesquels les profondeurs successivement réalisées doivent avoir été maintenues pour donner lieu à un nouveau payement d'acompte. Le commerce a le plus grand intérêt à ce que les travaux se terminent le plus promptement possible. Il y aura également profit pour le trésor public, libéré plus tôt des intérêts qu'il paye au concessionnaire, à raison de 5 pour 100, sur les subventions acquises en principe, mais dont le payement est ajourné.

« D'autre part, M. Eads demande qu'on réduise provisoirement les largeurs minima

---

(1) On peut trouver de plus amples détails sur le mode de construction de ces digues, dans les leçons faites à l'École des ponts et chaussées en 1876-1877, p. 134 des feuilles autographiées.

(2) C'est au ministère de la Guerre que ressortissent les travaux ayant pour but d'améliorer, dans un intérêt général, le régime des rivières.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du chenal pour les approfondissements successivement obtenus, faisant observer que la commission d'ingénieurs qui avait préparé la convention de 1874 s'était abstenue de fixer aucune largeur, et que la stipulation ajoutée d'office sur ce point par la commission législative suppose, entre la profondeur et la largeur du chenal, un rapport qui ne se réalise pas dans la pratique. Ainsi, pour obtenir finalement une largeur de 350 pieds (ou 107 mètres), il faudrait donner au chenal une profondeur supérieure à 30 pieds (9m,15), et ce sont là des dimensions qui dépassent les besoins réels de la navigation.

« M. Eads conclut en demandant :

« 1° Que les progrès de l'approfondissement soient constatés pied par pied ;

« 2° Que les largeurs correspondantes à chaque phase soient modifiées suivant une échelle qu'il indique : qu'au lieu de croître de 250 à 350 pieds, quand la profondeur augmentera de 24 à 30 pieds, la largeur se réduise, au contraire, de 150 à 100 pieds ;

« 3° Enfin que les payements soient échelonnés en sept subventions décroissant concurremment de 750 000 dollars à 250 000, tout en restant dans les limites de la subvention totale. On maintiendrait d'ailleurs à 1 million de dollars la retenue de garantie.

« M. Eads fait enfin valoir, par des considérations d'une incontestable éloquence, les titres qu'il a en équité aux concessions qu'il sollicite.

« Dans le rapport de MM. J. G. Barnard et H. G. Wright, je me borne à relever quelques appréciations techniques sur les travaux exécutés.

« Pour acquérir à un degré convenable le caractère de solidité et de durée que la loi de concession exige, les digues ont besoin d'être élargies et surtout revêtues de pierres. Ce sont là des compléments nécessaires surtout pour les extrémités des jetées, points où les digues s'affaissent par le tassement des matelas et du sous-sol, en même temps que des coups de mer les décapent. La commission de 1874 avait supposé, dans son estimation, que les jetées seraient formées d'enrochements pour 1/3 et de fascines pour 2/3; elle avait prévu l'emploi de plus de 150 000 mètres cubes de pierres. Or, après n'avoir employé de pierres que ce qu'il en fallait pour provoquer l'échouage des matelas, on en a ajouté 15 000 mètres cubes environ, et M. Eads annonce qu'il y en a moitié autant à pied d'œuvre : on est donc encore bien loin du cube prévu.

« Quoi qu'il en soit, la commission est d'avis que les travaux s'exécutent convenablement, que le succès en est probable, et qu'au point où l'on en est, le gouvernement et le pays sont intéressés à ce que ces travaux soient non-seulement continués, mais poussés avec toute l'activité possible.

« La commission reconnaît, d'accord avec le pétitionnaire, qu'un mouillage de 26 pieds (7m,93) est bien suffisant, et que, si l'on a parlé de 30 pieds, c'est pour se donner de la marge. Elle ajoute que, sur les barres du Mississipi, la totalité de la profondeur peut être utilisée comme tirant d'eau effectif. Elle ajoute encore, à titre de renseignements, que les 0,85 des navires du monde entier ne tirent pas plus de 23 pieds (7 mètres);

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'un tirant d'eau de 26 pieds (7m,93) est le maximum requis pour le trafic régulier sur la barre d'entrée de la baie de New-York ; enfin, que le plus grand navire qui ait jamais franchi cette barre ne tirait que 28 pieds (8m,54).

« Ces observations de la commission sont évidemment favorables dans leur ensemble à la pétition de M. Eads. Elle émet néanmoins l'avis que le Congrès seul peut autoriser les modifications demandées en ce qui concerne les largeurs et les termes du versement des subventions.

« Ce travail palpitant d'actualité, rien ne le représente à l'Exposition. Il est pourtant remarquable à plus d'un titre :

« Cette entreprise est l'une des gageures les plus audacieuses qu'ait jamais risquées l'industrie privée ;

« Le résultat dès à présent obtenu dépasse, au point de vue de l'art et en importance matérielle, tous ceux qu'avait jusqu'ici produits le système du rétrécissement du lit des fleuves (1) ;

« Si ce résultat se maintient et se complète sans que les digues soient d'un entretien trop dispendieux, on aura opéré par là une véritable révolution commerciale au profit non-seulement de la Nouvelle-Orléans, mais de tout le bassin du Mississipi.

§ 2.

Chemins de fer. — Constructions. — Ponts de grande ouverture.

« L'ouvrage d'art essentiel des voies de communication terrestres, chemins de fer ou routes, c'est celui qui leur permet de franchir les cours d'eau. En Amérique, c'est à peu près le seul qui mérite de fixer l'attention ; car les grandes tranchées sont rares, les grands remblais le sont encore plus, les souterrains sont peu nombreux et de faible longueur, si l'on excepte le tunnel de 7 kilomètres qui a été construit à Hoosac, aux frais de l'État de Massachusetts, pour raccourcir la distance de Boston à Albany et Buffalo. (Ce tunnel a été livré à la circulation en 1876.)

« Dans la plus grande partie du territoire des États-Unis, les bonnes pierres de construction manquent ; aussi les ponts ne se construisent-ils qu'en bois ou en fer. Les ponts en bois, seuls connus jusque vers 1840, ne sont plus employés aujourd'hui qu'à titre provisoire, ou quand le capital de premier établissement fait défaut. Voilà comment presque tous les ponts intéressants sont en métal.

« Une autre circonstance particulière aux États-Unis, c'est que les cours d'eau, s'ils sont peu nombreux, sont en revanche fort larges. Ils sont d'ailleurs généralement di-

(1) Il y aurait d'ailleurs un rapprochement intéressant à faire ici avec l'endiguement de la Seine maritime.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rigés du Nord au Sud, comme la chaîne des Alleghanys, comme celle des montagnes Rocheuses, comme tous les grands traits physiques du continent américain : ils constituaient ainsi des barrières qui ont arrêté d'abord à l'Ohio, puis au Mississipi et enfin au Missouri, le mouvement d'expansion de la colonisation vers l'Ouest. Le besoin de les franchir s'imposait.

« Une autre difficulté du problème tenait à la nature du lit de ces rivières, dont le fond se compose, dans la plupart des cas, de sable mouvant sur 10, 20, 30 mètres et plus de profondeur. Les difficultés de fondation ont conduit à espacer les points d'appui beaucoup plus qu'on ne le fait généralement en Europe.

« Les ponts métalliques de grande ouverture constituent ainsi un trait véritablement original des travaux publics aux États-Unis. Il y a tel de ces ponts dont la construction a coûté 1 million de dollars, tels autres 2 millions ; le pont de Saint-Louis a coûté bien davantage. D'éminents ingénieurs ne s'occupent que de ponts métalliques ; de puissantes compagnies en ont fait une spécialité à peu près exclusive : la compagnie dite Keystone et celle de Phénixville à Philadelphie, la société dite Américaine à Chicago, la compagnie dite de la Delaware à New-York, celle qui est dirigée par M. Pope à Détroit, la compagnie Watson à Patterson (New-Jersey) et d'autres encore.

Indications numériques.

1° *Travées fixes de ponts à poutres droites :*

	OUVERTURE. — mètres.
En 1862, il n'y avait encore (croyons-nous), aux États-Unis, que deux ponts à grandes travées ; ils étaient l'œuvre de M. Albert Fink ; l'ouverture était de.	61.00
On construisit alors un pont sur la Mornongahéla.	79.30
Et un autre sur l'Ohio à Steubenville.	97.60
En 1869, deux autres ponts sur l'Ohio { à Bellaire.	106 75
{ à Louisville.	122.00
En 1871, sur le Missouri, à Saint-Charles.	91.50
— sur l'Ohio, à Cincinnati.	156.00
— sur l'Hudson, à Poughkeepsie, on en a commencé un qui aura cinq travées de.	160.12

2° *Ponts tournants (en poutres droites à deux volées symétriques) :*

	mètres.
Longueur du tablier { à Chicago.	68.62
{ à Cleveland.	99.12
Sur le Mississipi. . . { à Dubuque. . . . . et à Kansas-City. . . . . }	109.80
— à Keokuk.	118.03
De 1873 à 1875, sur le Missouri, à Atchison.	111.32

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« (Un pont analogue doit être construit dans le port de Marseille. Le projet en a été approuvé le 1er avril 1878 par M. le Ministre des travaux publics. La longueur totale du tablier, y compris une portée de 0m,90 sur chacune des culées, sera de 73m,80.)

3° *Ponts suspendus :*

		mètres.
En	1855. Pont d'aval du Niagara, à double étage.	250.20
	1860. Pont de Pittsburg.	105.00
	— Pont de Wheeling, sur l'Ohio.	308.05
	1867. Pont de Cincinnati, sur l'Ohio.	322.00
	1869. Pont d'Amont du Niagara.	386.44
	1877. Pont de Minneapolis, près de Saint-Anthony (Minnesota). . .	205.90
	— Point-Bridge, sur la Mornongahéla, à Pittsburg	244.00
	— Pont en construction sur la Rivière de l'Est.	493.00

4° *Pont en arc de Saint-Louis :*

Une arche centrale de.	158.60
Deux autres de.	157.07

I. — Superstructure.

« A. *Poutres à grandes mailles articulées.*—Tous les grands ponts à poutres droites continuent de se construire suivant un système beaucoup plus connu aujourd'hui en Europe qu'il ne l'était en 1870. Je me bornerai à rappeler que les éléments caractéristiques peuvent en être groupés dans la formule suivante :

« Une file de poutrelles creuses de 3 à 4 mètres de longueur, réunies souvent par des boîtes en fonte, et une autre file de barres à œils, réunies par des articulations, sont reliées ensemble par des montants ou des tirants diversement combinés, articulés toujours sur la semelle inférieure et quelquefois sur l'autre, de telle sorte que chacun de ces liens ne subisse jamais qu'un seul genre d'effort, tension ou compression, dont le maximum calculé détermine la section transversale qu'on doit donner à chaque pièce.

« Ce travail intégral de l'*âme* des poutres doit conduire à une réduction de poids, et par suite à une économie. Mais ce n'est pas le seul avantage qui apparaisse *à priori*. On peut en reconnaître d'autres dans le peu de prise qu'offre à l'oxydation le métal ramassé suivant la direction même des efforts, dans la facilité qu'on a d'accéder à tous les organes pour les visiter et les repeindre en temps utile, dans la commodité du transport de ces pièces, qui n'ont isolément que peu de longueur, dans le peu de surface qu'offrent à l'action du vent de grandes mailles qui, d'ailleurs, ne retiennent pas la neige sur le tablier du pont.

« En fait, l'usage persistant du système aux États-Unis prouve péremptoirement qu'il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a conservé toute sa valeur aux yeux des Américains. Les ponts en treillis rivés ne s'emploient que dans une mesure très-restreinte. Ils semblent constituer une spécialité pour une maison établie à Rochester (État de New-York), la compagnie Leighton.

« Le mérite comparatif des deux systèmes, que différencie essentiellement le mode d'assemblage des pièces, est difficile à apprécier à défaut de renseignements bien comparables sur le poids du métal employé et sur la dépense de main-d'œuvre, tant à l'atelier que pour le montage. Mais c'est une autre considération qui nous éloigne principalement, en France, de l'emploi des assemblages par articulation. Tandis que le fer et l'acier qu'on emploie en Amérique pour les ponts sont toujours de qualité supérieure, il s'en faut de beaucoup que les usines d'Europe, où l'on construit des ponts en pièces rivées, regardent comme aussi nécessaire un choix rigoureux des fers qu'elles mettent en œuvre. Puis ces usines n'ont pas l'outillage spécial qui permet aux Américains de fabriquer économiquement et sûrement des pièces dont les échantillons sont limités à un petit nombre de types. Cet outillage spécial, nos usines pourraient l'acquérir; mais elles s'en abstiennent parce qu'elles n'en auraient pas l'emploi.

« B. *Ponts suspendus.* — Les ponts suspendus, imaginés en Amérique vers la fin du siècle dernier, y ont été repris et perfectionnés depuis trente ans.

« Par une combinaison rationnelle des câbles de suspension avec des poutres longitudinales et des haubans qui rattachent le tablier aux supports du pont, par l'inclinaison donnée au plan des câbles et l'addition d'amarres extérieures, enfin par des perfectionnements introduits dans la fabrication et le mode d'attache des câbles en fils de fer, les Américains sont arrivés à faire des ponts, plus dispendieux sans doute, mais parfaitement solides, et qui ont résolu des problèmes inabordables par tout autre système.

« Depuis 1870, on a construit un grand pont suspendu à Pittsburg, et l'on a continué celui qui était commencé à New-York.

« *Point-Bridge.*—Le premier, construit en deux ans (1873-1875), porte un tramway à double voie et deux trottoirs latéraux. Le tablier a $10^{m},37$ de largeur d'axe en axe des garde-corps.

« La longueur de la travée principale, d'axe en axe des piles, est, comme je l'ai déjà indiqué, de 244 mètres. La hauteur du passage laissé libre au-dessus de l'étiage est de $24^{m},40$.

« Les chaînes de suspension ne sont pas formées de fils de fer, comme dans les ponts de M. Rœbling. Elles sont formées de barres de $6^{m},25$ de longueur, juxtaposées et assemblées par leurs extrémités avec les barres suivantes par un goujon ou charnière de 15 centimètres de diamètre.

« Le moyen employé pour donner au pont une grande rigidité consiste surtout en ce que les chaînes sont reliées au tablier par des montants non susceptibles de fléchir, tandis que, d'autre part, chaque demi-chaîne forme comme la semelle inférieure d'une poutre ou ferme inclinée dont la semelle supérieure descend en ligne droite du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sommet de la tour au milieu du tablier. Des montants et des liens diagonaux, tous articulés, relient une semelle de la ferme à l'autre. La semelle supérieure, formée de fers en cuvette et de fers plats, présente une section rectangulaire de 56 centimètres de largeur sur 33 centimètres de hauteur. L'intervalle des deux semelles est de $6^{m},71$ au milieu. On ne met d'ailleurs en service ces armatures supérieures que lorsque le tablier est entièrement construit et pèse de tout son poids sur les chaînes demeurées libres jusque-là.

« *Pont de la rivière de l'Est.* — Les deux piles et les culées de ce pont ont été terminées en 1873 ; mais la continuation des travaux a subi de longs retards par suite de difficultés financières. Les villes de New-York et de Brooklyn se sont subtituées, pour cette entreprise, à la compagnie primitive.

« La superstructure est en cours de montage. On peut voir à l'Exposition un échantillon de câbles principaux. Formé de 6 000 fils d'acier fondu et galvanisé, il présente un diamètre de $0^{m},45$ environ. Sa résistance à la rupture est évaluée à 10 tonnes.

II. — Fondations.

« Les fondations à l'air comprimé, imaginées en 1841 en France par M. Triger et appliquées dix ans plus tard à la reconstruction du pont de Rochester, ont été introduites en Amérique dès l'année 1855. Elles y ont été notamment appliquées, sur une échelle inconnue en Europe, au deux grands ponts de Saint-Louis et de New-York.

« On remarque, entre autres innovations :

« 1° La vaste superficie des caissons (elle a été portée à 16 ares au pont de New-York);

« 2° La substitution du bois massif à la tôle pour le caisson dans ce même pont de New-York, où l'épaisseur du plafond atteint 7 mètres ;

« 3° L'emploi de l'engin, dit *pompe à sable*, au pont de Saint-Louis ;

« 4° La grande profondeur ($33^{m},70$) à laquelle on a travaillé sous l'eau dans ce même pont ;

« 5° Enfin et surtout l'immobilisation de l'*écluse à air* au bas des puits.

« Attaquées sur une grande échelle dès la fin de 1869, les fondations de l'une des piles du pont de Saint-Louis étaient très-avancées quand je les visitai au mois de septembre 1870. Je fus très-frappé de voir que les écluses à air, au lieu d'être installées au-dessus du niveau de l'eau et déplacées à mesure qu'il fallait allonger par le haut les puits d'accès de la chambre de travail, étaient établies à demeure dans cette chambre même. On descendait donc dans l'air ordinaire par un puits central, ou plutôt par une large cage de 3 mètres de diamètre, dans laquelle était établi un escalier tournant qui fut, en dernier lieu, remplacé par un ascenseur ; on descendait ainsi jusqu'à 2 mètres en contre-bas du plafond du caisson ; là on passait de plain-pied, par une porte, dans un sas à air de 2 mètres de diamètre. Une fois l'équilibre de pression établi, et la porte

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

extérieure s'ouvrant, on n'avait plus qu'à sauter par terre d'une hauteur de 80 centimètres environ. Or, dans un air aussi fortement comprimé, il fallut finalement réduire à moins d'une heure la durée des relais de travail. Quel avantage de n'avoir pas à en déduire le temps nécessaire pour descendre et remonter sur une hauteur équivalente à dix étages d'une maison parisienne ! Quel soulagement pour des ouvriers généralement accablés de fatigue et ruisselants de sueur à la fin de leur tâche ! Quelle commodité pour la transmission des ordres, pour l'introduction des outils, pour les communications de toute espèce ! D'ailleurs on diminuait ainsi l'espace qu'il faut, malgré les fuites, tenir plein d'air comprimé ; et la partie du puits qui est en dehors de la chambre de travail n'avait plus besoin d'être construite en forte tôle : il suffisait qu'elle fût mise, par une chemise extérieure en tôle ou, bien plus économiquement, par un cuvelage intérieur en douves de sapin (comme M. Eads le fit à dater de 1870), à l'abri des eaux qui peuvent s'infiltrer à travers les maçonneries.

« La publicité donnée en 1873 au compte rendu des travaux du pont de Saint-Louis a eu pour résultat d'en provoquer une autre et de faire connaître que, dans la construction d'une culée du pont de Collonges, sur le Rhône, une écluse à air avait été, comme au pont de Saint-Louis, placée à demeure dans la chambre de travail. Cette idée avait été élaborée de concert, en 1869, par M. Masson, entrepreneur des travaux, et M. Sadi Carnot, ingénieur des ponts et chaussées. Elle avait été réalisée au printemps de 1870 sous une profondeur d'eau effective de 8 mètres environ. Ce travail figure du reste aujourd'hui dans la section française de l'Exposition, dans le pavillon du Ministère des travaux publics.

« La mémoire de M. Masson n'aura rien perdu à la simultanéité d'exécution des ponts de Collonges et de Saint-Louis. Quant à M. Sadi Carnot, il doit être doublement heureux de l'importance qu'a prise en Amérique l'innovation à laquelle il avait concouru, — innovation portée peut-être en temps utile, par quelque brise intelligente, des rives du Rhône à celles du Mississipi.

Conclusion.

« Parmi les faits qui viennent d'être exposés, on peut, à titre de conclusion sommaire, retenir les suivants :

« Les Américains ont prouvé que l'on peut construire couramment des ponts de 100 mètres et plus d'ouverture. Dans les pays où le besoin ne s'en fait pas sentir au même degré, on doit du moins conclure de cet exemple qu'il faut y regarder à deux fois avant de laisser construire des ponts susceptibles de gêner la navigation ou d'entraver l'écoulement des grandes eaux.

« Pour les ponts métalliques, on peut s'en tenir, — au moins dans l'état des habitudes prises, — aux poutres à treillis rivés, et laisser aux Américains ces poutres articulées à grandes mailles dont ils ont pourtant tiré un si grand parti. Mais tous les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pays du monde peuvent emprunter à l'Amérique des enseignements utiles sur l'art des fondations à l'air comprimé.

« Dans ce pays, où la construction des chemins de fer touche à sa fin, le gouvernement et l'opinion publique reviennent, à quarante ans d'intervalle, aux voies navigables. On s'y préoccupe aujourd'hui, non pas de créer de grandes lignes là où il n'en existe pas, mais d'améliorer ou de compléter celles qui existent. Quand le trafic ne manque pas, une bonne ligne navigable transporte à bien meilleur prix qu'un bon chemin de fer ; c'est le contrepoids naturel de l'omnipotence des voies ferrées et le régulateur le plus efficace des tarifs pour les matières lourdes et encombrantes.

« Le gouvernement fédéral fait étudier dans cette intention, avec beaucoup de soin et d'ensemble, les améliorations que comporte le réseau de la navigation intérieure. Il exécute lui-même les travaux dont la dépense peut être évaluée avec exactitude et dont le résultat est certain. Mais il laisse aux intérêts locaux et à l'industrie privée l'initiative et la responsabilité des aventures telles que celle qui s'accomplit présentement à l'embouchure du Mississipi. Le gouvernement s'abstenant ici, tandis que M. Eads et ses associés marchent de l'avant, chacun est dans son rôle. On ne peut qu'approuver la réserve gouvernementale. Mais peut-on s'empêcher d'admirer quelque peu M. Eads prenant, pour ainsi dire, corps à corps la barre d'embouchure du Mississipi et donnant de ces grands coups d'épée qui rappellent ceux des preux de Charlemagne !

« Souhaitons pour lui que les parties extrêmes de ses jetées ne soient ni emportées par les tempêtes, ni englouties dans le sol mouvant qui les porte ; — que les bois tendres de ses fascinages s'empâtent de vase avant d'avoir été dévorés par le *teredo navalis ;* — enfin que la barre, à peu près mise en fuite pour le moment, ne réapparaisse pas avant le temps prévu par son intrépide adversaire.

« Quel que soit le résultat définitif de cette gigantesque expérience d'hydraulique fluviale, elle a droit, ce me semble, à l'attention sympathique des ingénieurs réunis, à l'occasion de l'Exposition universelle, dans une préoccupation commune des progrès que leur art comportera toujours. »

SUR LES MOTEURS A GAZ A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878, PAR M. ARMENGAUD JEUNE, INGÉNIEUR CIVIL (1).

Préambule.

« L'attention de la plupart des personnes qui ont bien voulu venir m'écouter a sans

---

(1) Conférence faite par l'auteur au palais du Trocadéro.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doute été attirée, à l'Exposition, par la vue de certaines machines qui, par l'aspect de leur structure et de leurs mouvements, rappellent les machines à vapeur. Mais si vous vous approchez de ces machines, vous reconnaissez que cette similitude est toute apparente, vous constatez que leur marche est accompagnée d'une série de petites détonations et, en les regardant de plus près, vous remarquez sur le côté un appendice percé d'une ouverture à travers laquelle brille une flamme qui semble donner la vie aux organes de ces machines. Ces machines sont des moteurs à gaz. C'est en effet le gaz, le même qui sert à nous éclairer aujourd'hui, et non pas la vapeur, qui y engendre la force motrice.

« Dans cette conférence, je me propose de vous présenter quelques explications sur la disposition et le fonctionnement de ces moteurs, de comparer entre eux les divers systèmes qui figurent au Champ-de-Mars, et de vous faire entrevoir l'avenir qui peut être réservé à ces machines, si les inventeurs et les constructeurs qui s'en occupent continuent de marcher dans la voie du progrès attesté par l'Exposition.

« Messieurs, le programme que je viens de vous tracer peut paraître, au premier abord, dénué de l'intérêt capable de captiver l'attention d'un auditoire non exclusivement composé d'ingénieurs ; mais je m'efforcerai d'atténuer cette aridité en réduisant le plus possible le côté technique et, sans sortir du cadre de mon sujet, en traitant la question à un point de vue plus général, et partant, je l'espère, plus intéressant pour cette réunion.

« L'accomplissement de cette tâche me sera facilité par cette circonstance très-heureuse que, dans le fonctionnement d'un moteur à gaz, on trouve résumées les plus belles applications de la science.

Définition du moteur à gaz.

« Définissons d'abord le moteur à gaz. Cet appareil emprunte à la machine à vapeur son organisme essentiel, le cylindre qui reçoit le fluide gazeux, le piston qui transmet, par la bielle et la manivelle, la pression de ce fluide à l'arbre moteur, enfin, le volant qui régularise le mouvement et la poulie qui le transmet par une courroie à l'outil qu'il s'agit de faire travailler.

« J'ai dit le fluide gazeux et non le gaz, parce que c'est un mélange d'air et de gaz qui alimente le moteur. Ce mélange est établi dans les proportions qui le rendent capable de faire explosion, lorsqu'il est amené au contact d'un corps en ignition, par exemple de la petite flamme que j'ai mentionnée tout-à-l'heure. Le gaz brûle, et les produits de la combustion violemment dilatés chassent le piston et développent ainsi la force motrice.

« Permettez-moi de m'arrêter un instant sur le phénomène de la combustion, qui joue, vous le voyez, un rôle important dans le fonctionnement du moteur à gaz, et qui comporte l'examen d'une des questions les plus importantes de la chimie. Il n'y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a pas longtemps, Messieurs, que l'on peut se rendre compte de ce qui se passe quand un corps brûle. Bien que le feu soit un des quatre éléments de la science antique, bien qu'il soit à la fois le plus utile auxiliaire et le plus dangereux ennemi que la nature ait donné à l'homme, un siècle à peine nous sépare de la remarquable découverte de Lavoisier, qui, le premier, analysa et expliqua le phénomène de la combustion.

« Il en a été de même de bien d'autres faits, dont l'explication nous paraît aujourd'hui si facile à comprendre.

Découvertes sur la nature physique de l'air.

« Ainsi, il faut remonter à deux cents ans pour trouver la preuve que l'air existe comme matière, et que c'est un corps pesant. On n'arrive pas du premier coup à cette simple constatation. Il faut d'abord que Galilée, en 1630, observe que l'eau ne peut s'élever, par une pompe, au delà de 10 mètres. Il en conclut l'existence de la pression atmosphérique, que Torricelli, en 1643, apprécie par le poids d'une colonne de mercure de 76 centimètres équivalente à la colonne d'eau de 10 mètres. Il invente ainsi le baromètre. Blaise Pascal, en 1647, utilise ce nouvel instrument pour mesurer les variations de la pression de l'atmosphère, en montant au sommet de la tour Saint-Jacques.

« Les variations de la pression atmosphérique suivant l'altitude furent observées, l'année suivante, sur de plus grandes hauteurs, par Périer, beau-frère de Pascal, dans l'ascension du Puy de Dôme.

« Mais jusque-là on a seulement une vague conception de la pesanteur de l'air, et, pour la vérifier, il faut attendre jusqu'à l'année 1657, où Boyle, en se servant de la pompe pneumatique d'Otto de Guerick, arrive à faire le vide dans une bouteille en verre, et compare son poids sur une balance avec celui d'une autre bouteille restée pleine d'air.

« Voilà donc l'existence physique de l'air constatée ; mais la composition chimique reste encore ignorée jusqu'à l'année 1775, dans laquelle, presque simultanément, Priestley en Angleterre, Scheele en Suède et Lavoisier en France découvrent l'oxygène. L'autre élément de l'air, l'azote, est trouvé quelque temps après. Ces deux gaz composent l'air qui nous entoure dans la proportion d'une partie d'oxygène contre quatre parties d'azote.

« Lavoisier démontre que, de ces deux éléments, un seul joue un rôle dans la combustion.

« Quand un corps brûle, nous savons maintenant que c'est parce qu'il se combine avec l'oxygène de l'air ; si c'est du charbon, il se forme de l'acide carbonique.

« En résumé, la combustion n'est pas autre chose qu'une combinaison chimique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette combinaison, qui a pour effet de détruire un travail moléculaire, engendre de la chaleur, et celle-ci, étant concentrée sur un point, y développe un échauffement qui va jusqu'à l'incandescence et produit la lumière. Le plus souvent, en effet, la combustion se traduit par des effets lumineux.

Historique du gaz tiré de la houille.

« L'aperçu historique que je viens d'esquisser au sujet de l'air, il ne serait peut-être pas inutile de le faire à l'égard du gaz, qui constitue l'autre partie du fluide actif du moteur à gaz. Ceux d'entre vous qui ont suivi la conférence si intéressante de M. Arson, l'ingénieur éminent de la Compagnie parisienne du gaz, ont entendu un récit complet des progrès qui ont été faits successivement dans l'industrie du gaz.

« Je me bornerai à exposer les faits principaux.

« Tout le monde sait que le gaz est un produit de la distillation de la houille; sa composition est assez complexe : il renferme de l'hydrogène pur, de l'oxyde de carborne et surtout de l'hydrogène bicarboné et de l'hydrogène protocarboné, composés d'hydrogène et de carbone. L'hydrogène est, avec l'oxygène, un des éléments de la composition de l'eau, découverte par Cavendish, en 1781.

« On peut tirer les éléments d'un gaz combustible d'une infinité de corps. Les sources naturelles de pétrole, qui sont connues depuis longtemps en Perse et dans l'Inde, et que l'on a trouvées en abondance en Amérique, laissent dégager des vapeurs qui brûlent au contact de l'air. En remontant aux temps les plus reculés, on trouve signalées dans les récits persans ces effluves gazeuses qui s'élevaient enflammées de véritables lacs, et provoquaient l'admiration ou l'effroi chez les populations. Cette forme du feu avait ses prêtres et ses adorateurs.

« Ce n'est qu'à une époque peu éloignée de la nôtre qu'apparaissent les premières indications relatives à l'existence d'un gaz dans la houille.

« En 1659, Thomas Schirley, en visitant un puits du Lancashire, avait remarqué qu'il s'en dégageait des vapeurs pouvant s'enflammer au contact d'une chandelle allumée. Quelques années après, en 1664, le docteur Clayton observa un fait semblable à la surface d'une mine de houille. Le premier, il eut l'idée de soumettre le charbon de cette mine à la distillation ; il reconnut ainsi que la houille se décomposait par la chaleur et fournissait une substance liquide noirâtre qui n'est autre que le goudron, et un gaz qu'il ne put parvenir à condenser ; il appela ce gaz esprit de houille. Vous savez que c'est du nom d'*esprit* que les alchimistes désignaient alors toutes les vapeurs ou tous les gaz extraits par la chaleur d'un corps liquide ou solide, esprit de vin, esprit de bois, etc.

« Jusqu'à cette époque, on n'était en possession que de faits isolés. C'est à un Français, Philippe Lebon, que revient l'honneur d'avoir généralisé la question et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'avoir posé les principes de la distillation du bois et de la houille, en vue d'en tirer un gaz propre à l'éclairage.

« En 1799, il inventa la thermolampe, qui est le premier en date des appareils d'éclairage au gaz.

« Il n'eut pas le temps, hélas! de tirer parti de ses travaux ni même de les compléter : car il mourut de mort violente en 1804, assassiné par des mains inconnues, aux Champs-Elysées, à Paris, où il était venu pour assister au sacre de l'empereur.

« La thermolampe de Lebon fut reprise par Windsor, qui l'exploita de 1812 à 1815. Mis en rapport avec Murdoch et Clegg, qui venaient de trouver les moyens d'épurer le gaz, il introduisit ce mode d'éclairage à Paris, en 1817.

« La première application en fut faite par Pauwels, au passage des Panoramas. Plusieurs compagnies se formèrent ensuite dans la capitale, et c'est de leur fusion, qui a eu lieu en 1855, qu'est sortie la Compagnie parisienne.

« Comme vous le voyez par l'enchaînement laborieux des découvertes relatives à l'air et au gaz, la nature résiste à livrer ses secrets, et il faut le concours de beaucoup d'hommes de génie pour les lui arracher.

Analyse du phénomène de la combustion du gaz.

« Maintenant que j'ai donné en quelque sorte la physionomie des deux parties constitutives du mélange détonant, je vais pouvoir entrer plus avant dans l'explication de la combustion du gaz proprement dit. Brûler le gaz, c'est combiner ses éléments avec l'oxygène, c'est-à-dire transformer le carbone en acide carbonique et l'hydrogène en eau. Cette transformation n'est complète qu'à la condition de fournir au gaz la quantité d'oxygène nécessaire, c'est-à-dire de lui adjoindre sept fois son volume d'air.

« Or, cette combustion peut s'opérer de deux façons, à l'air libre ou dans un espace fermé.

« C'est dans le premier cas que se trouvent les becs de gaz ou les brûleurs des foyers métallurgiques. Le gaz et l'air arrivent séparément, et par petites quantités à la fois, au point où ils doivent se combiner, l'inflammation a lieu successivement sans occasionner aucun bruit sensible.

« Au contraire, si les deux éléments sont mélangés à l'avance, et si ce mélange est renfermé dans un espace clos, alors l'inflammation se porte sur toute la masse à la fois et détermine une violente rupture de l'enveloppe, accompagnée d'une forte détonation.

« Tel est le cas des explosions auxquelles donne lieu le gaz d'éclairage, quand par mégarde on a laissé un bec ouvert dans une salle fermée. Le gaz, plus léger que l'air, se répand dans cet espace qui lui est offert et forme avec l'air un mélange qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut détoner au contact de la flamme d'une bougie, dès qu'il a atteint la proportion de 1 partie de gaz pour 20 parties d'air.

« La flamme n'est pas nécessaire pour amener un mélange détonant, on peut employer l'étincelle électrique. Mais il importe toutefois de déterminer en un point un échauffement très intense. C'est pourquoi on ne peut allumer le gaz avec une allumette dont la flamme s'est éteinte, en laissant même une partie incandescente.

« Les effets de l'explosion du gaz s'expliquent, comme ceux de la poudre, par l'accroissement énorme de volume que les gaz tendent à prendre instantanément au moment de l'inflammation, ce qui a pour conséquence d'augmenter subitement la pression que les gaz exercent sur les parois.

« Dans le cas du mélange gazeux par excellence, c'est-à-dire composé de 7 parties d'air pour une de gaz, la combustion développe une quantité de chaleur qui a été mesurée, et qui est de 10 180 calories par kilogramme ou de 6 000 calories par mètre cube de gaz employé. C'est cette chaleur qui se communique immédiatement aux produits gazeux de la combustion et élève leur température à près de 2 700 degrés. Or, on sait que tout gaz se dilate par la chaleur, et Gay-Lussac a démontré que cette augmentation de volume se produit proportionnellement à la température multipliée par un coefficient, dit de dilatation, qui est à peu près le même pour tous les gaz, et que lui et Regnault ont évalué à 1/273. Un échauffement à une température de 273 degrés doublera donc le volume du gaz, et celui de 2 700 degrés le portera à 10 fois le volume primitif.

Tension produite par l'explosion dans le cylindre du moteur à gaz.

« Lorsque l'on introduit dans le cylindre du moteur à gaz, et à la pression de l'atmosphère, un mélange moyen composé de 12 parties d'air pour une de gaz, la température, au moment de l'explosion, n'atteint plus que 1 400 degrés environ ; la tension s'élève seulement à 6 atmosphères. C'est donc comme si l'on avait admis dans le cylindre un fluide à une pression initiale de 6 atmosphères. De même que la vapeur, la masse gazeuse, après l'explosion, se détend en poussant le piston. Telle est la cause du travail développé dans le moteur à gaz.

Parallèle entre les moteurs à gaz et les moteurs à vapeur.

« Comme on le voit, les moteurs à gaz ont beaucoup de points de rapprochement avec les autres moteurs, à vapeur, à air chaud, etc. Dans les uns comme dans les autres, c'est l'explosion d'un fluide gazeux qui est la cause du mouvement et du travail mécanique engendré. Quelle que soit la nature du fluide, c'est sa force élastique qui est employée pour déplacer un piston lié à la résistance à vaincre. Ce fluide n'est, en effet, qu'un agent intermédiaire qui emporte de la chaleur avec lui, mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui en perd pendant le transport une certaine quantité. C'est cette quantité de chaleur disparue qui, d'après le principe fondamental de la nouvelle théorie mécanique de la chaleur, se convertit en travail extérieur, en force motrice. Cette assimilation du mouvement et de la chaleur est une des plus belles conceptions de la science moderne.

« Il ressort de là que, si l'on veut comparer dans leur principe dynamique les divers genres de moteurs que nous connaissons, une des différences essentielles réside dans la manière dont la chaleur est communiquée au corps intermédiaire.

« Dans les machines à vapeur, la chaleur est tenue d'opérer la transformation préalable de l'eau en vapeur, puis d'augmenter la tension de cette vapeur. Cette vaporisation s'opère en dehors du cylindre, c'est-à-dire dans une chaudière à part, et assez longtemps avant l'action du fluide sur le piston. Pour les moteurs à air, l'échauffement qui dilate l'air est produit dans un foyer spécial également indépendant du cylindre.

« Tout autre est cette communication de la chaleur dans les moteurs à gaz. Vous venez de voir, en effet, qu'ici la chaleur est développée dans l'intérieur même du cylindre, et au sein de la masse gazeuse qui doit fournir le fluide moteur. Bien plus, elle n'est produite qu'au moment où ce fluide doit entrer en action. Il n'y a donc pas d'emmagasinement de chaleur, pas de transport de celle-ci, par conséquent aucune déperdition résultant de ces deux états de la chaleur.

« On comprend les avantages qui découlent de ce mode de production et d'utilisation immédiate de la chaleur. Tandis que la machine à vapeur, pour être mise en marche, exige un temps considérable, près d'une heure, pour l'allumage du foyer et la vaporisation de l'eau dans la chaudière, avec le moteur à gaz il suffit de tourner un robinet, qui ouvre l'accès du gaz, qui le ferme dès que l'on veut mettre la machine au repos.

« *Le moteur à gaz ne dépense que quand il travaille.* Telle est la raison de la préférence incontestable que l'on doit accorder à ces machines dans les opérations industrielles, où un travail intermittent, comme cela arrive, par exemple, dans les imprimeries, ne saurait s'accommoder de la mise en train longue et dispendieuse d'une machine à vapeur.

Il est difficile de réaliser l'emploi du gaz mélangé comme source de force motrice.

« Mais autant est simple la conception de l'emploi du mélange détonant comme source de force motrice, autant sont complexes les conditions de sa réalisation pratique. En effet, la chaleur développée par l'inflammation du mélange, au moyen d'un bec de gaz ou d'une étincelle électrique dans l'ancienne machine Lenoir, se transmet trop vite à l'air en excès dans le mélange et aux produits de la combustion, de telle sorte que ce n'est pas une expansion graduelle que l'on obtient comme avec la vapeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou l'air chaud, mais bien une explosion soudaine dont on ne peut qu'atténuer la violence par l'augmentation d'un matelas d'air. De là, des effets brusques peu compatibles avec l'allure régulière que doit avoir une machine.

« D'autre part, la chaleur tend à s'échapper de la masse aussi rapidement qu'elle y avait pris naissance, et elle passe en grande partie dans les parois : il en résulte un échauffement du cylindre, difficile à éviter, même avec les enveloppes à circulation d'eau.

« Ainsi, la chaleur, produite par l'explosion du mélange dans le moteur à gaz, a deux manières de disparaître : lorsqu'elle échauffe le cylindre en rayonnant vers les corps environnants, elle est perdue pour la force motrice; si elle se maintient, au contraire, dans la masse gazeuse, elle en produit l'expansion, et peut s'y dépenser en créant du travail. De ces deux tendances, l'une nuisible, l'autre utile, il faut combattre la première et développer la seconde. Pour retenir la chaleur dans la masse gazeuse, il faut la faire travailler le plus vite possible dans le cylindre ; de là cette conclusion, que les moteurs à gaz doivent être des machines à grande vitesse.

« Une autre déperdition qu'il faut éviter est celle qui résulte de la chaleur que les produits de la combustion détiennent encore à leur sortie du cylindre, et emportent en pure perte dans l'air où la conduit le tuyau d'échappement.

« Enfin, avant de songer à bien utiliser la chaleur pour créer la force expansive, la première préoccupation à avoir est d'engendrer toute la chaleur qu'est capable de développer le gaz combustible. Ce but n'est atteint que si l'on réalise la combustion parfaite du gaz, résultat qui est lié au mode d'inflammation du mélange.

« Telles sont les conditions auxquelles en principe doit satisfaire le genre de moteur considéré, pour fournir un bon rendement du gaz en force motrice. Nous examinerons tout à l'heure comment ces conditions se trouvent remplies dans les nouveaux moteurs à gaz qui figurent à l'Exposition.

« Avant d'aborder cet examen, je crois utile de jeter un coup d'œil rétrospectif sur les tentatives antérieures les plus marquées dont cette question a été l'objet.

Historique du moteur à gaz.

« Comme pour toutes les grandes inventions, celle de la machine à vapeur par exemple, plusieurs pays se disputent la gloire de compter le créateur du premier moteur à gaz.

« Un historique très-complet, et qui a le mérite d'être impartial, a été donné de cette invention par M. H. Tresca, l'éminent savant doublé de l'ingénieur qui a bien voulu me faire l'honneur de présider cette séance. J'ai puisé dans cette notice, ainsi que dans celle de M. Gaudry, une partie des indications qui vont suivre.

« Je n'ai pas l'intention de vous développer l'historique complet de cette découverte. Il me suffira d'en signaler les faits les plus saillants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« L'application de la poudre à feu a précédé celle du gaz comme celle de la vapeur. Avant de songer à l'emploi de la vapeur, Papin commença par construire une machine à poudre à canon, en mettant à profit les idées déjà émises sur cette question par Huygens en 1678, et par Hautefeuille en 1680. Dans la machine que décrit Papin en 1688, et qui comporte un piston et une soupape, il ne cherche pas à utiliser d'une manière directe l'expansion des gaz, mais seulement le vide, qui est la suite inévitable de cette expansion. C'est sur le même principe qu'il construit plus tard sa première machine à vapeur.

« John Barber, en 1791, semble le premier qui se soit proposé la production de la puissance motrice par l'inflammation de l'hydrogène ou autre gaz inflammable. Mais sa machine fonctionne, sans l'action d'un piston, par la vitesse du jet continu de feu qui s'échappe d'un vase où se produit l'explosion.

« Viennent ensuite les systèmes de Thomas Mead et Robert Street en 1794, qui emploient, l'un les gaz provenant de la combustion d'un corps sur un foyer, l'autre, l'huile de pétrole, de térébenthine ou autre liquide volatil, qu'il fait tomber sur le fond d'un cylindre.

« De même que pour l'invention du gaz, c'est à Philippe Lebon que doit être attribuée la gloire d'avoir posé les principes de la construction et du fonctionnement de la machine à gaz.

« Ce qu'il y a de plus remarquable dans la machine que décrit Lebon dans son brevet de 1799, c'est qu'il emploie deux pompes pour refouler l'air et le gaz inflammable dans le cylindre, ce qui implique l'idée d'avoir le mélange à un certain état de compression avant l'explosion, idée qui est la base du perfectionnement le plus saillant que nous rencontrerons tout à l'heure dans les moteurs de l'Exposition ; Lebon prévoit aussi l'inflammation du mélange par l'électricité, méthode adoptée dans la machine Lenoir.

« Pour abréger cet historique, je citerai, sans m'y arrêter, les essais de Rivaz en 1807, de Samuel Brown en 1823, de Talbot en 1840. Le brevet pris la même année par MM. Demiohelis et Monnier signale, pour la première fois, l'emploi du gaz courant. Jusqu'alors, le gaz employé était produit dans un appareil dépendant de la machine. Dans certains brevets, on trouve aussi indiquée à la place du gaz de houille la vapeur inflammable de pétrole ou autre liquide volatil. D'autres inventeurs proposent l'emploi de l'air carburé par son passage à travers un hydrocarbure, benzine, essence de térébenthine, pétrole ou autre.

« En passant sous silence les noms de beaucoup d'autres chercheurs, je citerai ceux de Degrand et Hugon en 1858 et celui de Lenoir en 1859. A MM. Hugon et Lenoir revient incontestablement l'honneur d'avoir mis au jour les premières machines à gaz qui aient fonctionné industriellement. Les systèmes Lenoir et Hugon étaient connus et jouissaient de tout leur éclat en 1867. Plusieurs spécimens de la machine Hugon figurent à l'Exposition actuelle dans la galerie des machines françaises. Je

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'aurai donc pas à décrire en détail les dispositions ingénieuses de ces machines. Il me suffira de rappeler que ces systèmes utilisent directement l'action de l'expansion ; la machine est à double effet, le piston à chaque coup aspire d'un côté le mélange qui s'enflamme au milieu de la course et refoule de l'autre côté les produits de l'explosion.

« Les différences essentielles entre les deux systèmes résident dans la distribution et surtout dans le mode d'inflammation. Cette inflammation a lieu chez Hugon par la flamme d'un bec de gaz, et dans le système Lenoir par une étincelle électrique provenant d'une bobine d'induction de Rumhkorff alimentée par une pile de Bunsen.

« La machine Hugon se distingue par l'adjonction de poches ou soufflets destinés à doser les quantités d'air et de gaz à introduire dans le cylindre. Mais il ne paraît pas que ce dosage précis ait conduit à une meilleure utilisation du gaz que dans la machine Lenoir. Le chiffre de la consommation du gaz dans les deux systèmes, en effet, a toujours été supérieur à 2 mètres cubes et demi.

« A la suite de ces systèmes est venu le moteur à pression atmosphérique de MM. Otto et Langen de Cologne. Tandis que les machines Hugon et Lenoir sont horizontales, celle d'Otto et Langen affecte la forme verticale. Le principe de son action est aussi assez différent, en ce sens que ce n'est qu'indirectement qu'elle utilise la force de l'expansion.

« En effet, le piston n'est mis en relation que d'une manière intermittente avec l'arbre moteur ; sa tige est une crémaillère qui engrène, à la descente seulement, avec un pignon relié audit arbre par un embrayage à friction.

« Dans sa course ascensionnelle, le piston entièrement libre est lancé à la manière d'un projectile dans une arme à feu, par la force explosive du mélange introduit à la base du cylindre. La masse gazeuse se détend, et alors qu'elle arrive à la pression atmosphérique, le piston continue sa course en vertu de la vitesse acquise. Il s'arrête seulement lorsqu'il est parvenu à une hauteur telle, que le travail résistant de la pression atmosphérique et celui de son poids ont absorbé sa force vive. Le refroidissement intérieur a condensé la vapeur d'eau dans le mélange et contracté les gaz ; il en résulte une raréfaction ou vide partiel sous le piston, et celui-ci descend poussé par la pression atmosphérique à laquelle s'ajoute son propre poids.

« Dans ce mouvement descensionnel, le piston est lié solidairement à l'arbre moteur, et lui transmet ainsi la force sous l'action de laquelle il se meut de haut en bas.

« Cette manière d'employer indirectement l'explosion du gaz a donné un excellent résultat au point de vue de la diminution de la dépense du gaz, qui s'est abaissée à 1 mètre cube par force de cheval et par heure, au lieu de 2 mètres 700 litres qu'elle était dans les systèmes Hugon et Lenoir. Mais cet avantage est détruit par le bruit insupportable que font les machines Otto et Langen, et qui a été la cause principale de leur abandon. L'étude théorique de ce système a été faite par l'ingénieur italien Claude Segré, et M. Schmitz, l'habile ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a analysé d'une manière très-complète les conditions du fonctionnement pratique (1).

« De l'ensemble des faits que révèle l'examen de cette série presque innombrable de tentatives se dégage cette remarque importante : c'est que toutes les idées rationnelles sur la manière d'employer les mélanges détonants pour engendrer une force motrice se réduisent à deux, savoir :

« Ou la force de l'explosion est appliquée directement pour pousser un piston, lié d'une manière constante à la résistance à vaincre ; c'est le principe des systèmes dont le moteur Hugon ou celui de Lenoir est le type ;

« Ou bien l'explosion agissant sur un piston libre sert à créer derrière celui-ci une raréfaction ou vide partiel, en vertu duquel la pression atmosphérique agit au retour pour développer le travail effectif ; c'est le principe de la machine Otto et Langen.

« Quelquefois, les deux principes auxquels je viens de ramener tous les genres de machines à gaz ont été combinés dans une même machine ; c'est le gaz de la machine de Gilles, dont un spécimen figure dans la section anglaise. On peut donc ranger dans trois classes les nombreuses variétés de machines à gaz.

« C'est à la première qu'appartiennent les moteurs perfectionnés que nous offre l'Exposition, et dont je vais maintenant vous entretenir :

« Ces systèmes sont les suivants :

« 1° Le moteur de M. Otto, de Cologne, construit en France par la Compagnie parisienne du gaz, et par MM. Périn, Panhard et Cie, constructeurs ;

« 2° La machine exposée par M. Louis Simon, de Nottingham ;

« Et 3°, le moteur de M. de Bisschop, construit par MM. Mignon et Rouart.

« Dans le moteur Hugon, dont, je l'ai dit, plusieurs spécimens figurent à l'Exposition, comme dans le moteur Lenoir, le mélange d'air et de gaz est admis dans le cylindre à la pression de l'atmosphère, et il possède cette tension au moment où, après admission pendant la moitié de la course environ, l'inflammation vient déterminer l'explosion. Or, dans les systèmes Otto et Simon, le mélange détonant est comprimé à l'avance, et c'est sous pression qu'a lieu l'inflammation. La tension initiale résultant de l'explosion s'élève donc à 12 atmosphères, c'est-à-dire au double de celle dans les moteurs Hugon et Lenoir. En outre, cette inflammation est graduelle, et produit une explosion non pas soudaine et brusque, mais progressive.

« Ainsi :

« Compression préalable du mélange détonant ;

« Inflammation graduelle de ce mélange :

« Telles sont les idées nouvelles que l'on trouve appliquées dans les systèmes Otto et Simon.

« Examinons maintenant comment cette application est réalisée dans l'un et dans l'autre.

(1) Nous avons publié le moteur Otto et Langen dans le *Bulletin* de 1874, 3e série, t. I, p. 167, et le moteur Lenoir dans le *Bulletin* de 1861, 2e série, t. VIII, p. 577.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Système Otto.

« La machine de M. Otto présente dans sa construction un grand nombre de mécanismes et dispositifs ingénieux, dont l'analyse exigerait de longs développements qui sortiraient du cadre du sujet actuel. Il suffira de donner une description sommaire de la disposition d'ensemble de la machine.

« Le moteur Otto ressemble extérieurement à une machine à vapeur à simple effet. Il se compose d'un cylindre unique horizontal, ouvert à un bout et fermé à l'autre par une culasse évidée intérieurement en forme de cône. Dans ce cylindre, fonctionne un piston, en connexion par bielle et manivelle avec un arbre sur lequel est calé un fort volant. Derrière le fond du cylindre est situé l'appareil de distribution, qui comporte un tiroir actionné par une transmission prise sur l'arbre moteur. Le piston à fond de course laisse, entre lui et le fond du cylindre, un espace qui est la chambre de compression ; celle-ci, dans le type ordinaire, a une capacité qui est les 2/3 du volume engendré par le piston, soit les 2/5 de la capacité totale du cylindre.

« Le cylindre fait à la fois office de pompe de compression et de cylindre moteur. Et ce n'est pas là une des moindres particularités par lesquelles se distingue le nouveau système.

« La période complète du fonctionnement du moteur Otto s'accomplit en deux révolutions de l'arbre moteur ou quatre coups de piston. Elle comprend donc les quatre phases suivantes :

« 1° Le piston s'avance et aspire le mélange de gaz et d'air ;

« 2° Le tiroir ayant fermé l'admission, le piston revient en arrière et comprime le mélange admis. Dans l'exemple cité, celui-ci se trouve réduit aux 2/5 du volume primitif et amené à une pression un peu plus que doublée, c'est-à-dire supérieure à deux atmosphères ;

« 3° Au moment où le piston arrive à fin de course, un filet de gaz allumé enflamme le mélange comprimé. L'expansion a lieu en vertu de la chaleur développée, et le piston avance, poussé par la pression des gaz dilatés : c'est la phase active ;

« 4° Enfin, le piston recule de nouveau, chassant devant lui les produits de la combustion détendus et refroidis, lesquels s'échappent dans l'atmosphère.

« Ainsi, sur quatre coups de piston consécutifs, un seul, celui de la détente, transmet à l'arbre une force motrice ; le second, qui fait la compression, en consomme ; les deux autres, correspondant à l'aspiration et au refoulement, sont sans effet appréciable au point de vue du travail. Cette inégalité périodique des efforts moteurs et résistants justifie la grande masse donnée au volant. C'est la force vive qui y est accumulée qui fournit le travail de la compression. La régularisation de la machine se fait par un régulateur d'une disposition spéciale qui intercepte l'arrivée du gaz et, par conséquent, suspend l'inflammation quand la vitesse dépasse la vitesse normale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'ailleurs, la marche du moteur est presque silencieuse, avantage précieux sur l'ancien système Otto et Langen. La vitesse est de 180 tours par minute.

« Le travail moteur effectif recueilli est la différence du travail de la détente et du travail de la compression. L'examen de la courbe des pressions dans le diagramme du travail relevé à l'indicateur montre combien la variation des pressions se produit régulièrement, progressivement, sans les soubresauts et les saccades qui avaient lieu dans le moteur Lenoir.

« La décroissance régulière des pressions dans le système Otto est due au ralentissement relatif que l'inventeur apporte à la combustion du mélange, et qui se trouve ainsi mieux proportionnée à la vitesse du piston moteur. De cette façon, la chaleur, au lieu de naître spontanément, se développe en quelque sorte au fur et à mesure qu'elle peut être absorbée par l'expansion de la masse gazeuse. On réduit donc ainsi la déperdition de la chaleur, et par suite, on évite ce refroidissement rapide qui amène brusquement la chute de la pression, comme on le constate dans le cas du moteur Lenoir.

« Comment M. Otto réalise-t-il cette combustion lente ou plutôt retardée ? — Tout simplement par la manière de composer la masse gazeuse soumise à l'inflammation. Dans son cylindre, il introduit, non pas un mélange détonant unique, homogène, mais bien successivement deux mélanges de compositions différentes. A cet effet, la disposition des lumières du tiroir est combinée de manière à admettre d'abord un mélange formé de 15 parties d'air pour une partie de gaz, c'est ce que M. Otto appelle le mélange *faiblement explosif ;* puis un second mélange formé de 7 parties d'air pour une partie de gaz, ce qu'il appelle le mélange *fortement explosif*.

« Les fluides gazeux qui composent la masse, ceux qui sont comburants comme l'oxygène de l'air, ceux qui sont combustibles ou inflammables comme l'hydrogène pur et les hydrogènes carbonés du gaz, et enfin ceux qui sont inertes comme l'azote de l'air et les résidus de la combustion précédente, se trouvent distribués, non pas uniformément dans la capacité du cylindre, mais bien suivant un ordre décroissant d'inflammabilité. Les parties les plus inflammables sont près du point d'allumage, celles qui le sont le moins avoisinent le piston ; les tranches perpendiculaires de la masse sont de moins en moins explosives à partir du fond du cylindre. Il résulte de là qu'au moment de l'allumage, ce sont les molécules situées près du tiroir qui s'enflamment d'abord, puis l'inflammation se communique aux molécules suivantes, et ainsi de proche en proche jusqu'à celles qui touchent le piston. Cette combustion, à *durée prolongée*, comme celle qu'on cherche à réaliser pour la déflagration de la poudre, engendre une chaleur qui, au lieu d'être produite tout d'un coup, se développe graduellement et, par suite, dilate progressivement les gaz. Il n'y a donc pas de tension subite comme celle qui résulte d'une explosion instantanée, mais bien une expansion régulière qui exerce sur le piston une pression continue et sans choc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces effets sont attestés nettement par la courbe du diagramme qui a été mentionné précédemment.

« Cependant, l'état particulier de composition et de compression où se trouve la masse gazeuse avant l'explosion, se prête moins bien à une bonne inflammation que dans le cas où l'on a un mélange homogène et à la pression atmosphérique, pression qui est celle du bec d'allumage. Pour surmonter cette difficulté, M. Otto a renfermé le mélange fortement explosif dans un logement cylindrique ménagé dans l'épaisseur même du fond du cylindre. Dès qu'il se trouve en contact avec le bec allumeur, ce mélange forme une forte flamme qui, sortant avec impétuosité du petit logement, traverse la capacité du cylindre et provoque sur son parcours l'inflammation de la masse gazeuse.

« Telles sont les circonstances dans lesquelles s'effectue l'explosion dans le moteur Otto. On voit qu'elles satisfont aux conditions théoriques qui ont été indiquées au début. La bonne utilisation de chaleur qui en découle est justifiée par sa faible déperdition. Ainsi, l'expérience démontre que l'eau consommée par le refroidissement du cylindre est de 35 litres (dont la température s'élève de 10 à 85 degrés) par cheval et par heure. Cela fait 2 520 calories. En divisant par 6 000, on a la perte de chaleur, soit 42 p. 100. Pour la machine Lenoir, le rapport de la chaleur perdue à la chaleur totale atteint 0,85, d'après une des expériences de M. Tresca.

« L'idée de la compression est empruntée aux moteurs à air chaud; elle a été appliquée, on le sait, par Erickson et Franchot. Dans ces machines, elle a un double avantage : d'abord, de diminuer la température à laquelle l'air doit être porté, et par suite, l'échauffement, si nuisible pour les machines, et ensuite de réduire notablement, pour des forces à peu près égales, le volume du cylindre moteur, et, par suite, les dimensions générales de la machine.

« Mais si la compression préalable est éminemment avantageuse au point de vue pratique, on peut se demander s'il en est de même au point de vue du rendement. En d'autres termes, y a-t-il oui ou non avantage à comprimer, et dans quelle mesure cette compression influe-t-elle sur le travail qu'est capable de produire une même masse gazeuse?

« Le calcul montre que, contrairement à ce que l'on pouvait prévoir, la compression, dans les mêmes conditions, c'est-à-dire pour la même quantité de gaz employé, diminue théoriquement, et, dans un rapport assez notable, le rendement en force motrice. Mais cette différence est de beaucoup compensée par la meilleure utilisation de la chaleur dans le moteur Otto. En tenant compte de la déperdition mesurée par l'échauffement de l'eau, on a un coefficient qui modifie la valeur du travail calculé, et l'on reconnaît que finalement le rendement dans le moteur Otto doit être près de trois fois supérieur à celui des moteurs Lenoir et Hugon. Il n'y a donc rien de surprenant à ce qu'au lieu de dépenser 2 700 litres par force de cheval et par heure,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le moteur Otto puisse arriver à dépenser seulement un mètre cube, et peut-être moins, si l'on construit ce système pour les grandes forces (1).

Moteur L. Simon.

« Ce système repose sur les mêmes principes que le précédent, mais les réalise dans des conditions notablement différentes. La compression du mélange se fait dans un cylindre séparé. L'air et le gaz, après y avoir été comprimés, sont envoyés dans le cylindre moteur. A leur arrivée dans ce dernier, ils se trouvent en contact avec un bec de gaz qui brûle d'une manière constante, qui les enflamme et les oblige à se dilater et à pousser le piston en produisant de la force motrice. Les deux cylindres sont verticaux de préférence, et les tiges de leurs pistons sont reliées par des bielles à un arbre horizontal commun.

« L'entrée du mélange dans le cylindre et l'échappement des produits de la combustion se font par des clapets actionnés par des cames fixées sur l'arbre moteur.

« Dans ce système, le mélange gazeux, au lieu d'être introduit tout d'un coup dans le cylindre comme dans le système Otto, y arrive successivement et en petites charges, qui s'y enflamment les unes après les autres et déterminent une expansion vraiment graduelle.

« La chaleur, développée par petites quantités à la fois, s'emploie aussitôt pour la détente. Aussi, y a-t-il peu de déperdition de calorique. Une très-petite quantité d'eau suffit pour empêcher l'échauffement des cylindres, qui restent froids, quand la machine a travaillé toute la journée.

« La tension très-régulière, presque sans choc, avec laquelle agissent les gaz, est attestée par le diagramme qui a été relevé à l'indicateur sur la machine de l'Exposition.

« On constate qu'au début il y a une variation un peu brusque de la pression, par suite de l'ouverture immédiate du clapet d'admission. Puis la force élastique reste presque constante, le cylindre fonctionnant pour ainsi dire à pleine pression. Ensuite, la pression descend jusqu'à la pression atmosphérique au moment de l'ouverture du clapet d'échappement. La surface de cette courbe est relativement grande, et comme d'autre part il y a peu de perte de chaleur, on s'explique le rendement que peut avoir ce moteur, dont, d'après M. Simon, la dépense serait de moins d'un mètre cube de gaz par cheval et par heure.

« Un des caractères distinctifs de ce système réside dans la manière dont M. Simon a combiné l'action de la vapeur d'eau avec celle du mélange gazeux.

« Pour tirer partie de la chaleur excessive qui règne dans le cylindre, on avait bien eu l'idée auparavant, et M. Hugon l'un des premiers, de lancer de l'eau dans le cylindre. Mais, outre que cette addition est difficile à régler, l'état liquide de ce

(1) Le *Bulletin* a également publié le moteur Otto; voy. 3e série, t. VI, 1879, p. 459.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nouvel auxiliaire ne concordait pas avec l'état gazeux du mélange ; il le refroidit trop vite. Ces inconvénients sont évités par M. Simon, en introduisant dans le cylindre de la vapeur déjà amenée à un certain état de tension dans une chaudière chauffée par les gaz de l'échappement. L'eau qui alimente la chaudière a d'abord circulé autour du cylindre pour le rafraîchir. Par cette disposition, on utilise donc et la chaleur qui se perd par les parois et celle qui est entraînée à l'échappement. Enfin, la détente de la vapeur dans le cylindre absorbe utilement une partie de la chaleur qui se dégage en excès au moment de l'explosion.

« Grâce à cette adjonction, M. Simon déclare avoir augmenté considérablement le rendement de son système et avoir réduit la dépense du gaz au-dessous de celle du moteur Otto.

« Un autre avantage de la vapeur est de servir de lubrifiant en remplacement de l'huile.

Moteur de Bisschop.

« Ce système appartient à la classe des moteurs à gaz qui utilisent l'explosion à l'ascension du piston. Le cylindre est vertical, et le piston qui s'y meut est relié à l'arbre moteur au moyen d'une transmission par bielle en retour. Grâce à cette disposition très-ingénieuse, M. de Bisschop peut donner à la course du piston la longueur nécessaire pour que la détente s'effectue aussi complètement que possible. Mais l'avantage qu'y trouve surtout M. de Bisschop, et cela avec raison, est la vitesse très-grande que peut prendre ainsi le piston, et qui est mieux en rapport avec la rapidité de l'explosion.

« Comme autre particularité de ce système, il convient de signaler la suppression de l'eau pour le refroidissement, lequel est obtenu par des surfaces rayonnantes, représentant cinq fois la surface extérieure du cylindre.

« Les machines de Bisschop n'ont été, au moins jusqu'à présent, construites que pour de petites forces, en particulier pour actionner des machines à coudre. Elles fonctionnent avec une dépense qui est, à Paris et par heure, de 10 centimes pour le type de 1/15 de cheval et de 25 centimes pour le type de 1/2 cheval.

« Les dispositions particulières de ce moteur ont été étudiées tout spécialement pour le mettre entre les mains du public, afin que la question de la petite force motrice fût réalisée industriellement.

« On peut résumer ainsi ses avantages :

« 1° Il n'emploie pas d'eau ;

« 2° Il présente une grande stabilité sans exiger de fondations ; les pièces principales, le piston et le tiroir, sont équilibrées ;

« 3° Il utilise, aussi complètement que possible, la force de l'explosion par la grande course donnée au piston ;

« 4° Enfin, le choc est amorti par l'emploi du matelas d'air laissé à fond de course au-dessous du piston.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« M. de Bisschop recommande de chauffer le moteur à l'aide d'une petite prise de gaz spéciale, quelques minutes avant la mise en marche. Le motif en est que, ne graissant pas le cylindre, le métal serait attaqué par l'eau que forme la combustion, et qui est acide. Ce chauffage a pour but de réduire cette eau en vapeur, et de faciliter ainsi son expulsion de la machine.

Moteur Ravel.

« Je terminerai en disant quelques mots de ce moteur, qui malheureusement n'a pu être installé à l'Exposition dans des conditions qui lui permettent de fonctionner.

« Dans ce système, qui est dénommé par l'auteur *moteur à centre de gravité variable*, la force explosive du mélange détonant est employée pour élever un piston pesant dans un cylindre. Le cylindre est muni de deux tourillons qui tournent sur des paliers, et qui, prolongés, constituent l'axe moteur.

« Une chambre d'explosion ménagée aux extrémités du cylindre ou indépendante reçoit le mélange détonant, qui s'y enflamme au contact d'un bec de gaz et pousse le piston de bas en haut. Le poids de celui-ci, agissant à l'extrémité du cylindre comme bras de levier, entraîne ce cylindre dans sa chute à la manière d'un pendule. Mais dès que ce dernier est au point le plus bas, une nouvelle explosion fait remonter le piston pesant à l'extrémité supérieure. Le cylindre, qui a continué son oscillation, reçoit ainsi une nouvelle impulsion, dépasse le point supérieur et accomplit une succession de révolutions, dont la vitesse est réglée par l'effort résistant opposé au poids du piston.

« L'examen qui a été fait de la première machine d'essai construite d'après ce système, ne permet pas de porter un jugement définitif sur le mérite de ce mode d'emploi des mélanges détonants.

« Cependant, en principe, rien ne s'oppose à ce que ce système soit aussi économique, si ce n'est plus, que ceux qui ont été précédemment cités : car la force explosible, agissant sur un piston libre, à déplacement rapide, est utilisée suivant une des conditions que prescrit la théorie pour une bonne utilisation de la chaleur développée.

CONCLUSION.

« Ayant ainsi passé en revue les moteurs à gaz perfectionnés qui figurent à l'Exposition, si nous revenons en arrière et si nous mesurons l'étendue du chemin parcouru dans cette question depuis 1867, nous constatons que de sérieux progrès ont été accomplis.

« Le grand pas fait vers la perfection ne résulte pas seulement d'innovations plus ou moins ingénieuses dans les dispositions mécaniques ; il est dû aussi à une étude plus attentive du rôle de la chaleur dans le jeu de ces machines. D'après l'admirable découverte qui a fondé la thermodynamique, chaleur et mouvement sont les effets

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une même cause; comme on dit, ils sont équivalents. Toute perte de chaleur est donc une perte de travail, et dans le cas des moteurs considérés, la chaleur produite représente la dépense du gaz employé, le coût de la force motrice.

« La dépense est donc liée intimement au mode d'utilisation de la chaleur.

« Cette dépense, dans les moteurs à action directe, a été, comme je l'ai indiqué, considérablement diminuée, puisque de 2 mètres cubes et demi qu'elle était pour le moteur Lenoir, elle est descendue à 1 mètre cube dans le moteur Otto.

« Une réduction de la dépense avait été, il est vrai, obtenue et même poussée plus loin dans le moteur à pression atmosphérique, c'est-à-dire à action indirecte d'Otto et Langen ; mais cet avantage était détruit par l'inconvénient que ce système avait de fonctionner avec des chocs et un bruit intolérable. Ces machines, presque partout abandonnées aujourd'hui, n'ont guère eu de vogue qu'en Allemagne, et cela, au grand étonnement de ceux qui attribuent à nos voisins d'outre-Rhin une oreille plus délicate et plus musicale que la nôtre.

« Ainsi, les systèmes Otto et Simon possèdent une grande supériorité de rendement. Si cet avantage ne se retrouve pas, au moins quant à présent, dans les moteurs de M. de Bisschop, ce système ne mérite pas moins une appréciation favorable pour avoir réalisé, sous une forme commode et éminemment simple, l'application du gaz pour de petites forces aux usages domestiques ou à la petite industrie. Il fournit une solution du problème depuis si longtemps posé de la recherche du petit moteur domestique de la force d'un homme, de 1/15 à 1/5 de cheval-vapeur, question éminemment importante par son côté moralisateur. Quoi de plus naturel, en effet, dans les villes, que d'employer le gaz pour transporter à la fois la force et la lumière à domicile ? En même temps qu'il éclaire l'atelier, le gaz peut actionner les outils qui s'y trouvent, le tour de l'ouvrier, la machine à coudre de la femme. L'homme et sa compagne peuvent rester chez eux près de leurs enfants, et y gagner leur existence par des travaux à façon. Ils ne sont plus obligés de venir chercher la force motrice dans les manufactures, dont le séjour est si nuisible à l'esprit de famille.

« Mais pour que l'emploi du moteur à gaz prenne de l'extension, il est nécessaire que le prix du gaz soit abaissé : car il met à un taux trop élevé les frais provenant de la force motrice. Est-il possible d'admettre que l'on maintienne au même chiffre le gaz d'éclairage et le gaz dit de chauffage que l'on peut utiliser bien mieux dans les moteurs à gaz, et dont le prix de revient doit être moins considérable ? Avec une tonne de houille, on produit environ 300 mètres cubes de gaz ordinaire ; mais si l'on ne tient pas aux propriétés éclairantes, on peut tirer de la tonne de houille le double d'un gaz combustible. Il serait à désirer que les compagnies, dans les villes, fussent en mesure de donner cette satisfaction au public, et sans qu'il soit nécessaire de préciser un moyen, on conçoit la possibilité d'utiliser les mêmes canalisations pour transporter et distribuer une certaine espèce de gaz le jour, et une autre espèce le soir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tout au moins pendant le jour, pourra-t-on faire payer moins cher le gaz employé pour alimenter les moteurs.

« En faisant l'éloge du moteur à gaz et en désirant que son usage se développe le plus possible, ne croyez pas que je prétende que le gaz doive supplanter un jour ou l'autre la vapeur. Il y a place pour tous au soleil. Les moteurs à gaz ont eux-mêmes à lutter avec les petits moteurs à vapeur, avec les moteurs à eau, et, aux uns comme aux autres, on devra préférer les moteurs à air chaud toutes les fois que l'on n'aura à sa disposition ni gaz ni eau.

« De ces deux systèmes, figurent à l'Exposition le moteur américain de Rider et le moteur autrichien de Martin Hock. Lorsqu'on est éloigné d'une ville, on pourrait remplacer le gaz par de l'air carburé au moyen d'un liquide volatil inflammable, tel que l'essence de pétrole.

« Le vœu que j'émettrai en terminant est de ne pas voir s'arrêter la marche du progrès, et de le voir continuer dans cette voie qui consiste à perfectionner les machines en général, de façon à soulager l'homme dans ses travaux matériels et à demander tout de son intelligence et presque rien de sa force musculaire. Bien que nous soyons encore assez éloignés du *desideratum*, une pensée consolante nous réjouit, lorsque, sous ce point de vue, nous comparons notre époque à l'antiquité. Au lieu des écriteaux des marchés qui portaient ces tristes mots ; *Vente d'esclaves*, nous lisons sur les enseignes modernes : *Location de force motrice.* »

« M. Tresca, *président*. Messieurs, il se trouve que, par hasard, je ne suis pas tout à fait incompétent en ce qui concerne les questions qui viennent d'être très bien traitées par M. Armengaud jeune ; je partage, d'une manière générale, ses opinions, et je trouve que les indications qu'il nous a présentées répondent parfaitement à l'historique de la question et à son importance pratique.

« Cependant, je vous demanderai la permission d'appeler, d'une manière un peu plus incisive, votre attention sur deux points des indications qui vous ont été données.

« Si je compte bien, l'ancienne machine Hugon ou Lenoir, dépensant 2 500 litres par heure et par force de cheval, représentait, au taux du gaz à Paris, une dépense totale de 75 centimes par heure, pour obtenir l'équivalent d'un cheval-vapeur, c'est-à-dire pour obtenir, cette heure durant, 75 kilogrammètres par seconde : les deux chiffres sont identiques ; par conséquent, pour obtenir un kilogrammètre par seconde, il fallait dépenser par heure un centime. Et si nous estimons la quantité de travail fournie par un homme tournant une manivelle d'une manière continue à 5 kilomètres, il arrive que la machine dont j'ai parlé fournissait la quantité de travail demandée à un manœuvre à raison de 5 centimes par heure.

« C'était déjà un résultat considérable au point de vue de l'affranchissement du ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nœuvre fournissant un travail manuel. Cette consommation ayant diminué de moitié par suite des dernières dispositions qui ont été adoptées, il arrive ceci : que l'homme-machine se trouve être représenté dans la machine à gaz par une dépense qui n'est plus aujourd'hui que de 2 centimes et demi.

« Il y a là un fait économique de premier ordre, sur lequel il était nécessaire de s'appesantir un instant. Et si maintenant nous examinons les progrès faits sur la machine à gaz depuis l'Exposition de 1867, nous voyons que cette consommation n'a pas beaucoup diminué pour les petites forces. La dépense est à peu près la même aujourd'hui que ce qu'elle était il y a dix ans; mais on a cherché à obtenir le travail moteur d'une manière plus commode, et surtout on a cherché à l'obtenir sans augmentation relative de la dépense sur les machines les plus petites. C'est que, en effet, le problème est là. Il consiste à mettre entre les mains de l'ouvrier le travail moteur qui lui est seulement nécessaire pour le fonctionnement d'une machine à coudre ou de tout autre engin analogue.

« Ce côté du problème est précisément celui qui a été poursuivi par les dispositions dernières indiquées par M. de Bisschop, et je crois, comme M. Armengaud jeune, que, dans cet ordre de considérations, et surtout en cherchant à obtenir des machines de très-petites dimensions, sans augmenter la dépense proportionnelle, il doit y avoir une solution extrêmement intéressante, surtout pour les petites industries.

« Dans les considérations qu'il nous a présentées, M. Armengaud jeune nous a montré la machine à gaz dépendant de la production du gaz courant. Nous étions liés à la production et à la canalisation de ce gaz courant ; mais il aurait peut-être pu ajouter qu'il est très-facile de faire fonctionner la machine à gaz en se mettant à l'abri de cette solidarité. Il suffit en effet de prendre l'air atmosphérique, de le rendre explosible en le mélangeant, dans une certaine proportion, avec des vapeurs combustibles, pour obtenir économiquement un gaz explosible dont le résultat est, à peu de chose près, équivalent à celui qui est obtenu par le gaz courant.

« Je tenais à faire ces observations, car la machine à gaz ainsi modifiée est encore une machine dans laquelle le caloriqne, ou sa transformation en travail, est le mieux utilisé. Et j'ai, pour ma part, une confiance bien plus grande dans l'avenir de la petite machine à gaz avec air combustible, que je n'en ai dans la machine à air qui exige un grand volume et qui ne paraît pas répondre convenablement aux conditions théoriques du problème. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TRAVAUX PUBLICS.

SUR L'ŒUVRE CONÇUE ET EXÉCUTÉE PAR M. BELGRAND POUR LE SERVICE DES EAUX DE PARIS, PAR M. J. BERTRAND (1).

..... En 1754, un écrivain érudit, Bonnamy, historiographe et bibliothécaire de la ville de Paris, en comparant le présent au passé, trouvait le service des eaux irréprochable.

Les fontaines publiques alors et les rares concessions accordées débitaient à peine deux litres par jour pour chaque habitant; des milliers de porteurs d'eau, il est vrai, parcouraient la ville, livrant au premier signe, au prix de deux sols la voie, leur marchandise, souvent puisée dans la Seine; trente mille puits, enfin, fournissaient une eau détestable que, par un préjugé inexplicable, les Parisiens préféraient souvent à toute autre. On a exagéré en nommant un tel temps le temps de la soif; le comble de la misère n'était pas alors de manquer d'eau, mais d'en boire. Pour achever par un dernier trait le tableau d'une extrême détresse, Voltaire nous montre son pauvre diable

Buvant de l'eau dans un vieux pot à bière.

Il n'était pas besoin d'insister alors sur la qualité de cette eau.

Les aqueducs de Belleville et des Prés-Saint-Gervais, imitation amoindrie des aqueducs romains, auraient pu imposer aux fontaines qu'ils alimentaient le nom commun de Maubuée, mauvaise lessive, donné à l'une d'elles. Les échevins, au XVI^e^ siècle, croyaient cette eau préférable à celle de la Seine. Ils se trompaient; elle contient, en réalité, dix fois plus de matières étrangères. L'eau d'Arcueil, agréable à boire, était chargée aussi de sels nuisibles dans plus d'un cas, et l'eau de Seine, la plus pure de toutes, recevait sans être souillée, on l'affirmait de bonne foi, les déjections les plus répugnantes d'une ville de sept cent mille âmes. L'accoutumance rendait cela tolérable, indifférent pour mieux dire; l'eau filtrée était limpide, et on renvoyait les moyens de mieux faire à un autre temps.

Lorsque Deparcieux, membre de l'Académie des sciences, proposa de donner au Parisiens l'eau qui leur manquait, en les sauvant, comme l'a dit Voltaire, de l'opprobre et du ridicule d'entendre toujours crier à l'eau, Parmentier, académicien comme lui, n'en fut pas d'avis : une si grande dépense l'effrayait. Moins sensible au ridicule que Voltaire, le cri des porteurs d'eau n'a rien qui l'humilie ou le choque, et, prenant à la lettre le conseil du sage, il veut qu'on s'abstienne des eaux étrangères. Préoccupé

(1) Extrait de l'éloge historique d'Eugène Belgrand, inspecteur général des ponts et chaussées, par M. J. Bertrand, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

surtout de l'honneur de la Seine, il s'indigne, dans un style prétentieusement familier, qu'on ose diffamer un fleuve qu'il admire et que chacun devrait respecter.

« L'ingratitude, ce vice malheureusement trop commun, écrit Parmentier, n'é-
« pargne pas même les aliments et les boissons. Quoiqu'une longue expérience pro-
« nonce journellement depuis des siècles en faveur de la salubrité des eaux de la
« Seine, quoique cette rivière ait le privilège d'arroser une des plus grandes et des
« plus riantes villes de l'Europe, qu'elle fournisse à ses habitants une eau capable
« d'apaiser agréablement la soif, sans que l'estomac de cette multitude d'hommes qui
« occupent le premier rang dans l'empire des lettres et des sciences en soit incom-
« modé, sans que le teint et la fraîcheur des plus aimables et des plus jolies femmes
« de France éprouve la moindre altération par les usages sans nombre auxquels elles
« l'emploient... cependant, malgré cette foule de privilèges incessants, l'eau de Seine
« n'a pu se dérober aux traits malins de la méchanceté et de la calomnie ; peut-être
« même ceux qu'elle comble tous les jours de ses bienfaits, peut-être ceux qui lui
« sont redevables de leur appétit, de leur embonpoint et de leur constitution vigou-
« reuse, sont-ils aujourd'hui ses plus redoutables ennemis. »

Parmentier prévoit les objections, et y répond d'une étrange sorte :

« Supposez, dit-il, qu'un chien pourri soit jeté à la rivière et qu'on puise de l'eau
« à une très-petite distance de l'animal, comme à trois ou quatre pouces, soit devant,
« soit derrière ou à côté ; eh bien ! il est certain que l'eau n'en sera pas plus mal-
« saine. »

Cette assertion, exacte ou non, ne s'impose pas par son évidence, et Cuvier, dans l'éloge de Parmentier, a montré une bienveillance un peu trop académique en le louant d'avoir rassuré les Parisiens sur la salubrité de l'eau de Seine.

Pour recommander la pomme de terre, il fut heureusement plus persuasif.

Ceux qui, par respect pour la Seine, voulaient croire à la pureté de ses eaux, auraient dû demeurer d'accord sur l'utilité d'y puiser abondamment ; mais ce projet, très-froidement accueilli, soulevait, pourrait-on le croire? une opposition opiniâtre. Deux mécaniciens éminents, les frères Perrier, devançant des besoins qu'alors on n'éprouvait guère, avaient cru faire une œuvre profitable et méritoire en appliquant la machine à vapeur, qu'ils faisaient alors paraître en France pour la première fois, à l'élévation de l'eau de la Seine. Les actions d'une compagnie formée pour la distribuer et la vendre devinrent une occasion d'agiotage et un moyen de jeu ; à un enthousiasme excessif et intéressé, on répondit par d'injustes attaques. Mirabeau se déclara contre la nouvelle entreprise. Il n'entendait rien à la question, a écrit Belgrand, qui la connaissait mieux que personne. Le futur tribun n'en mit pas avec moins de hauteur sa véhémence infatigable et l'autorité de son nom déjà redouté au service de ceux qui, se fiant à la raison, comme il le dit avec une cynique franchise, avaient vendu des actions sans en avoir. Le succès de la compagnie est pour eux une déception et une ruine. Mirabeau affecte de s'en indigner : on ne doit pas songer, suivant lui, à net-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toyer les rues avec de l'eau, car elle irait salir la Seine ; il faut laisser cet office aux balayeurs, et la compagnie n'a rien à faire pour le public. Quant aux particuliers, espérez-vous, dit-il aux frères Perrier, vendre de l'eau à une population qui n'en a que faire ? Quelle illusion ou quel charlatanisme ! Compte-t-on par hasard sur la multitude d'étrangers qui se succèdent à Paris ? Ils n'y viennent pas pour boire de l'eau ! Les objections n'ont rien qui l'embarrasse : si les Anglais et les Hollandais emploient beaucoup d'eau, c'est pour combattre l'humidité. Mirabeau le déclare en ces termes : « Chez eux les dégâts de la malpropreté sont rapides par la fermentation de l'humidité ; de là vient que dans ces pays toutes les classes ont le goût de la propreté : on ne l'a pas en France ! » .... « S'il nous prenait d'ailleurs le goût d'inonder nos maisons, les lavages se feraient avec de l'eau de pluie. »

Tel est le style du pamphlet dont l'enflure cache mal, révèle, pour parler mieux, le regret de Mirabeau aux 100 000 écus perdus par un ami qui le touche de près.

Beaumarchais cependant spéculait à la hausse et mettait son esprit, comme Mirabeau son éloquence, au service de ses intérêts. Dans un style moins élevé, mais plus habile peut-être, il prend en main la défense de la Compagnie en relevant avec ironie l'exagération et l'emphase du pamphlet auquel il répond. Piqué par une attaque, Mirabeau ne gardait aucune mesure. Il laissa sa colère éclater en injures : « De quoi se « mêle, dit-il, le médiocre auteur d'une mauvaise comédie, qui a changé le Théâtre-« Français en tréteaux et la scène comique en école de mauvaises mœurs ? Le style « barbare et l'ignorance profonde sont essentiellement son cachet. »

A cette époque, dont on vante l'exquise politesse, cette façon de discuter n'était pas rare : il est juste d'ajouter qu'elle ne l'a été dans aucun temps. L'utile et loyale entreprise dirigée par les frères Perrier fut lentement ruinée ; les actionnaires regrettèrent leur argent, et les Parisiens attendirent, avec indifférence, il faut l'avouer, l'accomplissement du progrès préparé et promis soixante ans trop tôt.

De nombreux successeurs, moins éloquents que Mirabeau, moins spirituels et moins sensés que Beaumarchais, ont discuté sur les avantages et, qui le croirait ? sur les inconvénients d'accroître l'abondance et la pureté des eaux. Il faudrait, a dit Fontenelle, abolir la mémoire de toutes choses, car il n'y a rien au monde qui ne soit le monument de quelque sottise des hommes.

Le décret n'est pas rendu, profitons-en.

Un membre de l'Institut écrivait, vers le commencement de ce siècle : « Ne peut-on « pas conjecturer que la facilité de se procurer de l'eau dans son domicile multiplie « tellement les bains que leur usage descendra jusqu'à la classe qui pense le moins à « cette délicatesse ? » Bien différent de Belgrand, qui aspirait à nous rendre les thermes antiques, Petit-Radel ajoute : « On a pu remarquer que l'époque où l'usage « des thermes s'introduisit à Rome, fut celle du développement dans son sein du pre-« mier germe de la décadence que le luxe asiatique y avait apporté. »

Vingt ans après, à une époque dont beaucoup d'entre nous peuvent garder sou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

venir, un ingénieur célèbre, Girard, sans redouter d'aussi graves conséquences, déclarait irréalisable la distribution de l'eau dans les maisons; les propriétaires doivent, suivant lui, repousser une telle cause d'humidité et de destruction. « Sur qui compter, « d'ailleurs, pour signaler et réparer les accidents? Sur le portier? Mais, rétribué « d'un faible salaire, il ne remplit déjà qu'imparfaitement la tâche qui lui est confiée. « Il convient beaucoup mieux aux propriétaires que les locataires s'approvisionnent à « la voie et au jour le jour. » Appliquant à l'avenir la statistique du passé, Girard se persuade enfin et ose affirmer qu'après la canalisation complète des rues de Paris, on trouvera dans la ville et les faubourgs treize cent trente abonnés tout au plus. C'est ainsi que la science, qui ne joue aucun rôle dans la prétendue démonstration, a été et sera encore compromise bien souvent, même par de vrais savants. Les promoteurs de l'amélioration du régime des eaux ont aussi plus d'une fois dépassé le but. Un rapport officiel, par exemple, montre dans une eau fraîche et saine, gratuitement offerte à tous, un spécifique contre l'intempérance. Quand on pourra, en effet, préférer l'eau au vin, l'ivrognerie deviendra bien rare.

Lorsque les Parisiens voyaient de leurs yeux les immondices se mêler aux eaux de la Seine, on s'efforçait de leur persuader qu'elles ne la souillaient pas, et que le fleuve, en traversant Paris, retenait, avec son nom, la pureté entière de ses eaux. Girard produisait, pour le démontrer, les analyses comparées de deux litres d'eau puisés, l'un au pont d'Austerlitz, à l'entrée du fleuve dans Paris, l'autre au pont de la Concorde, à sa sortie. Quelques milligrammes d'une substance douteuse chimiquement en faisaient toute la différence, et il la déclarait sans importance, toute répugnance que la chimie n'explique pas étant un préjugé.

Belgrand avait ce préjugé. Les égouts, grâce à lui, ont cessé de verser dans la Seine leur flot continu d'infectes ordures; sans attendre les explications de la chimie, ni consulter la règle des mélanges, il a rejeté leur bouche commune au-dessous de Paris. Cette œuvre d'un détail immense a été conçue par lui et réalisée avec l'économie promise, sans aucun mécompte dans les résultats, sans aucune faute dans l'exécution.

L'eau de Seine, dès lors, devenait digne d'être acceptée, sans répugnance, sur les tables les plus délicates. Que restait-il à faire, sinon de la distribuer avec abondance? Belgrand ne s'en contenta pas; il voulait une eau fraîche en été, chaude en hiver. La disposition défavorable des terrains le condamnait à la chercher jusqu'à la limite du bassin de Paris; les sources voisines, en effet, sont chargées de sulfate de chaux, et la géologie, en en révélant la cause, ne laisse pas espérer d'importantes exceptions. Lorsque, pour d'autres villes, de tels travaux ont été entrepris, l'opinion désignait à l'avance la situation des sources, elle n'en indiquait pour Paris aucune qui fût suffisamment abondante. C'est sur la carte que Belgrand entreprit la recherche, et que, pour ainsi parler, il alla à la découverte. Son œil exercé, en parcourant l'une des vallées où ses théories, devenues d'incontestables théorèmes, rendaient le succès pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bable, y put lire en petits caractères : *moulin de la source;* un tel nom, dans un tel lieu, était une révélation. L'éminent ingénieur, sans sortir de son cabinet, avait découvert la source des belles eaux de la Dhuys.

Tacite raconte qu'au temps de l'empereur Auguste, Rome, effrayée par une inondation, voulut rejeter dans l'Arno quelques-uns des affluents du Tibre; plusieurs villes s'en alarmèrent, celles-ci craignant la sécheresse, celles-là les inondations. Contre Rome on ne plaidait pas, on implorait sa bienveillance. Des orateurs furent envoyés vers elle; empressés à saisir une telle occasion d'éloquence, ils invoquèrent le vœu de la nature, sage dispensatrice des vallées et des fleuves, qui règle tout pour le plus grand bien. Laissez faire la nature, a répété Montaigne, elle connaît mieux ses affaires que nous. Les siennes, soit, mais pas toujours les nôtres. La nature n'a pas créé de villes de deux millions d'âmes, et, pour veiller sur elles, elle attend qu'elles s'aident elles-mêmes; les procédés qu'elle enseigne au sauvage pour nettoyer les abords de sa hutte rendraient rapidement celle du voisin inhabitable.

Les propriétaires des sources choisies par Belgrand ne manquèrent pas de défendre leurs eaux, mêmes inutiles ou nuisibles; plusieurs d'entre eux reçurent des indemnités dont la dixième partie, quelques années plus tôt, aurait été acceptée avec joie; quelques-uns, dit-on, restèrent attristés pendant le reste de leur vie de n'avoir pas demandé dix fois plus encore. De telles questions ne pouvaient embarrasser ni arrêter la puissante et habile administration de la ville de Paris; un Conseil municipal dont la parcimonie n'était pas le défaut, votait toutes les sommes demandées. Belgrand, fort heureusement, était économe des deniers publics, et son application à réduire les dépenses a épargné à la ville bien des millions.

L'eau doit dans une grande ville être gaspillée sous toutes les formes : telle fut la maxime de Belgrand, telle était celle des Romains qui, poussant à bout l'application, amenaient chaque jour, par neufs aqueducs, plus de **1 000** litres d'eau par habitant. Les eaux du Tibre, grossies par mille ruisseaux lui portant les souillures de la ville, n'étaient acceptées, dit Frontin, que pour les usages les plus vils.

L'abondance des eaux de Paris, sans approcher de la profusion romaine, s'est accrue sous la direction de Belgrand, aussi bien que leur pureté. En **1802**, la distribution quotidienne aux fontaines publiques était, suivant le directeur des eaux, de **4 000** mètres cubes : elle avait doublé en **1806**. A cette époque, et vingt ans après encore, on comptait sur la pluie pour le lavage des rues. Le canal de l'Ourcq amena **160 000** mètres cubes environ; mais ses eaux ont servi à la navigation, et les Parisiens, par une répugnance invincible, les ont toujours éloignées de la consommation domestique : la hauteur des prises ne permettrait d'ailleurs de les utiliser que dans certains points de la ville et aux étages inférieurs des maisons.

Le volume des eaux de source dont Belgrand a doté la capitale pourra être porté, au moyen de quelques travaux supplémentaires, à **140 000** mètres cubes par jour, soit **70** litres par habitant. Le volume total de l'eau disponible, réalisé pendant cer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tains jours de l'Exposition universelle de 1878, a été de 370 000 mètres cubes ; mais ce maximum, pendant les années de sécheresse, peut s'abaisser à 300 000. Nous recevons, par habitant, trois fois moins environ que les anciens Romains, mais cent fois plus, au moins, que les Parisiens du XVIII^e^ siècle.

L'œuvre la plus grandiose de Belgrand, entièrement cachée aux regards, devait mériter la reconnaissance, en se dérobant à l'admiration. Nous ne décrirons ni la disposition savante et simple de l'ensemble, ni la propreté imprévue des détails. Aristote a dit : « Il ne faut pas demander à une tragédie toute sorte de plaisirs, mais seulement celui qui lui est propre. » La maxime est générale. Le charme d'une promenade en bateau, au milieu d'immondices largement étendues d'eau, n'est pas de nature à se renouveler par le récit qu'on en peut faire. C'est à l'entrée de cette œuvre colossale que la cité reconnaissante devrait inscrire le nom et placer l'image de Belgrand ; laissons l'intérieur à sa destination.

A deux lieues de Paris, quand on suit le cours de la Seine, à 1 kilomètre seulement quand on se dirige en ligne droite, l'égout collecteur, réunissant les eaux pluviales et ménagères, déverse chaque jour 200 000 mètres cubes d'un liquide infect et noirâtre : la Seine les reçoit et les porte à la mer.

S'il est indifférent pour les riverains éloignés que les ordures charriées par la Seine viennent de Paris ou d'Asnières, l'introduction subite de l'impur affluent cause à la population voisine un intolérable préjudice. Le mal n'est pas sans remède. Nos ingénieurs, en profitant, comme c'était leur devoir, des études et des essais faits en Angleterre, en Italie et en Suisse, ont adopté une solution admirable par le principe, et, malgré plus d'une résistance, triomphante par les résultats. Cette masse infecte où les poissons, qui ne s'y aventurent plus, rencontreraient rapidement la mort, peut vivifier et féconder le sol. Distribuée avec modération, elle peut, sans traitement préalable ni préparation d'aucune sorte, procurer, comme à Édimbourg depuis deux siècles, et à Milan depuis un temps double au moins, à des sables toujours arides une fécondité incessamment renouvelée. Quelques tâtonnements, méthodiquement dirigés, ont assuré le succès. Sur les vastes terrains de la plaine de Gennevilliers, la production, sous cette influence, a déjà plus que décuplé.

Belgrand avait accueilli l'idée nouvelle avec une grande défiance. Un de ses collaborateurs, M. Mille, réclama la direction et la responsabilité des essais ; il doit en conserver tout l'honneur, que Belgrand lui-même a pris loyalement le soin de relever. Converti par le succès de son ami, il accepta, après quelques années d'épreuve, la direction du service de Gennevilliers, parce qu'en son âme et conscience, après avoir douté du succès, écrit-il dans un rapport officiel, il avait vu et jugé les résultats obtenus.

Tel était Belgrand, tel il fut toujours ; toujours docile aux leçons de l'expérience, toujours respecté pour sa justice, toujours aimé pour sa bonté. On le ferait très-mal connaître en ajoutant qu'il était modeste, plus mal encore en laissant croire qu'il ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'était pas. Son jugement était vif et prompt ; il en avait maintes fois éprouvé la rectitude et avait en lui la même confiance qu'en ses plus habiles collaborateurs. S'il ajoutait en sa faveur un léger poids dans la balance, c'est que, tout en comptant sur le zèle des autres, il était absolument sûr de faire de son mieux : cela justifie la préférence.

Un très-savant ingénieur, alors au début de sa carrière, dirigeait sous les ordres de Belgrand la construction d'une galerie souterraine ; il essaya, par une légère innovation, de donner plus d'élégance à un profil. L'œil exercé de Belgrand, en révélant à son expérience un accroissement de dépense dans le présent, aperçut pour l'avenir de fréquentes réparations. Dès la première visite, il ordonna l'abandon d'une expérience trop hasardeuse, en ajoutant du ton le plus simple : « Si le dessin vient de moi, je me suis complètement trompé ; cela arrive à tout le monde. » Et il n'en reparla plus.

Quels que fussent ses occupations et ses devoirs, jamais, pour excuser un retard, il n'allégua le manque de temps ; toute autre excuse lui eût semblé préférable ; mais il s'arrangeait pour n'avoir pas besoin d'excuse.

Il ne m'est pas permis de le prendre en cela pour modèle. Dans le rapide tableau de l'œuvre de Belgrand, j'ai dû laisser de nombreuses lacunes. Que de points oubliés dans l'histoire de ses constructions, si économiques et si durables ! Combien de pages excellentes dans ses études géologiques ! A peine ai-je pu dire que, curieux du passé, Belgrand a étudié en archéologue les anciennes conduites d'eau, discuté en érudit les archives qui s'y rattachent, et consacré ses rares loisirs à perpétuer le souvenir de ces vieilles choses. L'analyse complète de ces grands travaux sera faite de bonne main : le corps des ponts et chaussées, respectueux comme nous pour ses morts illustres, et soigneux de transformer en leçons pour l'avenir le témoignage intelligent et fidèle du passé, proposera prochainement dans les *Annales des ponts et chaussées*, comme un exemple pour tous les ingénieurs, l'histoire de cette vie laborieuse et utile.

Belgrand a dirigé vers un même but tous ses talents et toute sa science. La Seine et son bassin, théâtre constant de ses travaux, ont fait l'unité de son œuvre, si variée cependant et si vaste.

La Seine n'a pas été, dans tous les temps, le modeste cours d'eau qui n'occuperait pas le dixième rang parmi les affluents des grands fleuves de l'Asie ou de l'Amérique. Ses eaux ont reflété des climats bien divers, abreuvé des monstres inconnus de nos jours, et n'ont pas fourni elles-mêmes le spectacle le moins variable dans ces lentes révolutions de la nature. Les graviers qu'elles entraînent, les limons qu'elles déposent, restent comme témoignages du passé, et les sablières, dans l'enchevêtrement de leurs lignes confuses et tourmentées, racontent en un langage souvent obscur, mais presque toujours déchiffrable, la longue histoire du fleuve qui les a formées.

La tâche est ardue cependant ; plusieurs s'y sont appliqués avec persévérance, sans réussir à se mettre d'accord. Le fleuve, plus capricieux que la mer, n'obéit pas comme elle, dans ses dépôts successifs, à une loi régulière et constante ; il défait et recom-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mence souvent son œuvre, et, comme Catulle brouillant les comptes au pied de Lesbie, semble vouloir cacher le nombre de ses crues en effaçant, en dispersant, en obscurcissant tout au moins les caractères qu'il a tracés.

Belgrand avait mis en lumière les lois qui relient les allures et les caprices apparents des rivières actuelles à la nature du sol et à la clémence des cieux; il osa les appliquer aux phénomènes anciens, et, avec une sûreté de méthode, une abondance de preuves qui, sans forcer toutes les convictions, rend la contradiction difficile, leur demander l'histoire du bassin de la Seine pendant la période quaternaire.

Lorsque la mer, au fond de laquelle se déposaient les bancs de nos carrières et les sables de nos coteaux, s'éloigna définitivement de nos parages, nulle esquisse de leur relief actuel n'existait encore. Ce fut seulement après une longue période obscure et sans histoire qu'un violent cataclysme vint transformer le sol et créer la vallée de la Seine.

Un grand lac, peut-être une grande mer, furent jetés hors de leur lit par les bouleversements dont les Alpes étaient le théâtre, et un flot torrentiel d'une puissance inouïe, courant les plateaux de la Champagne et de la Beauce, les sillonnant de rides profondes, renversant les obstacles sans se laisser dévier par eux, alla s'écouler dans la mer du Nord.

Quand les eaux boueuses, en modérant leur vitesse, eurent déposé leurs limons sur les hauts plateaux, puis se furent confinées dans les sillons creusés par elles, le système de nos cours d'eau était ébauché et la voie aux eaux fluviales frayée pour l'avenir. Des pluies procurées par ce déluge ruisselèrent incessamment sur le sol limoneux et stérile, et la Seine roula paisiblement, dans un lit faiblement incliné vers la mer, un volume d'eau trente fois plus considérable que celui de nos plus fortes crues. Large de 2 kilomètres à la hauteur de Corbeil, de 6 à celle de Paris, elle baignait dans son cours majestueux les coteaux de Montreuil et de Bicêtre, de Marly et de Montmorency; les hauteurs de Passy et de Montmartre formaient deux petites îles en plein courant, et, tour à tour inondée par les eaux de la Seine et par celles de la Marne, la plaine Saint-Denis était un vaste marais.

La vie, interrompue ou refoulée un instant, vint bientôt renouveler dans les forêts et les plaines la faune dispersée ou détruite. Auprès des mammouths, dont l'éléphant actuel n'offre qu'une image affaiblie et dégénérée, se rencontraient les rhinocéros, les tigres et les hyènes; des cerfs énormes, des élans rapides se dérobaient à leur poursuite; le renne et la marmotte se multipliaient rapidement, et les hippopotames remontaient la Seine jusqu'en Bourgogne; l'homme, enfin, prit sa place au milieu de ce bizarre mélange d'espèces aujourd'hui éteintes ou refoulées dans les climats les plus divers. Auprès de leurs ossements, on retrouve, sur les anciens bords du fleuve, les traces indéniables des ateliers primitifs où nos ancêtres venaient préparer des haches et des couteaux de silex pour se défendre contre leurs redoutables voisins.

Bien des siècles nous séparent de cette période. Sans essayer d'en fixer le nombre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Belgrand nous fait parcourir la succession des phénomènes qui l'ont suivie. Le sol s'est élevé de 40 mètres, la Seine y a lentement creusé son lit et dessiné de nombreux méandres, le climat s'est adouci, les pluies sont devenues moins abondantes et plus rares, le fleuve a remblayé avec des graviers ou de la tourbe son lit, devenu trop large; les grands mammifères ont émigré, quelques-uns ont disparu du globe, et quand notre faune actuelle leur a succédé, quand les premiers animaux domestiques se sont fixés sur notre planète, il faut encore traverser tout l'âge de la pierre polie et celui du bronze pour que les traditions les plus lointaines et les plus vagues fassent succéder à l'histoire des variations du sol celle de la civilisation humaine.

Guidée par la contemplation du bassin de la Seine, la pensée de Belgrand, s'élevant plus haut encore, osait sonder parfois les mystères du passé. Des théories naissaient dans son esprit : il en faisait volontiers confidence à ses amis, écoutait leurs objections, mais sans les discuter longtemps, car il n'a jamais connu de longs loisirs, et il disait à peu près comme Candide : « Tout cela est bien pensé et bien dit; mais il faut préparer et surveiller nos travaux. »

Belgrand mourut le 7 mars 1878, actif encore la veille et ardent au travail, toujours dévoué et toujours prêt. Son organisation athlétique avait résisté aux tristesses, aux fatigues et aux cruelles inquiétudes de l'année 1870. Pendant l'anarchie de la Commune, il maintint ses ouvriers dans le devoir et mérita un ordre d'arrestation. Prévenu à temps, il organisa une expédition souterraine, et, par des voies connues où il ne pouvait rencontrer que dévouement et respect, il gagna facilement la campagne : le lendemain il était en sûreté à Avallon.....

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Minerais de chrome de Californie.—L'exploitation des minerais de chrome, qu'on emploie surtout pour la fabrication des couleurs et pour la préparation du bichromate de potasse, dont certaines piles électriques font une large consommation, a pris, dans ces derniers temps, un développement considérable en Californie.

Une grande partie du minerai de chrome se rencontre, dans ce pays, à l'état de fer chromé, associé aux roches de serpentine. Les mines sont situées près de San Luis Obispo et en ont fourni, dans ces trois dernières années, 15 000 tonnes. 2 000 livres (900 kil.) de fer chromé, contenant 50 pour 100 de chrome, produisent environ 1 600 livres (720 kilog.) de bichromate de potasse.

Sur les 6 882 000 livres de bichromate (3 097 tonnes) consommé en Angleterre en 1879, la Californie en a importé près du tiers.

(*Journal of the Society of arts.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Procédé pour rendre le fer inoxydable, par M. Barff. — Il y a trois ans, M. Barff exposait, devant la Société des arts de Londres, son procédé de préservation du fer contre l'oxydation, procédé consistant à chauffer à une haute température les objets en fer et à les soumettre à l'action de la vapeur surchauffée ; par suite de cette exposition, le métal se recouvre d'une couche d'oxyde noir, dont l'épaisseur varie avec la température et la durée de l'opération. Depuis lors, ce procédé, dont nous avons déjà dit quelques mots dans le *Bulletin* de 1867 (3e série, t. IV, p. 466), a reçu en Angleterre la sanction de la pratique, et ses applications deviennent tous les jours plus nombreuses. L'appareil dont se sert M. Barff est le suivant :

Il se compose d'une chambre en briques réfractaires, pourvue d'un foyer et destinée à recevoir les objets en fer; une chaudière placée sur un second foyer situé à côté du premier fournit de la vapeur, laquelle se surchauffe dans un tuyau entouré de briques réfractaires qui traverse le foyer et vient déboucher dans la chambre; le toit de cette dernière est muni d'un conduit chargé d'amener sur le second foyer l'hydrogène qui se dégage, ainsi que la vapeur en excès. La pression de la vapeur surchauffée n'atteint pas une atmosphère.

L'appareil le plus important construit à Londres a une chambre de 12 pieds de long (3m,60) sur 7 de large (2m,10) et 3 de haut (0m,90). Après avoir chauffé cette chambre à une température de 500 degrés Fahr. (262° C), on y introduit les objets à traiter, puis on dirige dans ce milieu de la vapeur surchauffée à 1 000 degrés Fahr. (524° C) et même au-dessus. Au bout de peu de temps, les objets rougissent et se recouvrent d'une couche d'oxyde noir.

L'opération dure de 5 à 10 heures, suivant le volume des objets.

(*Ibid.*)

ERRATUM.

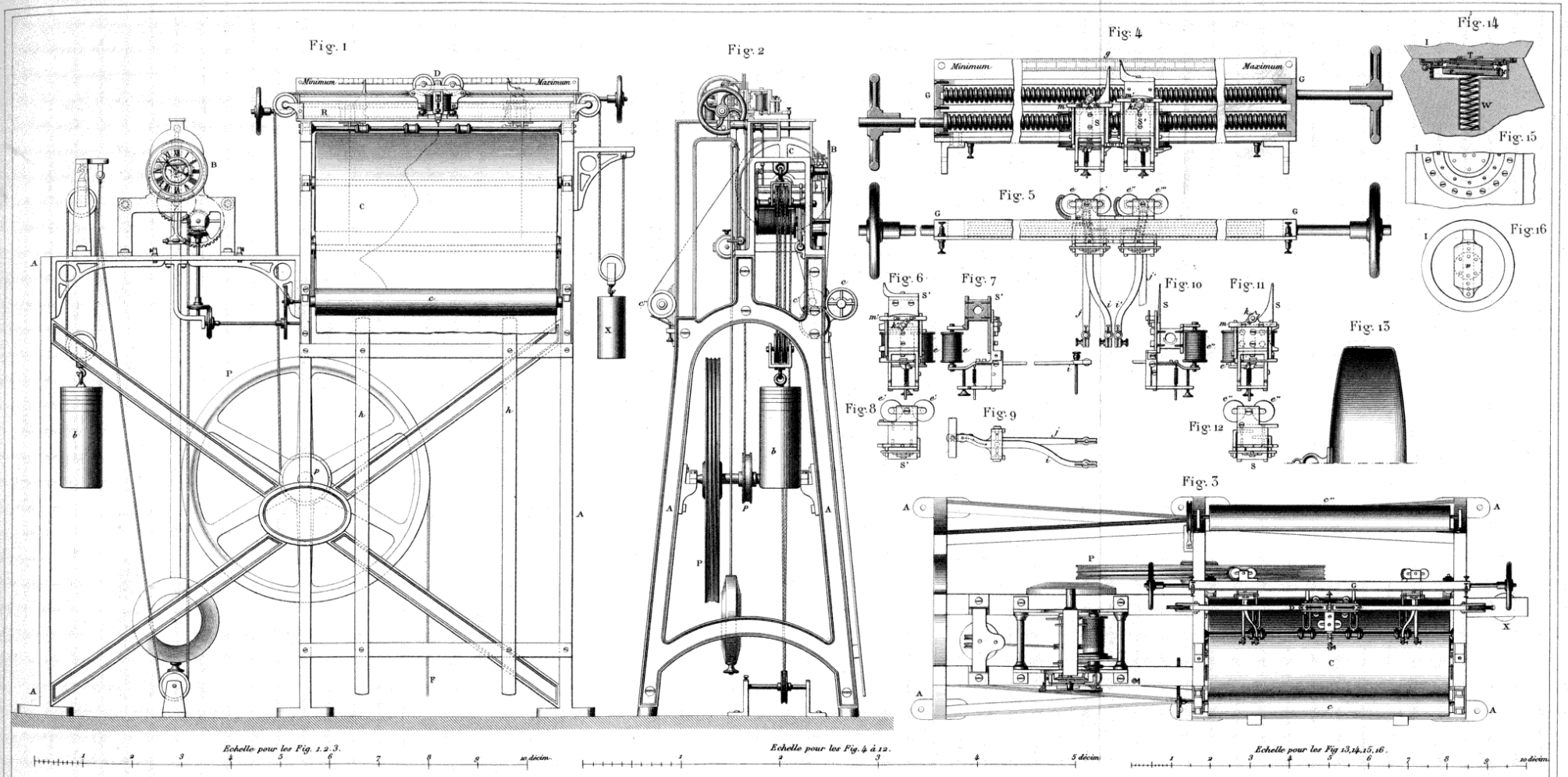
Procédé pour distinguer le brai de gaz du bitume naturel. — Nous avons publié, d'après les *Annales des ponts et chaussées*, dans le cahier d'août 1880 du *Bulletin*, page 472, le procédé indiqué par M. l'ingénieur en chef Durand-Claye pour distinguer le brai de gaz du bitume naturel. A ce sujet, l'auteur nous prie de rectifier l'erreur suivante, qui lui a échappé :

Ce n'est pas de *l'acide sulfurique de Nordhausen* qu'il faut prendre pour faire l'essai en question, mais bien de *l'acide sulfurique monohydraté*. Le premier dissout les bitumes naturels aussi bien que les bitumes artificiels ou à peu près; l'acide monohydraté, au contraire, produit la distinction indiquée dans le *Bulletin* d'août précité.

(M.)

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. R. Taneur, Paris.

Leblanc del. L. Chaumont et Bertrand sc.

APPAREIL AVERTISSEUR ET ENREGISTREUR DES VARIATIONS DE NIVEAU D'UNE RIVIÈRE ÉCLUSÉE, PAR M M. HENRY LEPAUTE FILS.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE.

RAPPORT *fait par le colonel* SEBERT, *au nom du comité des arts économiques, sur les perfectionnements apportés à son* TÉLÉGRAPHE IMPRIMEUR A CADRAN, *par* M. CHAMBRIER, *contrôleur des lignes télégraphiques, à Charleville (Ardennes).*

M. Chambrier, contrôleur des lignes télégraphiques, à Charleville, a présenté à la Société un télégraphe imprimeur à cadran de son invention.

Cet appareil a déjà fait l'objet d'un premier Rapport rédigé, en 1871, par M. Lissajous, et il a valu à l'auteur la médaille de platine décernée par la Société (1).

Mais, depuis cette époque, il a reçu des perfectionnements qui en rendent la marche plus régulière et plus sûre et qui en facilitent le réglage.

Il a figuré avec ces perfectionnements à l'Exposition universelle de 1878 et y a obtenu une médaille d'argent; il a été enfin l'objet d'essais récents par les soins de l'administration des lignes télégraphiques.

Ce télégraphe présente la disposition générale d'un télégraphe à cadran ordinaire, dont le récepteur serait complété par l'addition d'un système de rouages destinés à entraîner un ruban sur lequel les lettres, qui constituent les dépêches, s'impriment en caractères typographiques au fur et à mesure de leur transmission.

Le manipulateur n'a pas subi de changement essentiel depuis le premier examen de la Société; il présente cette particularité que la manivelle à l'aide de laquelle on marque les lettres sur le cadran, est à marche indépendante, c'est-à-dire qu'elle peut être mue dans un sens quelconque, avec une vitesse également quelconque.

(1) Séance du 20 octobre 1871 (*Bulletin*, 2e série, t. XX, 1873, p. 3).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La transmission ne se produit pas, en effet, pendant les déplacements de cette manivelle ; elle ne commence que lorsque celle-ci s'engage dans un des crans qui marquent la position des lettres, et elle s'opère alors par l'effet d'un rouage d'horlogerie que ce mouvement d'appui de la manivelle a pour effet de faire fonctionner.

Il en résulte qu'on peut passer d'une lettre à l'autre, en suivant une marche quelconque, sans être obligé, comme dans les télégraphes à cadran ordinaires, de faire de nouveau un tour entier, sans pouvoir revenir sur ses pas, si, pour une lettre quelconque, on a dépassé accidentellement la position voulue.

Grâce à cette disposition, l'appareil facilite considérablement la manipulation et permet à la première personne venue de transmettre une dépêche.

Si un manipulateur de ce genre est combiné avec un récepteur à cadran ordinaire, son emploi facilite aussi les lectures.

L'aiguille du cadran récepteur subit, en effet, un temps d'arrêt forcé à chaque lettre : car elle ne se déplace pas tant que l'expéditeur tourne la manivelle, et elle ne se met en marche que lorsqu'il a appuyé dans le cran voulu. La lecture des dépêches est donc rendue plus commode pour les personnes peu exercées.

Ce mode de fonctionnement apporte, il est vrai, un certain ralentissement dans la transmission, puisque celle-ci ne s'opère pas pendant tout le temps que l'opérateur met à faire passer la manivelle d'une lettre à une autre, et qu'après avoir marqué chaque lettre, il est obligé d'attendre que le rouage intérieur ait parcouru la fraction de tour qui correspond à la position de la lettre à transmettre ; mais ce retard est faible, parce que les mouvements de la manivelle peuvent s'effectuer avec rapidité et sans s'astreindre à la régularité de mouvement qu'exigent les télégraphes à cadran ordinaires, et parce que les mouvements du rouage intérieur sont rapides et réguliers.

Cet inconvénient, qui n'est sérieux que pour les postes télégraphiques de l'État, par suite de l'encombrement des lignes, est compensé, pour les postes particuliers, par la régularité de marche des organes de transmission, régularité qui facilite l'emploi des appareils et qui est surtout indispensable pour les télégraphes imprimeurs, ces appareils étant spécialement sujets à se déranger quand on ne leur assure pas une marche régulière.

M. Chambrier a, du reste, réussi à réduire, d'autre part, les retards de transmission, grâce à deux perfectionnements de détail qui ont leur importance.

Le premier de ces perfectionnements consiste dans l'emploi d'une petite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

glissière mobile, qui règle l'échappement du manipulateur et permet d'en réduire, à volonté, la durée jusqu'à la limite extrême nécessaire pour le bon fonctionnement de l'appareil.

Le second perfectionnement résulte de l'addition d'une touche spéciale placée en dehors du cadran, à portée de la main gauche de l'opérateur et sur laquelle il suffit d'appuyer pour produire les traits qui servent à séparer les mots ou à indiquer le passage des lettres aux chiffres. On évite ainsi, pour la production de ces traits, les pertes de temps qu'entraînerait le retour de la manivelle à la croix, en suivant le procédé ordinaire.

Dans le récepteur, un mouvement d'horlogerie entraîne le ruban de papier, qui est disposé comme celui d'un télégraphe Morse et qui se déroule sous une roue verticale montée sur l'axe du cadran.

Cette roue est munie, sur sa tranche, de lettres et de chiffres en relief, de façon à constituer une roue des types.

Le rouage est déclanché périodiquement par l'action d'un électro-aimant commandé par les émissions de courant du manipulateur, de manière à produire un entraînement convenable après l'impression de chaque lettre.

Dans le premier appareil présenté à la Société par M. Chambrier, le soulèvement du papier qui, en l'appliquant contre la roue des types, produit l'impression de chaque lettre, était provoqué par l'action directe d'un second électro-aimant commandé aussi par le manipulateur ; dans l'appareil actuel, et c'est en cela que consiste l'un des perfectionnements réalisés, ce soulèvement est produit par l'action d'un rouage spécial que l'électro-aimant a simplement pour effet de déclancher. On ne demande donc plus à l'électricité un effort énergique, et par suite on supprime une grande difficulté pratique et une cause d'irrégularité.

Un autre perfectionnement, sur lequel M. Chambrier a appelé spécialement l'attention de la Société, consiste dans l'emploi d'une nouvelle forme d'électro-aimants qui, en augmentant la puissance attractive à distance, diminue les difficultés de réglage que présentent les télégraphes, quel qu'en soit le système.

Cette question du réglage des électro-aimants est d'une grande importance dans la pratique, surtout lorsqu'il s'agit d'appareils destinés au service des gares, des usines, etc., et qui sont mis entre les mains de personnes qui ne font pas de la manipulation télégraphique leur unique occupation.

Avec les appareils en usage, si les électro-aimants sont réglés pour transmettre entre deux stations données du réseau, entre lesquelles s'effectuent les correspondances habituelles, et que l'on veuille correspondre avec une autre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

station beaucoup plus éloignée ou beaucoup plus rapprochée, les appareils ne fonctionnent plus convenablement, et il faut procéder à un nouveau réglage des électro-aimants ; ce qui entraîne des pertes de temps et exige une certaine habileté.

Il serait donc très-utile de trouver des électro-aimants dont le fonctionnement eût lieu de la même façon, quelles que fussent les variations de résistance de la ligne, dans les limites que l'on peut rencontrer dans la pratique.

C'est ce qu'a cherché M. Chambrier, et, après de nombreux essais, il est arrivé à donner aux électro-aimants de ses appareils une forme qui leur permet de satisfaire sensiblement mieux à cette condition que les électro-aimants ordinaires. A cet effet, il a simplement creusé les extrémités des noyaux des bobines sur lesquelles vient porter l'armature, de façon à donner à ces parties une forme tubulaire sur une profondeur de quelques millimètres, et il a creusé, dans la face d'appui de l'armature, deux rainures annulaires qui reçoivent ces extrémités et dont les fonds sont garnis d'une petite plaque de laiton très-mince.

L'armature pénètre ainsi dans chacun des noyaux et les entoure tous deux extérieurement, tout en laissant subsister un faible jeu entre les surfaces en présence. Elle reste ainsi engagée dans les noyaux dans tous ses mouvements, et l'on obtient, de cette façon, l'avantage d'une plus forte attraction à distance, avec une augmentation sensible de l'adhérence au contact ; mais l'adhérence nuisible, due au magnétisme rémanent, qui subsiste après l'interruption du courant, ne paraît pas augmentée, et, d'après les expériences de M. Chambrier, elle semble plutôt diminuée.

M. Chambrier a mis sous les yeux de la Société différents appareils de démonstration qu'il a construits, pour mettre en évidence les propriétés dont jouissent les électro-aimants ainsi modifiés.

Il dispose, par exemple, un de ces électro-aimants sous forme de balance électro-magnétique, en prolongeant l'armature par une queue sur laquelle on peut faire coulisser un poids qui fait équilibre à l'attraction-magnétique, et il prépare l'armature et les extrémités du noyau de cet électro-aimant, de telle sorte qu'on puisse facilement, en enlevant ou en replaçant de petites rondelles montées à vis, le transformer, à volonté, en électro-aimant ordinaire, à noyaux pleins et armature plane, ou en électro-aimant de son système, à noyaux évidés à l'extrémité et s'engageant dans une rainure annulaire de l'armature.

Il montre alors que, sans rien changer d'ailleurs aux autres parties de l'électro-aimant, ni à l'intensité du courant, la simple substitution de la forme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nouvelle à l'ancienne suffit pour augmenter, d'une façon appréciable, la force portante au contact et la force attractive à distance.

Ce résultat n'a rien en lui-même qui doive surprendre; il est d'accord avec ceux, du même genre, obtenus par les nombreux expérimentateurs qui ont essayé, de différentes manières, de modifier les formes des électro-aimants pour en améliorer le fonctionnement; mais il est assez difficile d'admettre que les faibles différences constatées dans ces expériences soient de nature à modifier le mode de fonctionnement des appareils télégraphiques.

Il en serait autrement si, en diminuant le magnétisme rémanent, ces dispositions avaient pour effet de réduire notablement la durée de désaimantation et d'aimantation des électro-aimants et, par suite, de diminuer les retards de fonctionnement de ces appareils.

Votre rapporteur a cherché, au moyen d'un chronographe spécial à cylindre enregistreur, à mesurer les durées comparatives des retards d'aimantation et de désaimantation d'électro-aimants Chambrier et d'électro-aimants ordinaires, se transformant les uns dans les autres par la simple modification des armatures et des noyaux suivant le procédé indiqué plus haut; mais ces expériences, en se plaçant dans les conditions d'emploi de ces appareils en télégraphie, n'ont pas fait ressortir de différences appréciables entre les deux genres d'électro-aimants.

Quoi qu'il en soit, il paraît établi, d'après les résultats obtenus, dans la pratique, par les personnes qui ont manié les télégraphes Chambrier, que la forme adoptée par cet inventeur lui a permis de réaliser une certaine amélioration dans le fonctionnement de ses appareils.

Votre Comité a suivi d'ailleurs les essais de fonctionnement de l'appareil que M. Chambrier avait mis à la disposition de la Société et qui a pu être installé à la poudrerie de Sevran-Livry, grâce à l'obligeance du directeur de cet établissement. Le service en a été confié à des agents peu habitués à la manipulation d'un instrument de ce genre; il fonctionne néanmoins régulièrement et sans difficultés depuis plusieurs mois.

Des appareils du même système sont employés depuis huit ans dans les établissements de MM. de Wendel à Hayange, où ils relient les différents groupes d'usines aux bureaux et au logement du directeur. Ils n'ont donné lieu, pendant cette longue durée, à aucune difficulté et n'ont jamais cessé de fonctionner.

La régularité des impressions obtenues est remarquable, ainsi qu'en témoignent les nombreux rouleaux de dépêches, datées et signées, qui ont été mises sous les yeux de la Société. Les fautes de transmission sont, sur ces rouleaux, d'une rareté exceptionnelle en télégraphie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le télégraphe Chambrier est aussi en service sur certaines sections des réseaux des chemins de fer du Nord et de l'Est.

Il a été, enfin, mis en essai récemment par l'Administration des lignes télégraphiques, comparativement avec le télégraphe analogue de M. d'Arlincourt et avec celui de MM. de Baillehache et Hayet.

Ces essais n'ont conduit à l'adoption d'aucun de ces appareils, parce que l'Administration a surtout en vue certaines exigences de rapidité de transmission auxquelles les télégraphes à cadran ne peuvent satisfaire; mais ils n'ont pas été autrement défavorables au télégraphe Chambrier.

Cet appareil peut donc être considéré comme susceptible de rendre d'utiles services dans tous les cas où l'on veut entretenir des communications télégraphiques entre des postes auxquels il n'est pas possible d'affecter un personnel expérimenté spécial.

Ce sont les conditions qui se rencontrent dans les petites gares des lignes de chemins de fer, dans les usines et les établissements industriels, ainsi que dans les postes divers des services militaires.

Pour ce dernier emploi, le fait de laisser la trace écrite des dépêches transmises, sans qu'il soit possible d'ailleurs d'en surprendre le sens au passage, comme cela peut se faire accidentellement pour les dépêches en langage Morse, constitue en faveur des télégraphes imprimeurs à cadran un avantage précieux, qui est de nature à en conseiller l'emploi.

Cet avantage est aussi très-appréciable pour les usages ordinaires, et les autres qualités du télégraphe Chambrier semblent devoir engager à le mettre en service dans tous les cas où l'on est encore actuellement conduit à faire usage des télégraphes à cadran.

Pour tous ces motifs, votre Comité ne peut que vous proposer de remercier M. Chambrier de la présentation qu'il vous a faite de cet intéressant appareil et d'autoriser l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : SEBERT, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 11 *juin* 1880.

BEAUX-ARTS APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE.

RAPPORT *fait par* M. CLAUDIUS POPELIN *sur* L'EXTENSION DONNÉE A LA SUBSTITUTION DES PLAQUES DE ZINC AUX PIERRES LITHOGRAPHIQUES, *par* M. MONROCQ, *imprimeur-lithographe, rue Suger*, 3, *Paris.*

Messieurs, j'ai l'honneur de vous rendre compte d'un examen dont m'a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chargé votre comité des Constructions et des Beaux-Arts. Il s'agit d'une communication faite par M. Monrocq, imprimeur-lithographe, qui désire appeler votre attention sur l'extension qu'il a donnée à l'emploi des feuilles de zinc, substituées aux pierres lithographiques.

Depuis qu'Aloys Sennefelder, choriste du théâtre de Munich, reconnut, tout au commencement de ce siècle, la propriété qu'ont certaines pierres calcaires de retenir les tracés faits à l'aide d'une encre grasse, celle de transmettre ces tracés par la pression sur le papier, celle d'en répéter les épreuves en humectant la pierre et en la rechargeant d'encre, jusqu'aux procédés de Selves et de Girardet, la lithographie a eu des fortunes diverses; cela, grâce aux travaux, grâce aux efforts du baron d'Arétin, de Misterer, de Manlich, du comte de Lasteyrie, d'Engelmann, de Delpech, des frères Haussmann. Les artistes du plus haut renom s'y sont exercés, et si ce procédé graphique semble aujourd'hui moins en faveur, il a laissé des traces superbes.

Je n'ai pas à faire l'historique de cette branche intéressante de l'art. Il n'y a pas lieu, non plus, de rechercher ici les causes qui ont amené l'allanguissement de son activité. Toutefois, les inconvénients inhérents à la substance sur laquelle on dessine y contribuent pour une bonne part. En tête de ces inconvénients, nous constaterons le poids des pierres. Lorsqu'elles sont de grand format, il faut plusieurs hommes pour les porter. Avant qu'elles soient chez le travailleur, elles ont nécessité une dépense de force, provoqué un ensemble de précautions dont il est facile de se faire une idée, surtout si l'on considère qu'on doit les porter souvent à des étages élevés, les manœuvrer par des escaliers peu praticables. Là, une fois installées, elles sont encore mues malaisément, ce qui est une gêne pour l'artiste.

Leur fragilité ne leur nuit pas moins. Viennent-elles à choir, elles se brisent. Sont-elles heurtées, elles s'écornent et leur surface s'écaille ; il faut les polir de nouveau, perdre le travail commencé. Au départ, on doit repasser par les mêmes embarras, avec des soins en plus.

Leur prix de revient n'est pas médiocre. Puis, considération patriotique, elles proviennent, pour les trois quarts, de l'étranger, de la Bavière.

Aussi, depuis longtemps a-t-on cherché des procédés plus économiques, offrant des facilités plus grandes, en substituant une mince feuille de zinc à la lourde pierre épaisse. On peut affirmer que, jusqu'à M. Monrocq, peu de résultats pratiques avaient été obtenus. Lui seul a surmonté les nombreuses difficultés devant lesquelles avaient échoué ou reculé la plupart de ses devanciers.

Depuis dix ans, M. Monrocq s'est livré à une série d'études constantes, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'ont été couronnées de succès que depuis cinq ans à peine. Il a dû surtout lutter contre la routine, qui s'oppose encore à ce que ce nouveau mode de travail se généralise. On peut dire qu'il a résolu le problème, puisque, depuis cinq ans, le zinc remplace chez lui les pierres avec des résultats excellents.

Au point de vue de l'économie, laissons parler les chiffres avec l'éloquence qui leur est propre : 5 000 matrices de zinc, d'une valeur de 38 500 francs, ont remplacé 250 000 francs de pierres; cela représente, pour les éditeurs, une économie nette de 211 500 francs. C'est aussi une somme de 150 000 francs qui n'a point passé la frontière. L'emploi généralisé du zinc amènerait une économie de plus de un million qui, fécondant la production graphique d'autant, aiderait puissamment à la propagation de l'instruction. Ce serait 7 ou 800 000 francs d'argent français qui n'irait point en Bavière.

M. Masson, l'éditeur de mérite que chacun sait, a fait exécuter chez M. Monrocq cent tableaux d'histoire naturelle dans le format dit « grand-monde ». Si M. Monrocq eût dû recourir à des pierres lithographiques, l'ensemble de la dépense qu'elles eussent occasionnée, rien que pour leur prix de revient, fût monté à plus de 15 000 francs. Le zinc est revenu à 2 000 francs. Je ne parle pas du transport de ce lourd matériel, qui n'eût pas pesé moins de 25 000 kilog., et eût employé les bras d'un millier d'hommes. Le zinc n'a pesé que 400 kilog.

M. Deyrolles publie pour les écoles, sous le titre de « Musée scolaire », des planches coloriées, qui mettent sous les yeux des enfants les formes de la minéralogie, de la botanique, de la zoologie. Cent de ces tableaux ont déjà paru ; on peut dire que rien n'est plus ingénieux, ni plus instructif. Ils ont nécessité l'emploi de 500 planches, afin de répondre aux exigences de l'impression polychrome. Qu'eût demandé le maniement d'un pareil matériel en pierres et emmagasinement?

Ce n'est pas devant vous, Messieurs, qu'il y a lieu de faire ressortir les services rendus à l'instruction primaire par ces utiles publications, devenues possibles grâce aux efforts persévérants de M. Monrocq. Par son procédé, la cartographie à bon marché répand l'enseignement de la géographie. Par son procédé, les publications scientifiques et industrielles, devenues accessibles aux petites bourses, délivrent rapidement et abondamment les épures de l'hydrographe, du mécanicien, de l'architecte, les dessins de l'ornemaniste.

L'industrie de M. Monrocq est en pleine production. Il a exécuté plus de 350 000 travaux pour d'importants éditeurs, tels que MM. Hachette, Masson, Dumaine, Ducher, Morel, Thézard, Lanée, Gauthier, pour l'École polytech-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nique, pour la Direction des ponts et chaussées, pour le Ministère des travaux publics, pour diverses municipalités. Il exécute tous les travaux que comportent la pierre, l'autographie et la gravure, aussi bien que le dessin direct à l'encre ou au crayon; il fait sur des plaques de zinc le transport de toute planche gravée d'acier ou de cuivre. Il peut obtenir des tirages de 40 000 épreuves. L'art, en prenant ce mot dans son acception élevée, saurait, sans doute, traduire sur le zinc ses plus nobles recherches; mais il ne s'y est guère essayé. D'ailleurs la lithographie se voit supplantée par la photographie et les procédés merveilleux qui en découlent.

M. Monrocq ne se pose pas en inventeur. Ses procédés sont dans le domaine public. Il a pour lui des tours de main laborieusement acquis, dont il sait habilement se servir. Il souhaite de voir se généraliser la substitution qu'il a faite, et revendique légitimement le mérite d'avoir perfectionné l'emploi du zinc au détriment de la pierre.

Toutefois, on a fait à ce mode de travail un reproche sérieux. Le zinc a peu de durée; il est excessivement attaquable par les acides et les alcalis; on ne parvient pas à le conserver longtemps intact. C'est, sans doute, pour certains cas une objection grave; mais l'économie considérable qu'il procure compense, dans une large mesure, cet inconvénient inhérent à la zincographie, inconvénient dont il n'y a pas lieu de tenir compte pour les publications courantes, qui paraissent devoir être surtout tributaires de ce procédé.

Aussi votre comité des constructions et des beaux-arts pense-t-il que M. Monrocq est digne de votre intérêt, et vous propose, en conséquence, de le remercier en ordonnant l'insertion au *Bulletin* du présent Rapport.

Signé : Claudius Popelin, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 9 *avril* 1880.

ENSEIGNEMENT.

Rapport *fait par* M. Davanne, *au nom du Comité des constructions et des beaux-arts appliqués à l'industrie, sur les* jeux de géographie et d'histoire, *présentés sous le nom de* jeux du magister, *par* M. Latry, 12, *boulevard Saint-Martin, à Paris.*

Messieurs, il y a dans l'instruction générale, surtout dans l'instruction de l'enfance, une tendance à chercher de nouveaux moyens, moins abstraits que ceux dont nous avons gardé le souvenir, pour faire pénétrer dans l'in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

telligence de l'enfant les connaissances diverses qui peuvent la développer et l'enrichir.

Au lieu d'agir uniquement sur sa mémoire par des explications sèches, des leçons, ou même des moyens mnémotechniques insipides et quelquefois ridicules, on agit sur son esprit en l'intéressant par les yeux; aux explications on ajoute la présentation des objets, on le captive au lieu de l'ennuyer, et les récréations instructives que l'on obtient, soit par des conférences entremêlées de nombreuses projections, soit par des jeux où le côté sérieux est en quelque sorte dissimulé par une forme attractive, laissent dans son esprit des impressions plus profondes et plus durables que les leçons trop souvent monotones.

C'est imbu de ces idées que M. Latry, le soir, au sein de sa famille, se reposant de ses travaux industriels bien connus de vous, car ils ont reçu de grandes récompenses, a cherché quelques-unes de ces récréations instructives, pouvant opérer une détente encore utile du travail auquel la journée avait été consacrée.

Des cartes et des dominos lui suffirent; mais ce ne sont plus les cartes ou les dominos dont les combinaisons arides n'ont d'autre intérêt que le gain; aux enjeux que l'on fixe à volonté, se joignent l'émulation du savoir et souvent des combinaisons réfléchies.

Ces jeux ont été appliqués à l'étude de l'histoire et de la géographie de la France.

Il y a dix-huit mois environ, M. Latry vous a communiqué ses premiers essais sous forme d'un jeu de cartes illustrées, représentant une partie de la France; il a continué sa publication et l'a enrichie de nouvelles séries. Les joueurs, à l'appel d'un département, doivent servir successivement la préfecture et les sous-préfectures; de même, dans les cartes historiques, ils doivent, à l'appel d'un règne, servir les faits intéressants de ce règne, et, en peu de temps, sans ennui, stimulé par le désir de gagner ses partenaires, l'enfant classe, par ordre chronologique, les faits historiques dans son esprit. Pour la géographie, il apprend non-seulement nos anciennes provinces, nos départements avec préfectures et sous-préfectures, mais encore, avec les jeux dont l'illustration est complète, il retrouve pour chaque ville le trait historique, le point industriel caractéristique.

Les jeux de dominos se prêtent à d'autres combinaisons; pour l'histoire, l'ordre des dates de chaque règne vient remplacer la série de points que nous ajoutons les uns aux autres; pour la géographie, l'agencement des dominos

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

représente les divers bassins de la France. Le bassin de la Seine seul, terminé actuellement, sera suivi des bassins de la Loire, du Rhône, de la Garonne ; l'intérêt du jeu vient s'augmenter de combinaisons diverses, car la réserve d'une position bien choisie peut rendre le joueur maître de la partie. En peu de temps, l'enfant connaît le nom des cours d'eau de tout un bassin, le nom des villes qu'ils traversent, leurs positions respectives, et l'ensemble devient si présent à son esprit, qu'il peut en faire de mémoire le tracé exact.

En donnant à l'ensemble de ces jeux le nom de *Magister*, M. Latry a bien indiqué son but : c'est l'enseignement élémentaire, approprié aux écoles les plus modestes ; la forme abstraite disparaît, chaque enfant devient maître à son tour, et, suivant le précepte ancien, c'est en enseignant qu'il s'instruit le plus.

Votre Comité, appréciant les services que les jeux inventés par M. Latry peuvent rendre à l'instruction, vous propose de le remercier de sa présentation et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : DAVANNE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 23 *avril* 1880.

BALISTIQUE.

DE L'EMPLOI DE L'APPAREIL DIT ACCÉLÉROGRAPHE POUR LA MESURE DES PRESSIONS DÉVELOPPÉES PAR LES GAZ DE LA POUDRE ET L'ÉTUDE DE LA LOI DU MOUVEMENT DE RECUL D'UNE BOUCHE A FEU, PAR M. LE LIEUTENANT COLONEL SEBERT, MEMBRE DU CONSEIL.

Lorsqu'un projectile placé dans une bouche à feu est lancé par l'explosion d'une charge de poudre, il se trouve soumis à une pression brusquement développée, dont les effets peuvent être rendus très-variables, pour une même bouche à feu et une même charge de poudre, lorsqu'on modifie les caractères physiques de cette poudre, densité, formes et dimensions des grains, ou lorsqu'on fait varier les conditions du chargement, et en particulier l'espace initial qui est attribué à la charge.

C'est par l'observation des effets extérieurs du tir, des dégradations plus ou moins rapides de la bouche à feu, de la facilité plus ou moins grande de la manœuvre de la fermeture de la culasse, rapprochée de la mesure de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vitesse initiale du projectile, que l'on a été prévenu tout d'abord de ces variations dans le mode d'action de la poudre.

On a dès lors songé à les étudier de plus près, en cherchant à évaluer la pression exercée sur le projectile par les gaz de la poudre, et à observer la rapidité plus ou moins grande de son développement; et l'on a été conduit à étudier aussi la loi du développement des pressions produites par la combustion de la poudre enfermée, en quantité plus ou moins grande, dans une capacité close.

Les différents appareils dont on a tenté l'emploi pour la mesure des pressions brusques et énergiques développées par les gaz de la poudre, soit dans le tir des bouches à feu, soit lors de la combustion en vase clos, peuvent être rangés en deux classes, d'après le principe sur lequel est basé leur mode de fonctionnement.

Les pressions se mesurent, en effet, par l'effort ou la force qu'elles exercent sur une surface donnée, et il n'existe que deux méthodes pour la mesure des forces.

Dans l'une, on oppose à l'effort à mesurer une force antagoniste connue, à l'aide de laquelle on cherche à lui faire équilibre : c'est la méthode statique, sur laquelle est fondé l'emploi de la balance ; dans l'autre, on étudie les effets produits, par la force que l'on veut évaluer, sur les masses auxquelles elle est appliquée et l'on déduit sa valeur de la loi du mouvement qu'elle leur imprime : c'est la méthode dynamique, dont on fait usage en astronomie, quand on déduit, de l'observation des mouvements des astres, la valeur des attractions qu'ils subissent.

Pour appliquer l'une ou l'autre de ces méthodes à la mesure des pressions développées par les gaz de la poudre, on perce, habituellement, en des points déterminés de l'âme de la bouche à feu, ou dans la paroi de la chambre à poudre, s'il s'agit seulement de la combustion en vase clos, un canal normal à la surface intérieure, dans lequel on loge une tige de piston parfaitement ajustée et de section connue, et le problème se trouve ramené à l'évaluation des efforts exercés sur ce piston.

Nous verrons, toutefois, qu'en faisant usage de la méthode dynamique, on peut, du moins pour le tir des bouches à feu, se dispenser, avec certains appareils, de perforer les parois de la pièce.

A la première catégorie d'appareils, c'est-à-dire à la méthode statique, se rattache le procédé qu'avait employé le comte de Rumford, dans ses célèbres expériences (1792-1797) sur la mesure des pressions développées par la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

combustion de la poudre en vase clos, procédé qui consistait à charger le piston soumis à l'action des gaz de poids suffisants pour qu'il fût à peine soulevé lors de l'explosion.

A cette classe appartiennent également les instruments qui mettent à profit la déformation des corps, tels que le poinçon Rodman, en usage en Amérique, en Italie, en Russie et aussi en Autriche avec quelques modifications. Cet appareil évalue l'effort exercé sur le piston par la grandeur de l'empreinte faite, dans une plaque fixe de cuivre, par le tranchant d'un poinçon en acier de forme le plus souvent pyramidale, poussé directement par le piston. L'appareil d'écrasement, dit *crusher*, qui est en usage en Angleterre et en France, et qui évalue ce même effort par la diminution de hauteur d'un petit cylindre de cuivre comprimé entre la tête du piston et un plan fixe est encore un instrument du même genre (1).

Les appareils basés sur l'observation de la compression d'un liquide, qui ont été employés aux Etats-Unis, par M. le docteur Woodbrige, appartiennent aussi à cette même classe.

Enfin, il en est de même de la série nombreuse des appareils manométriques, parmi lesquels une mention spéciale est due aux balances manométriques des différents types construits pour le service de l'artillerie de la marine française, sur les indications de M. Marcel Deprez, balances qui sont disposées de façon à faire disparaître les effets perturbateurs dus à l'inertie des pièces, qui faussent habituellement les indications des manomètres lorsqu'il s'agit de mesurer des efforts énergiques aussi brusquement appliqués que ceux que produit la combustion de la poudre.

Je craindrais d'allonger cette note en décrivant ici ces différents genres

---

(1) Ces appareils d'écrasement sont les seuls qui soient jusqu'à ce jour entrés dans la pratique. Ils se graduent au moyen d'opérations de tarage préalables, dans lesquelles on les soumet à des efforts gradués s'exerçant dans des conditions aussi analogues que possible à celles qui se présentent dans le tir, et l'on admet qu'à des déformations identiques, obtenues dans le tarage ou dans le tir, correspondent des pressions exercées égales.

Cette hypothèse ne serait justifiée que si l'on modifiait le procédé de tarage suivant la nature des poudres employées, de façon que la loi du développement des pressions qui sont exercées, sur la tête du piston, par l'effort plus ou moins brusque que l'on doit produire dans l'opération du tarage, fût toujours identique à celle du développement des pressions exercées par la poudre. Cette condition est évidemment irréalisable dans la pratique ; on n'a d'ailleurs aucun moyen de s'assurer si elle est remplie, et, par suite, les appareils dont il s'agit ne peuvent donner que des indications sans signification précise, bien que les résultats obtenus avec chacun d'eux soient souvent très-réguliers et comparables entre eux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'appareils, et je me propose de m'arrêter seulement sur ceux qui sont fondés sur la seconde méthode de mesure des pressions, que j'ai appelée méthode dynamique.

Pour appliquer cette méthode, on peut laisser absolument libre le piston soumis à l'action des gaz de la poudre et chercher à déterminer la loi du mouvement rapide qui lui est imprimé, soit qu'on se contente de mesurer la vitesse avec laquelle il est lancé, soit qu'on cherche à enregistrer les espaces qu'il parcourt en fonction des temps.

Mais il est à remarquer qu'on peut profiter aussi de ce que le projectile, lancé par la bouche à feu, est également un mobile dont l'étude du mouvement peut permettre de déterminer, par le calcul, la loi de succession des efforts qu'il a subis. La bouche à feu, elle-même, si on la laisse reculer librement, est aussi un mobile de masse connue, mais extrêmement lourd, dont le mouvement peut encore servir à déterminer les pressions exercées sur le fond de l'âme. De là, l'idée d'arriver à la mesure des pressions développées dans la bouche à feu par la détermination soit de la loi du mouvement du projectile dans l'âme, soit de la loi du mouvement de recul de la pièce.

Les premiers essais d'application de la méthode dynamique ont précisément été faits en cherchant à étudier la loi de recul de bouches à feu de même calibre, mais de longueurs différentes; ce sont celles du chevalier d'Arcy (1760). Ces expériences ont été exécutées à l'aide du pendule balistique.

Depuis cette époque, on a fait, à différentes reprises et encore de nos jours, des expériences coûteuses, en tronçonnant successivement une même bouche à feu et mesurant, à l'aide des appareils balistiques usuels, les vitesses imprimées au projectile dans des conditions de chargement restées identiques dans chaque cas.

On a construit aussi des chronographes électriques compliqués et délicats, et on a imaginé des dispositifs variés pour mesurer les temps très-petits employés par le projectile pour parcourir des intervalles successifs et déterminés de l'âme de la bouche à feu.

Ces appareils n'ont pu, jusqu'à ce jour, prendre une forme assez simple pour entrer dans le service courant des commissions d'expériences d'artillerie; mais le temps n'est peut-être pas éloigné où l'on parviendra à leur donner une disposition suffisamment pratique.

Quant aux appareils destinés à enregistrer la loi de recul de la bouche à feu, j'ai eu l'occasion de décrire, dans un précédent travail, un appareil

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

désigné sous le nom de *vélocimètre* qui constitue l'une des formes qu'ils peuvent recevoir (1).

Il ne me reste à parler que des appareils destinés à enregistrer le mouvement de petits pistons lancés librement par les gaz de la poudre, appareils qui comprennent les accélérographes que je me propose spécialement de décrire.

Les premiers essais entrepris pour étudier le mouvement de ces pistons qui constituent de petits projectiles lancés par de véritables petites bouches à feu, greffées sur la pièce même soumise aux essais, eurent lieu à l'étranger, ce sont ceux du général italien Cavalli (1845-1860), qui mesurait simplement la vitesse imprimée à ces projectiles en les dirigeant sur un pendule balistique. Le colonel américain Bonfort et le général allemand Neumann répétèrent ces expériences en en variant les conditions, mais sans y apporter de modifications essentielles (1850-1853).

La question en était là, lorsque, en 1872, M. Marcel Deprez proposa un moyen d'enregistrer la loi même du mouvement imprimé au piston lancé par les gaz, et présenta au service de l'artillerie de la marine le projet de l'appareil qu'il nommait *accélérographe*.

Peu de temps après (juillet 1873), le service de l'artillerie de terre, sur le conseil de M. le général Morin, faisait construire un appareil proposé par M. le commandant Ricq, et désigné par lui sous le nom d'appareil enregistreur à indications continues; cet instrument permettait de recevoir, sur un chronographe spécial, placé à proximité de la bouche à feu, un tracé faisant connaître aussi la loi du mouvement du piston lancé.

Ces deux appareils donnent une solution semblable du problème ; mais l'accélérographe, qui porte en lui-même tous les organes nécessaires à son fonctionnement, est plus maniable, plus portatif et d'un emploi plus commode; il a pu recevoir des applications plus variées, c'est d'ailleurs le seul que j'aie eu l'occasion d'employer et c'est le seul que je décrirai.

Il en a été construit déjà plusieurs types qui ne diffèrent que par des détails de construction de la forme qu'avait indiquée M. Marcel Deprez; je ne parlerai que de la disposition qui a été adoptée en dernier lieu.

L'appareil peut être établi, d'ailleurs, soit pour s'appliquer sur une bouche à feu, soit pour s'adapter à une chambre métallique close destinée à l'étude de la combustion de la poudre en vase clos.

---

(1) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 75.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je décrirai d'abord l'appareil monté sur une chambre et qui a reçu le nom d'éprouvette de poudrerie.

Cette éprouvette (fig. 1 ci-contre et pl. 119, fig. 1) se compose d'une chambre mobile en acier A, à parois très-épaisses, dans laquelle on fait détoner la poudre soumise aux essais. Cette chambre est introduite, par mesure de précaution, dans une enveloppe en bronze B, munie d'un couvercle C. Sur cette enveloppe se monte la cage de l'accélérographe proprement dit D.

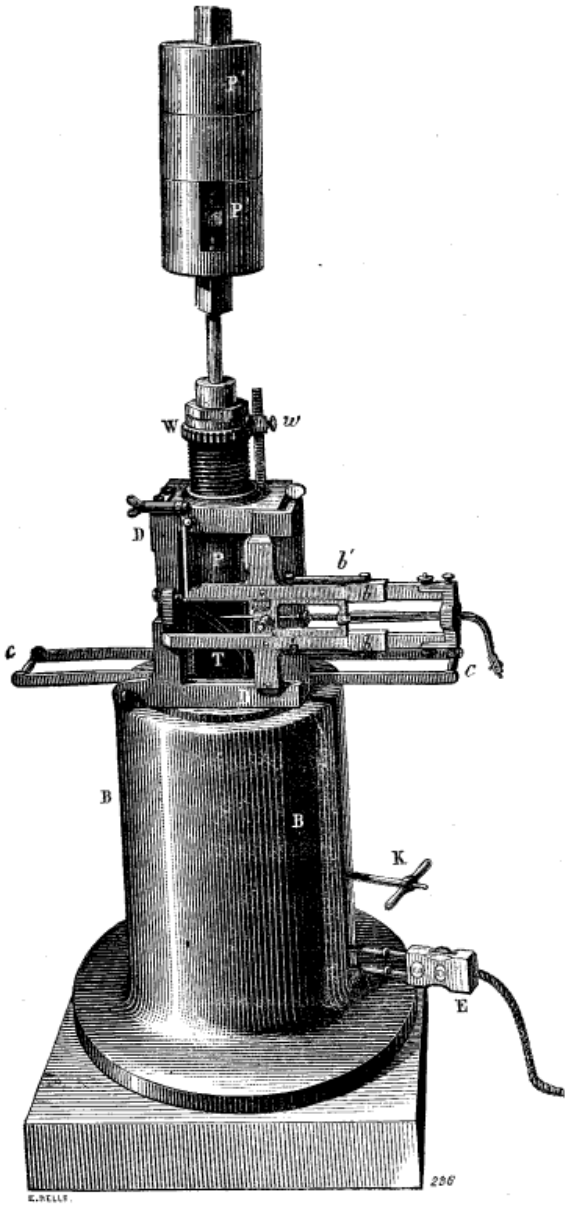


Fig. 1.

La chambre, en acier, est fermée par deux bouchons à vis V et V', disposés de façon à former obturateurs pour éviter les fuites de gaz. On obtient cette obturation en terminant ces bouchons par des parties parfaitement ajustées et creusées en forme de cuvettes, dont les bords, taillés en biseau, peuvent subir, par l'effet de la pression des gaz, une certaine expansion, et s'appliquent, d'autant plus exactement que la pression est plus élevée, sur les parois du canal cylindrique qu'ils doivent boucher.

Un robinet à vis K permet de recueillir les gaz pour en faire l'analyse.

Le bouchon inférieur V' est traversé par un tampon tronconique en acier, parfaitement ajusté, prolongé par une tige cylindrique et qui est isolé électriquement du corps du bouchon par l'interposition d'une feuille de baudruche collée à la gomme laque. Ce tampon supporte à l'intérieur de la chambre, au moyen d'un prolongement en forme de borne, l'extrémité d'un fil de platine très-fin, dont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'autre bout est fixé sur une borne semblable communiquant avec le corps de l'appareil. Ce fil, porté au rouge, sous l'action d'un courant électrique qui arrive par les conducteurs F et F', met le feu à la charge de poudre au contact de laquelle il se trouve placé.

Le bouchon supérieur est traversé par un canal dans lequel est ajusté, avec soin, le piston p, dont on doit enregistrer le mouvement.

Ce piston se prolonge à travers le couvercle de l'enveloppe en bronze et se visse à son extrémité supérieure dans une pièce cubique T, qui coulisse dans la cage rectangulaire D portée par le couvercle, et qui peut elle-même être surmontée de poids cylindriques additionnels P et P'.

Le piston et le cube qui le surmonte forment ainsi un mobile de poids connu susceptible de se déplacer librement sous l'action de la force développée par les gaz de la poudre, mais seulement, toutefois, dans la limite de la course que permet la hauteur de la cage qui sert de guide. Dans la face supérieure du cube est encastré un tampon en caoutchouc qui vient buter contre une vis de grand diamètre W que porte la cage à sa partie supérieure; le choc qui résulte de l'arrêt du mouvement se trouve ainsi amorti.

La vis, pouvant descendre plus ou moins, permet de diminuer, à volonté, la course laissée libre, à partir de sa valeur extrême, qui est d'environ $0^m,05$.

C'est la loi du mouvement du piston, ou plutôt du cube qui le surmonte qu'il s'agit d'enregistrer.

A cet effet, on fixe, sur l'une des faces du cube, un petit tableau carré, en acier ou même en verre épais, recouvert de noir de fumée.

Devant ce tableau est disposé un petit chariot S qui porte un style formé d'une petite plume d'acier flexible et finement taillée. Le chariot coulisse entre deux rails parallèles R, R disposés horizontalement et, dans ce mouvement, son style trace un trait horizontal sur le tableau, à la partie supérieure de ce dernier, si l'on suppose celui-ci immobile à sa position initiale.

Le chariot est sollicité à se mouvoir par l'action d'un ressort à détente très-rapide qui, dans l'appareil représenté par la figure, n'est autre qu'une lanière de caoutchouc, fortement tendue. On connaît d'ailleurs, ainsi qu'il sera dit plus loin, la loi exacte du mouvement qu'il prend sous l'influence de ce ressort.

Il est maintenu, au début de chaque expérience, à l'extrémité de sa course, par un organe disposé de façon à le rendre libre au moment précis où le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

piston se met lui-même en mouvement sous l'action des gaz de la poudre, de telle sorte que les deux mouvements, celui du piston et celui du chariot, qui s'effectuent dans des directions rectangulaires, aient une origine rigoureusement commune.

Quand l'appareil est destiné à être placé sur une bouche à feu (pl. 119, fig. 3, 4, 5 et 6), la cage de l'accélérographe se monte sur un grain en acier V, vissé dans un logement pratiqué normalement dans la paroi, de façon à déboucher dans la chambre à poudre, et qui est percé d'un canal dans lequel est ajusté le piston p.

La disposition du chariot S et celle du tableau T qui reçoit l'enregistrement restent les mêmes.

Dans les deux cas, d'après cette disposition, si l'on suppose que, le chariot restant fixe, le piston se déplace seul, le style tracera, sur le côté gauche du tableau, une ligne verticale qu'il aura parcourue en suivant la loi même du mouvement qu'il s'agit de déterminer.

Si l'on suppose, au contraire, que le piston soit immobile, et que le chariot soit rendu libre, le style tracera sur le tableau, à sa partie supérieure, une ligne horizontale qu'il parcourra suivant une loi de mouvement connue.

Si les deux mouvements se produisent simultanément, leur composition engendrera une trace, en forme de courbe régulière, dirigée dans l'angle formé par les deux droites précédentes, qui serviront d'axes de coordonnées, et si l'on mesure, avec précision, les abscisses et les ordonnées des différents points de cette courbe, les abscisses horizontales pouvant donner les durées de trajet du style, puisque l'on connaît la loi de son mouvement, on aura les parcours verticaux du piston qui correspondent à ces durées connues, et, par conséquent, on pourra relever, par points, la courbe des espaces parcourus par le piston en fonction des temps.

Les lectures, suivant les deux axes rectangulaires de coordonnées, se font au moyen d'un microscope avec croisée de fils, porté par un chariot qui peut se déplacer suivant deux axes rectangulaires et qui est mis en mouvement, dans chacune de ces directions, au moyen d'une vis micrométrique. On peut ainsi faire aisément les lectures au centième de millimètre.

Il reste à indiquer comment on obtient la mise en marche simultanée du chariot et du piston, et comment on détermine la loi du mouvement du chariot.

Pour assurer la coïncidence du départ du chariot avec le premier déplace-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment du piston, on maintient ce chariot à l'origine de sa course, malgré la tension exercée par le ressort, au moyen d'un appendice L (pl. 119, fig. 5 et 6), en forme de lame mince horizontale, qui le prolonge du côté opposé au ressort, et qui s'engage entre deux faces planes appartenant à deux petites pièces métalliques saillantes portées, l'une N, par la cage fixe de l'appareil, l'autre M, par le cube qui surmonte le piston et fait corps avec lui. Cette lame se trouve pincée entre ces deux pièces, et retenue par le poids du piston, sur lequel il suffit d'exercer, au besoin, une pression pour provoquer l'adhérence, qui se maintient ensuite jusqu'à ce que le piston soit soulevé.

Pour connaître la loi du mouvement du style, avec l'appareil formé d'un simple chariot sollicité à se mouvoir par la traction directe d'une lanière de caoutchouc, on pourrait avoir recours au calcul, et je me suis servi d'abord de ce procédé.

Mais, pour obtenir plus de précision, je fais usage, actuellement, d'une méthode dont l'idée m'a été donnée par notre collègue, M. Le Roux, et qui exige l'emploi d'un chronographe de chute spécial.

J'ai déjà eu l'occasion de présenter cet appareil à la Société, et d'opérer devant elle le tarage d'un chariot d'accélérographe. (Séance du 9 août 1878.)

Je rappellerai qu'il se compose simplement de deux montants verticaux entre lesquels tombe, le plus librement possible, une masse pesante sur laquelle on peut fixer le tableau même qui doit être placé sur l'accélérographe.

On fixe, horizontalement, à la partie inférieure des montants les glissières qui guident le chariot de cet appareil, en les disposant de telle sorte que le tableau, dans sa chute, passe à fleur de ces glissières et rencontre le style du chariot.

Enfin, on établit, sur l'un des montants, un petit encliquetage qui maintient le chariot à l'origine de sa course, malgré la tension de la lanière en caoutchouc, et qui est dégagé au moment même du passage du tableau, en laissant alors le style se mouvoir.

On obtient, ainsi, sur ce tableau, recouvert de noir de fumée, une courbe partant de l'un des angles inférieurs et affectant, à peu près, la forme d'une branche de parabole.

Comme on connaît, d'après la loi de la chute des corps, la vitesse acquise par le tableau, au moment du passage de chacun de ses points devant le style,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on peut, évidemment, en relevant, avec le microscope à double vis micrométrique dont il a été question plus haut, les abscisses et les ordonnées de points régulièrement espacés sur cette courbe, déterminer, par points, la loi du mouvement horizontal du style que l'on voulait connaître.

Grâce à cette disposition, on enregistre donc, pour chaque expérience, et sur la même plaque, la courbe qui fait connaître la loi du mouvement du style et celle qui fait connaître la loi du mouvement du piston, et la première de ces courbes est obtenue au moment même du tir; on élimine ainsi les erreurs qui pourraient provenir de changements dans les conditions physiques de l'appareil, et c'est ce qui permet de faire usage de lanières de caoutchouc, malgré la sensibilité de ce corps aux influences atmosphériques.

On peut, d'ailleurs, remplacer ce dispositif par l'emploi de ressorts métalliques; mais la simplicité des appareils à lanière et la commodité de leur réglage m'ont conduit à les employer le plus souvent, de préférence aux différents autres systèmes que j'ai fait construire.

On règle, à volonté, la tension donnée au caoutchouc, pour obtenir des mouvements plus ou moins rapides du style; on peut aussi faire varier, au moyen de masses additionnelles, le poids du chariot mobile et l'on parvient ainsi, après quelques tâtonnements, à obtenir que la courbe tracée par la poudre, pour une expérience déterminée, s'inscrive à très-peu près dans la direction de la diagonale du tableau, de façon à utiliser aussi bien que possible la place qu'offre ce dernier.

En faisant varier la hauteur de chute de l'appareil de tarage, ou la tension adoptée pour la lanière de caoutchouc, on obtient également que la courbe de tarage s'inscrive aussi, à peu près, dans la direction de la diagonale, ce qui permet de relever la loi du mouvement du style dans toute l'étendue de sa course utile.

Enfin, pour obtenir l'enregistrement des effets de la poudre, pendant des durées plus ou moins longues, malgré la course restreinte du piston, on peut ralentir le mouvement de ce dernier, soit en faisant varier sa section soumise aux gaz, soit en le chargeant de poids additionnels P′ qui s'appliquent sur la face supérieure du cube, par l'intermédiaire de la tige métallique P pénétrant dans le canal ménagé dans l'axe de la vis qui sert à régler la course du piston.

Quand l'appareil est monté sur une bouche à feu, ces poids sont laissés libres; ils sont alors projetés en l'air, à une hauteur de 2 ou 3 mètres, lors-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que le piston, arrivant à la fin de sa course, se trouve brusquement arrêté.

Quand l'appareil est monté sur une éprouvette de poudrerie, ces poids peuvent, comme l'indiquent la fig. 1, p. 576 et les fig. 1 et 2 de la pl. 119, être guidés par une tige verticale qui les traverse. On peut alors leur faire déplacer, le long de cette tige, un petit curseur, en cuir ou en feutre, monté à frottement doux, qui conserve la trace de la hauteur à laquelle ils parviennent et permet ainsi de calculer quelle était la vitesse du piston à la fin de sa course libre. On obtient, de cette façon, un contrôle de la marche de l'appareil (1).

Il est bon, dans ce cas, de munir le poids inférieur, comme l'indiquent aussi ces figures, d'un encliquetage *Dobo,* qui empêche les masses additionnelles de retomber violemment sur l'appareil.

Un autre contrôle de la marche de l'appareil est donné encore par une lame vibrante G, placée sur l'un des côtés de la cage fixe et portant une plume qui trace, sur le tableau, des ondulations destinées à faire connaître les déplacements du piston qui correspondent à des durées successives, égales chacune à la demi-période des vibrations de cette lame.

Cette lame est bandée, avant l'expérience, par la pression d'une vis butante, portée par une pièce placée en saillie sur le cube qui termine le piston; elle est rendue libre aussitôt que le piston se soulève, et effectue alors, avant que son mouvement vibratoire ne soit éteint, un nombre de vibrations plus que suffisant pour faire connaître la durée toujours très-courte de la course libre du piston.

Les tracés que l'on obtient avec l'accélérographe sont très-nets et très-

---

(1) Si l'on admet que les phénomènes de combustion de la poudre se reproduisent identiquement dans des conditions semblables, et si l'on effectue une série de détonations à charge constante mais en faisant varier à chaque fois la course laissée libre, ce que l'on obtiendra en descendant successivement la vis W, on voit que l'observation des hauteurs de lancé correspondantes du poids additionnel que supporte le piston, pourra faire connaître les vitesses successivement acquises par ce piston après des courses graduellement croissantes. On pourrait donc, par ce simple procédé, mais à condition de réitérer les expériences, déterminer encore la loi du mouvement imprimé au piston ; M. Marcel Deprez a donné à l'appareil ainsi constitué le nom d'accéléromètre.

Sur le canon, il ne serait pas possible d'observer le lancé vertical du poids, à cause du mouvement de recul de la bouche à feu, mais on peut alors remplacer la tige destinée à guider le poids dans sa course par un ressort disposé de façon à amortir rapidement la force vive de ce dernier. La compression éprouvée par ce ressort peut faire connaître, au moyen d'un tarage préalable, la vitesse correspondante du poids qui l'a produite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réguliers et permettent d'effectuer avec précision les lectures au microscope.

Voici des tracés obtenus dans des expériences faites dans des conditions variées; sur chacun de ces tracés (voir fig. 2 ci-dessous), la courbe qui part de l'angle inférieur de droite du tableau, tangentiellement à l'axe vertical des coordonnées, est la courbe de tarage donnée par l'appareil de chute; la courbe tracée lors de l'explosion de la poudre est celle qui part de l'angle supérieur de gauche, et la trace sinusoïdale située près du bord gauche du tableau, est la trace de contrôle donnée par la lame vibrante.

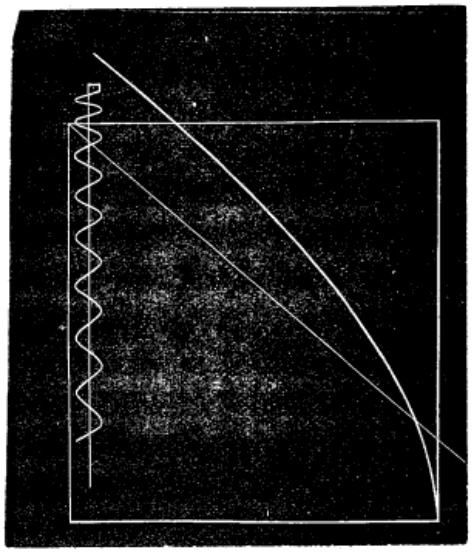


Fig. 2.

Il est facile de comprendre, à l'examen de ces tracés, comment s'effectuent les calculs qui font connaître la succession des pressions, en fonction des temps.

On commence par relever, sur la courbe de tarage, les abscisses qui correspondent aux parcours du poids de l'appareil de chute, au bout des unités de temps successives adoptées, mesurées à partir du déclanchement du chariot, par exemple, les abscisses qui correspondent aux millièmes de seconde, et on mesure exactement les longueurs de ces abscisses, longueurs qui font connaître les espaces horizontaux parcourus par le piston dans les intervalles de temps correspondants.

On repère alors, sur la courbe de tir, d'après la loi maintenant connue du mouvement horizontal du style, les ordonnées qui correspondent aux parcours de ce style au bout des unités de temps choisies, et on mesure exactement les longueurs de ces ordonnées, lesquelles font connaître les espaces parcourus par le piston dans ces mêmes intervalles de temps, soit au bout de chaque millième de seconde.

Ces espaces étant connus, on obtient aisément soit les vitesses acquises, soit les accélérations, et par suite les pressions correspondantes : car les premières sont proportionnelles aux différences premières des ordonnées, qui représentent les parcours correspondant à des durées successives égales, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les secondes sont proportionnelles aux différences secondes de ces mêmes ordonnées (1).

Mais, pour que ces calculs donnent des résultats admissibles, il faut que la mesure des espaces parcourus soit effectuée avec une grande précision ; sans quoi la double différentiation peut introduire des erreurs très-fortes. Le calcul des résultats donnés par une seule expérience exige, par suite, un temps considérable.

On peut, d'ailleurs, se faire une idée de la difficulté du problème par ce fait que, d'après les indications que l'on possède, lorsqu'il s'agit du tir d'une bouche à feu établie dans les conditions habituelles du service, la durée du parcours du projectile dans l'âme est comprise entre 0^s,01 et 0^s,02 et que la pression, en kilogrammes par centimètre carré de surface, exercée sur les parois de l'âme, dépasse certainement 2 000 kilogrammes dans les bouches à feu de gros calibre, d'après les évaluations les plus modérées, et souvent s'élève à 3 000 et 4 000 kilogrammes.

Si l'on fait abstraction des ondulations ou oscillations de pression qui doivent exister dans une masse gazeuse animée de mouvements aussi tumultueux que ceux qui se produisent dans l'intérieur d'un canon, on doit concevoir que la pression développée, sur un élément donné de l'âme, part d'abord de zéro, s'accroît avec une très-grande rapidité jusqu'à ce qu'elle ait atteint un maximum, puis décroît plus lentement, par suite, principalement, de la détente qui résulte du déplacement du projectile, et enfin conserve encore une valeur assez grande au moment où ce dernier sort de la bouche à feu.

Les faits déjà connus conduisent à admettre que le maximum de pression se produit souvent au bout de 0,001, ou même, seulement, de 0,0005 de seconde, après l'instant de l'inflammation de la charge et quand le projectile

---

(1) En effet, en appelant F l'effort exercé par les gaz de la poudre sur le piston, p le poids total de l'appareil lancé, e l'espace parcouru au bout du temps t, v la vitesse acquise dans le même temps, on a les relations générales :

$$v = \frac{de}{dt} \text{ et } F = \frac{p}{g}\frac{dv}{dt} = \frac{p}{g}\frac{d^2e}{dt^2},$$

qui font voir qu'en considérant des intervalles de temps successifs suffisamment petits Δt, on peut obtenir les vitesses en prenant les différences premières des espaces correspondants et effectuant le calcul $v = \frac{\Delta e}{\Delta t}$ et que, de même, on obtiendra les efforts exercés en prenant les différences secondes des espaces et effectuant le calcul $F = \frac{p}{g}\frac{\Delta^2 e}{(\Delta t)^2}$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne s'est encore déplacé que d'une très-faible quantité; mais on sait aussi que cette durée peut être doublée ou quadruplée, pour une même bouche à feu, par des modifications convenables dans les conditions du chargement, et que l'on peut obtenir ainsi un fonctionnement bien plus avantageux de l'arme, c'est-à-dire une vitesse initiale souvent plus forte, avec des pressions intérieures beaucoup moindres, même en employant un projectile plus lourd.

L'accélérographe fournit donc des éléments d'appréciation importants pour la comparaison de différentes poudres ou de différents modes de chargement.

Je ne voudrais pas allonger cette communication déjà bien étendue, en insistant sur quelques faits particuliers; mais je ne crois pas devoir terminer sans signaler une disposition spéciale qui peut être donnée à l'appareil, lorsqu'on l'applique à l'étude des phénomènes qui accompagnent le tir des bouches à feu et qui permet d'obtenir des résultats curieux, en le transformant, d'ailleurs, en appareil double faisant connaître, à la fois, la loi du mouvement d'un piston lancé par les gaz de la poudre et celle du mouvement de recul de la bouche à feu.

Dans tout ce qui précède, j'ai fait abstraction de l'orientation donnée à l'appareil par rapport au plan de tir, c'est-à-dire par rapport au plan vertical passant par l'axe de la bouche à feu, et, en effet, cette orientation peut, en principe, être quelconque (1).

Mais si l'on place systématiquement le tableau parallèlement au plan de tir, on peut remarquer qu'il suffira d'appuyer, sur le tableau mobile, un style porté par un support fixe dans l'espace, pour obtenir, sur ce tableau, lors du recul du canon, une nouvelle courbe qui pourra faire connaître les espaces parcourus horizontalement par la bouche à feu dans son recul, en fonction des espaces parcourus verticalement par le poids lancé par les gaz de la poudre et, par conséquent, en fonction des temps, puisque la courbe, tracée déjà par le chariot, fait connaître la loi du mouvement vertical du tableau.

Les figures ci-jointes (fig. 3 et 4), et les fig. 3, 4, 5 et 6 de la pl. 119, représentent l'appareil disposé pour fonctionner de cette façon; mais l'installation est forcément un peu plus compliquée que ne le ferait supposer ce que je viens de dire. Comme le canon, en reculant, peut recevoir des mouvements de trépidation, il convient, en effet, d'obliger le style fixe à décrire

(1) On fait ici, pour simplifier, abstraction de l'accélération due au recul, laquelle est loin d'être négligeable dans la pratique; on verra plus loin le moyen employé pour éliminer les effets perturbateurs que cette accélération peut provoquer, par suite de l'inertie des organes employés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

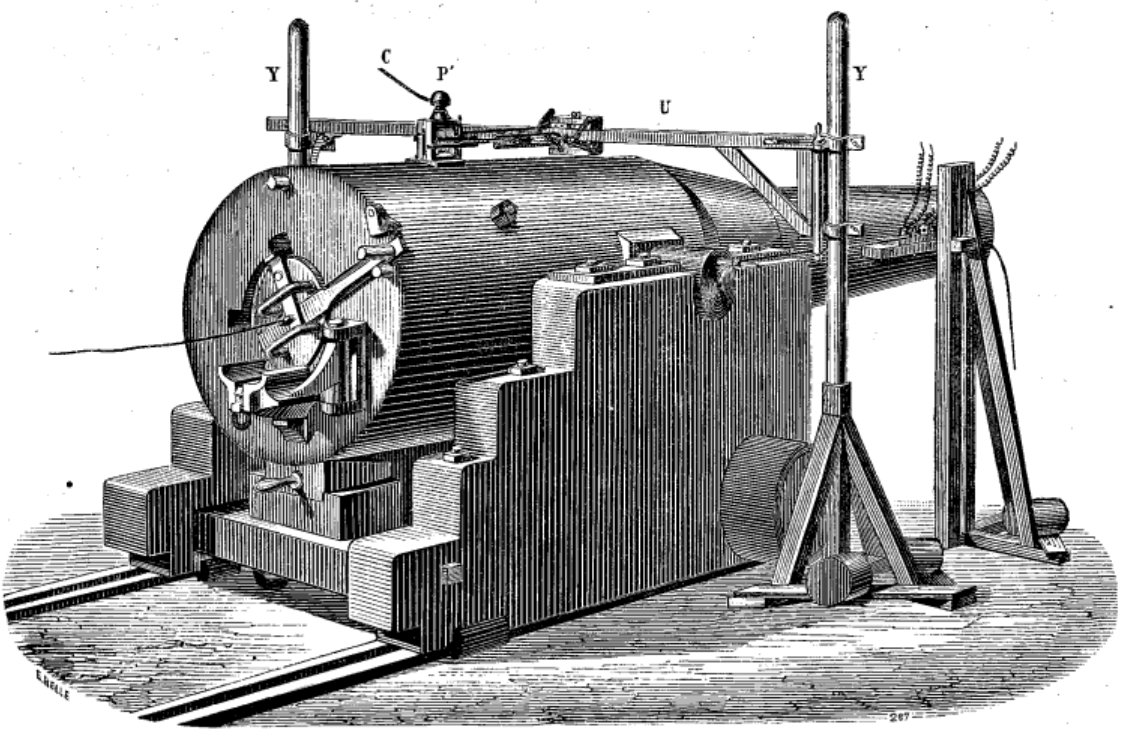


Fig. 3.

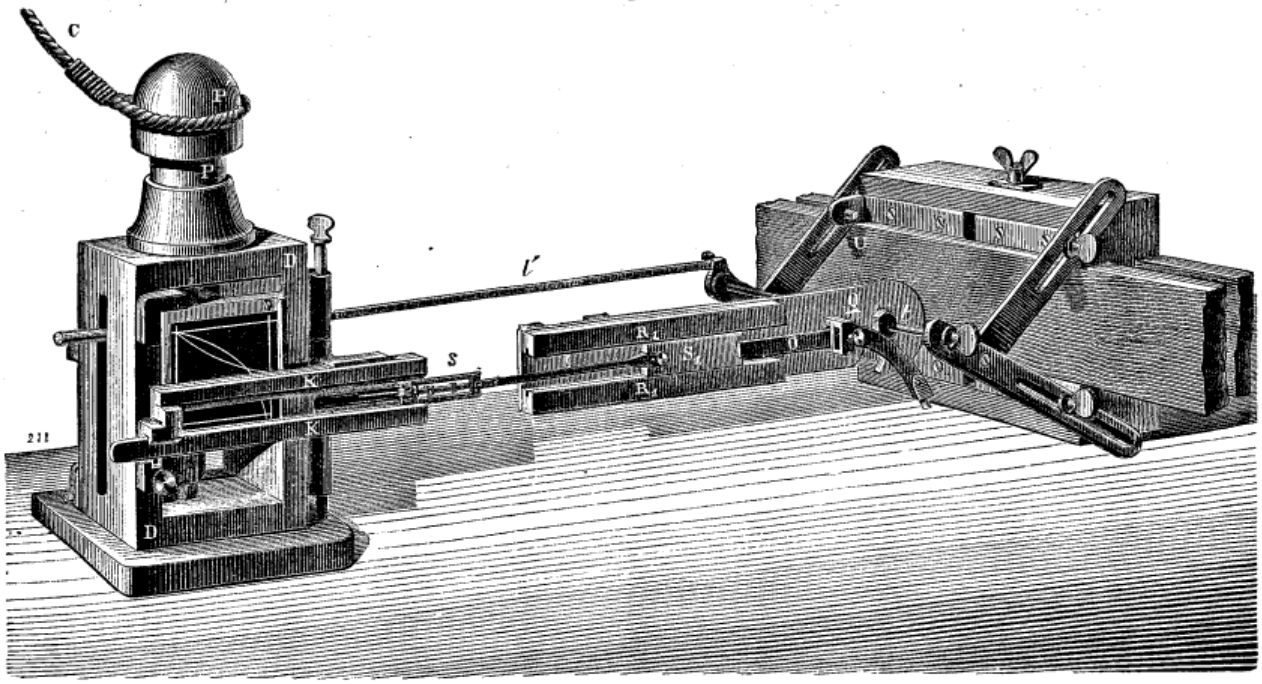


Fig. 4.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une ligne droite dans son mouvement relatif et, dans ce but, on le monte (pl. 119, fig. 4) sur un petit chariot S′ qui coulisse sur une tige à rainure R′, portée par la cage de l'accélérographe. Pour le maintenir fixe dans la rainure, il suffit de relier ce chariot par une tige inextensible, mais flexible en tous sens l', à une traverse horizontale en bois U supportée par deux montants fixes Y, Y (fig. 3, page 585) passant au-dessus du canon.

Si, d'ailleurs, on conservait le chariot mobile disposé comme précédemment, avec le point d'attache du ressort tenseur relié à l'accélérographe même, il pourrait arriver que le mouvement du chariot, dont on suppose la loi connue, fût troublé par les effets d'inertie du chariot et du ressort qui sont provoqués par le mouvement brusque de recul. On évite ce danger, en formant le chariot de deux pièces, l'une, très-légère, portant la plume et coulissant dans les glissières fixées sur la cage ; l'autre, beaucoup plus lourde S_1, coulissant dans des glissières $R_1 R_1$ (fig. 4, page 585) portées par la traverse en bois et, par conséquent, maintenues fixes dans l'espace. Les deux chariots sont reliés par un lien l flexible en tous sens, mais inextensible, de façon que le petit chariot reçoive, dans le sens des glissières, un mouvement identique à celui du grand, malgré les trépidations du canon, et c'est sur le chariot le plus lourd qu'est fixé le ressort tendu O qui provoque le mouvement. L'appareil, ainsi disposé, fournit deux courbes : l'une, donnée par le chariot entraîné par le ressort, a ses abscisses ou coordonnées horizontales qui sont, à chaque instant, la somme des déplacements du chariot dans l'espace et des déplacements horizontaux du canon dans son mouvement de recul ; l'autre a ses abscisses qui sont égales simplement à ces derniers déplacements.

Si l'on porte, sur les abscisses successives de la première et à partir des points de rencontre de ces lignes avec la courbe, des valeurs égales aux abscisses de la seconde, on obtient, par différence, la courbe qui aurait été tracée si le canon n'avait pas reculé pendant le déplacement vertical du piston de l'appareil, c'est-à-dire la courbe qui peut faire connaître la loi du mouvement du piston, en fonction de la loi connue du mouvement du chariot fonctionnant isolément et, par conséquent, en fonction des temps. Cette loi connue permet de déduire, de la deuxième courbe, la loi de recul du canon en fonction des temps.

L'examen de ces deux courbes fournit une démonstration expérimentale rigoureuse d'un fait qui, si extraordinaire que cela puisse paraître actuellement, a suscité autrefois de bien longues controverses parmi les artilleurs : je

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

veux parler de la question de savoir si une bouche à feu recule avant que son projectile l'ait quittée.

Les principes immuables de la mécanique indiquent que le canon doit commencer son mouvement de recul au moment même où le projectile commence à se déplacer dans l'âme ; si même on fait abstraction de la masse des gaz de la poudre, ce qui, toutefois, fausse, dans une certaine mesure, les résultats, on peut dire que le projectile et le canon doivent se déplacer, en sens inverse, à chaque instant, de quantités inversement proportionnelles à leur masses respectives.

Or, si l'on considère la courbe tracée par le style fixe, sur le tableau de l'accélérographe, courbe qui fait connaître la loi du recul du canon, il est évident que, si le piston se soulevait sans que le canon reculât, le style décrirait, pendant tout ce temps, l'axe vertical des ordonnées ; si, au contraire, le canon reculait avant que le piston ne se mît en mouvement, le style décrirait une portion de l'axe horizontal des abscisses, avant de commencer à tracer une portion de courbe. Or, en réalité, on trouve toujours, ainsi qu'on peut le voir sur les tableaux que voici (voir la fig. 5) (1), que la trace du style, formant la courbe de recul, se détache, nettement et mathématiquement, de l'angle même formé par la rencontre des deux axes, ce qui démontre que le recul commence rigoureusement au moment précis où le piston et, par conséquent, le projectile se mettent en mouvement, et cela a lieu même pour les canons rayés actuels dont les projectiles sont munis de ceintures qui les forcent dans les rayures, tandis qu'on eût pu s'attendre, dans ces

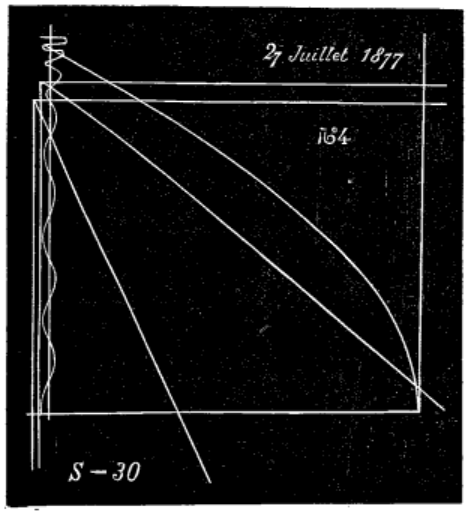


Fig. 5.

(1) Cette figure reproduit un tracé obtenu à l'aide d'un appareil qui présentait une disposition un peu différente de celle indiquée sur les fig. 3 et 4. Le style fixe et le chariot mobile étaient placés du même côté de l'appareil et, par suite, les deux courbes tracées lors du tir ont été obtenues sur la même plaque ; ce sont les deux courbes qui partent de l'angle supérieur de gauche de la figure ; la courbe qui s'écarte le moins de la verticale est la courbe du recul simple. Ce même tableau porte aussi la courbe obtenue dans le tarage, laquelle part de l'angle inférieur de droite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bouches à feu, à ce que le piston, qui est libre dans son logement, se mît plutôt en mouvement un peu avant le projectile.

Je ne signalerai pas toutes les autres applications qu'a pu recevoir l'accélérographe; je dirai seulement, pour terminer, qu'il peut, évidemment, être employé à l'observation de phénomènes autres que ceux de la combustion de la poudre. Il m'a servi déjà, par exemple, à mesurer les variations de pression produites, lors du tir, dans les cylindres remplis, tantôt d'eau et d'air, tantôt d'eau seulement et munis d'orifices d'écoulement variables, qui servent de freins dans les nouveaux affûts hydrauliques des bouches à feu de gros calibre. On peut en imaginer aisément d'autres emplois.

Dans toutes ces applications à la mesure de pressions brusquement développées, il a l'avantage, sur les appareils manométriques usuels, de pouvoir enregistrer les oscillations rapides des pressions que ceux-ci sont impuissants à mesurer; mais il ne donne ces pressions que par une voie indirecte et à l'aide de lectures délicates et de calculs assez longs.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 119, REPRÉSENTANT L'ACCÉLÉROGRAPHE SIMPLE DISPOSÉ POUR LA MESURE DES PRESSIONS DÉVELOPPÉES PAR LA COMBUSTION DE LA POUDRE EN VASE CLOS, ET L'ACCÉLÉROGRAPHE DOUBLE DISPOSÉ POUR L'ÉTUDE SIMULTANÉE DU DÉVELOPPEMENT DES PRESSIONS DANS L'AME ET DE LA LOI DE RECUL D'UNE BOUCHE A FEU.

Les mêmes lettres représentent les mêmes objets sur les figures de la planche et sur les figures correspondantes du texte.

Fig. 1 et 2. Accélérographe simple disposé sur une éprouvette de poudrerie, pour la mesure des pressions développées par la combustion de la poudre en vase clos.

La fig. 1 représente, à l'échelle de 1/5, une coupe de la partie inférieure de l'appareil montrant la disposition intérieure de la chambre à poudre, et une élévation de la partie supérieure montrant la face antérieure de l'accélérographe proprement dit.

(La fig. 1 du texte représente la vue perspective d'un appareil semblable, mais plus petit; seulement, sur cette figure, le chariot est figuré déclanché et à l'extrémité de sa course, tandis que sur la planche il est supposé armé et à l'origine de sa course.)

La fig. 2 représente une coupe verticale, par l'axe des poids additionnels de l'accélérographe, montrant la disposition de l'encliquetage Dobo.

A, chambre destinée à renfermer la poudre et ménagée dans un bloc cylindrique en acier fondu.

V, bouchon supérieur à vis de la chambre, percé suivant son axe pour recevoir le piston soumis à l'action du gaz de la poudre.

V′, bouchon inférieur, également à vis, traversé par un tampon conique isolé élec-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

triquement, lequel porte l'une des petites bornes qui servent de supports au fil de platine destiné à être porté à l'incandescence, pour provoquer l'inflammation de la charge de poudre.

F et F′, conducteurs électriques communiquant, l'un avec le corps du bouchon, l'autre avec la tête du tampon isolé, et sur lesquels s'adapte le raccord E d'un appareil de mise de feu électrique.

K, robinet à vis, de forme spéciale, permettant de laisser dégager les gaz après l'explosion et de les recueillir pour l'analyse, au moyen d'un tube de caoutchouc adapté à son extrémité.

B, éprouvette en bronze destinée à envelopper la chambre pour la protection des opérateurs ; elle repose sur des vis calantes et porte une fente longitudinale destinée à donner passage aux fils conducteurs et au robinet qui font saillie latéralement sur les chambres à poudre.

C, couvercle à vis de l'éprouvette ; il laisse, au centre, un passage pour la tige du piston. Le filet de vis est interrompu sur trois secteurs formant chacun un sixième de circonférence, comme dans les fermetures de culasse à vis, pour abréger la mise en place qui s'effectue par un sixième de tour. Le couvercle est muni de deux poignées *c c* pour en faciliter la manœuvre.

p, piston destiné à recevoir l'action des gaz de la poudre ; il est formé d'une partie de petit diamètre engagée dans le bouchon supérieur de la chambre à poudre, et d'une partie de diamètre plus fort prolongeant celle-ci à l'extérieur ; cette dernière se termine par un pas de vis qui s'engage dans un logement fileté dans la base du cube destiné à recevoir les tableaux.

La partie de petit diamètre est rodée et ajustée avec soin dans le canal du bouchon ; elle est pourvue de cannelures destinées à faciliter l'obturation ; le piston est graissé avec soin avant d'être mis en place.

D, cage en acier de l'accélérographe proprement dit. Sur le devant de cette cage, vient s'appliquer une portière de bronze D′ D′, tournant autour d'une charnière verticale placée sur le côté droit, et qui supporte le chariot porte-style et ses guides.

T, tableau en acier ou en verre destiné à recevoir les tracés ; il est fixé sur le cube qui surmonte le piston.

P, poids cylindrique vissé sur la face supérieure du cube pour en augmenter le le poids et qui, traversant le canal vertical de la vis W, vient supporter les poids additionnels P′.

W, vis creuse à tête dentée qui s'engage dans la face supérieure de la cage d'accélérographe et dont la base, par sa rencontre avec la face supérieure du cube, limite la course du piston.

Cette face est garnie d'un tampon de feutre logé dans une rainure circulaire afin d'amortir le choc

Un ressort à cliquet, porté par un curseur mobile sur une tige latérale, s'engage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans les dents de la tête de la vis, et permet de déterminer exactement la position donnée à celle-ci lorsqu'on veut limiter avec précision l'étendue de la course libre du piston. (Cette disposition n'est utile que lorsqu'on emploie l'appareil comme accéléromètre. — Voir la note p. 581.)

S, chariot porte-style coulissant entre les rails R R, et sollicité à se mouvoir par la lanière de caoutchouc *o* fortement tendue; ce chariot est représenté muni d'un poids additionnel *s'* placé dans le cadre à jour qui forme le chariot et maintenu par le serrage d'un écrou monté sur une vis fixe horizontale placée dans l'axe de ce chariot.

L'extrémité de la lanière de caoutchouc est passée en double dans un petit étrier fixé au chariot; elle est serrée à son extrémité entre deux petits plans d'acier formant pinces, qui coulissent dans la traverse Q qui réunit les extrémités des rails et qui peuvent être rapprochées par l'action de deux vis moletées *q q*. On donne à cette lanière une tension initiale connue, variable à volonté, en plaçant l'appareil verticalement et suspendant à l'extrémité de la lanière un poids déterminé, après avoir desserré les pinces. On serre fortement ces pinces quand le caoutchouc a pris sa position d'équilibre et l'on immobilise ainsi la lanière dans l'état de tension voulu.

Deux petits butoirs *b b* pouvant coulisser sur les rails, mais retenus par deux forts bracelets en caoutchouc *b' b'*, servent à amortir le choc d'arrêt du chariot à l'extrémité de sa course.

Le chariot porte à sa partie antérieure un style formé d'une pointe d'aiguille poussée par un léger ressort et est prolongé par une petite lame horizontale d'acier, qui sert à le retenir à sa position initiale.

Ce résultat est obtenu par la simple adhérence produite par la pression exercée sur cette lame, qui se trouve pincée entre deux pièces planes, l'une N fixe appartenant à la cage de l'accélérographe, l'autre M mobile appartenant au cube qui porte le tableau.

G, lame vibrante qui est fixée à charnière à sa partie supérieure, de façon à pouvoir être approchée plus ou moins du tableau et qu'un écrou à oreille E permet de fixer solidement dans la position voulue. Cette lame, dont on connaît exactement le nombre de vibrations, sert à contrôler le fonctionnement de l'appareil, en donnant une seconde mesure de la durée de la course du piston.

Elle porte, à son extrémité inférieure, une petite plume d'acier qui vient tracer sur le tableau recouvert de noir de fumée; on lui donne une tension initiale au moyen de la vis *v* qui déplace une petite tige portée par la saillie M du cube mobile; cette tige ne s'engage que de quelques dixièmes de millimètre sur l'extrémité de la lame vibrante qui est recourbée d'équerre; par suite, celle-ci est rendue libre aussitôt que le piston commence à se déplacer. La plume trace alors sur le tableau une ligne sinusoïdale.

P' P', poids additionnels destinés à augmenter les masses mises en mouvement; ces poids peuvent être au nombre de trois, le poids inférieur (fig. 2) porte deux tiges verti-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cales sur lesquelles viennent s'enfiler les deux autres qui peuvent être enlevés à volonté.

Ces trois poids sont percés suivant l'axe d'une rainure triangulaire, dans laquelle s'engage une tige d'acier, de même forme, destinée à servir de guide.

Cette tige est suspendue au plafond du laboratoire, au moyen d'une articulation à rotule; elle porte, à sa partie inférieure (voir la fig. 1 du texte, qui représente les poids soulevés), un prolongement cylindrique de petit diamètre qui s'engage dans un canal ménagé dans la tige qui prolonge le cube mobile, et assure ainsi la verticalité du système, tout en laissant le jeu nécessaire pour la course du piston.

Le poids inférieur (fig. 2) contient, dans une mortaise pratiquée à cet effet, un encliquetage à excentrique, du système Dobo, qui permet à ce poids de monter, mais non de redescendre; on dégage cet encliquetage en soulevant, avec le doigt, une oreille ajoutée au galet de l'excentrique; cette oreille vient buter contre une vis de réglage qui permet d'éviter de trop grands serrages.

Lorsqu'on fait usage des poids additionnels, on place sur le poids supérieur une petite rondelle de feutre coulissant à frottement sur la tige triangulaire, et qui sert d'index, pour déterminer la hauteur exacte à laquelle les poids ont été lancés; quant à ces poids eux-mêmes, ils redescendent toujours d'une certaine quantité avant que l'encliquetage ne produise l'arrêt, et cet encliquetage ne sert qu'à éviter les chocs que produirait leur chute libre.

Fig. 3. Coupe longitudinale à l'échelle de 1/5, dans un canon de 14 centimètres, modèle 1870, de la marine, surmonté d'un accélérographe disposé pour enregistrer simultanément la loi des pressions développées dans la chambre à poudre et la loi de recul du canon. L'accélérographe est représenté en élévation, le grain qui contient le piston étant seul supposé coupé.

Fig. 4. Vue de la face postérieure de l'accélérographe, à l'échelle de 1/5.

Les fig. 3 et 4 du texte représentent, en perspective, l'appareil installé de la même façon sur un canon de 24 centimètres, modèle 1870, de la marine. La fig. 3 du texte laisse voir aussi un vélocimètre, relié à l'un des tourillons du canon et disposé pour enregistrer aussi la loi du recul (1).

Fig. 5 et 6. Vues en plan et en élévation, en demi-grandeur, du chariot double de l'accélérographe.

V, grain en acier vissé dans le canon, normalement aux parois, de façon à déboucher dans la chambre à poudre, et qui sert de guide au piston p dont on veut étudier le mouvement.

D, cage d'accélérographe.

T, tableau recouvert de noir de fumée, fixé sur la face antérieure du cube relié au

(1) Voir *Bulletin* de 1879, 3e série, t. VI, p. 75.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

piston et qui est destiné à recevoir les tracés faisant connaître la loi du mouvement du piston.

T′, tableau semblable fixé sur la face postérieure du cube.

P, tige cylindrique appartenant au poids additionnel P′; cette tige traverse une ouverture cylindrique ménagée dans la partie supérieure de la cage d'accélérographe et se trouve ainsi guidée verticalement.

Le poids P′, poussé par le piston, est lancé verticalement; il est retenu au moyen d'un cordage C suffisamment long et fixé à un support élevé, qui le dévie et l'empêche de retomber sur l'appareil.

S, chariot porte-style, très-léger, qui coulisse entre les rails RR fixés sur la cage d'accélérographe.

S_1, chariot plus lourd relié au précédent par une lame d'acier *l* articulée à ses deux extrémités; ce second chariot entraîne le premier et est lui-même mis en mouvement par l'action d'une lanière en caoutchouc fortement tendue O; il est guidé entre deux rails en acier $R_1 R_1$. Ces rails sont montés sur une plaque métallique Q, qui est maintenue fixe dans l'espace.

On obtient ce résultat en engageant dans l'échancrure qui termine cette plaque, une tige de fer *t*, reliée par deux systèmes de tringles articulées, à coulisses, avec vis de serrage, à une traverse en bois U placée, à poste fixe, au-dessus de la bouche à feu.

La plaque étant ainsi placée est serrée fortement entre deux écrous qui se vissent sur la tige *t* et qui la maintiennent solidement.

Les coulisses des tringles articulées permettent d'amener exactement la tige *t* qui doit servir de point fixe, dans la position voulue, malgré les petits déplacements que peut subir le canon d'un coup à l'autre. Le mode de serrage de la plaque entre deux écrous, mobiles tous deux, permet également de la fixer sans la gauchir.

Deux forts ressorts *b b* sous lesquels s'engage le chariot S_1, à la fin de sa course, servent de freins pour amortir le choc d'arrêt de ce dernier.

Les deux parties RR et $R_1 R_1$ des rails sont reliées ensemble, pendant le montage de l'appareil et les préparatifs du tir, au moyen du verrou X avec vis de pression Z; ce verrou, fendu à cet effet, s'engage d'autre part sous la tête de la vis Z′.

Lorsque la plaque de support des rails $R_1 R_1$ est fixée après la traverse U, on dégage le verrou en le poussant vers le point fixe de la plaque Q, et on le dégage ainsi complétement de l'accélérographe.

Il reste alors, entre les deux portions des rails RR et $R_1 R_1$, un vide d'environ 2 centimètres, et les deux parties de l'appareil ne sont plus reliées que par la lame flexible en tous sens, mais inextensible *l*; de sorte que le canon et l'accélérographe qu'il supporte peuvent éprouver de fortes trépidations sans que le chariot S_1 ait à en subir les effets; par suite, le chariot porte-style S se déplace horizontalement de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quantités égales à chaque instant aux déplacements correspondants du chariot S_1.

Le petit chariot S est pourvu d'un style formé d'une petite plume d'acier dont on peut régler la saillie à volonté au moyen d'une petite vis butante, à tête carrée, qui peut être manœuvrée à l'aide d'une petite clé spéciale.

Ce chariot porte, sur son prolongement, une petite lame horizontale en acier L, qui s'engage dans une fente de l'entretoise qui réunit l'extrémité des rails R R et dépasse cette pièce; elle se trouve pincée entre un plan fixe formé par une saillie N de cette entretoise et la face pleine d'un équerre M portée par le cube mobile.

Sur la face arrière de l'accélérographe qui porte le tableau T′ (fig. 4), est montée une petite glissière R′ sur laquelle coulisse un petit chariot porte-style S′; ce chariot est simplement relié par une tige flexible l' à la tige t reliée à la traverse U par le système de tringles articulées; il en résulte que le style S′ reste immobile dans l'espace et que le tableau T′ se meut devant lui, en se déplaçant, dans le sens vertical, suivant la loi du mouvement imprimé au piston par les gaz de la poudre et, dans le sens horizontal, suivant la loi de recul de la bouche à feu.

Sur cette même face de l'accélérographe et pour décharger le tableau T, on dispose habituellement la lame vibrante de contrôle G.

Cette lame est ici représentée montée en sens inverse de la disposition adoptée pour l'éprouvette de poudrerie, c'est-à-dire que l'articulation est placée à la partie inférieure au lieu d'être placée en haut de la cage d'accélérographe.

Pour produire aussi plus brusquement le déclanchement de cette lame vibrante, elle est maintenue bandée au moyen d'un levier articulé g qui vient buter, près de son point d'articulation, sur une vis portée par une saillie du cube, de sorte que les déplacements de ce dernier sont amplifiés par l'extrémité qui maintient la lame courbée, et que celle-ci est rendue libre au moindre mouvement du piston.

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE.

APPLICATION DE L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE AUX ARDOISIÈRES D'ANGERS, PAR M. BLAVIER, ANCIEN INGÉNIEUR DES MINES.

En 1832, d'après les conseils du regretté M. Lechatelier, alors ingénieur des mines à la résidence d'Angers, la Société des Grands-Carreaux entreprenait la première exploitation souterraine sur le centre des importantes ardoisières de Maine-et-Loire.

L'objectif principal de l'éminent ingénieur, en indiquant ce procédé, était d'éviter aux exploitants les frais énormes occasionnés par les *découvertures*, travail préparatoire qui consiste à enlever les terres et *cosses* recouvrant le schiste fossile jusqu'à une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

profondeur de plus de vingt mètres en certains points, ce qui représente un déblai de 150 à 200 000 mètres cubes à opérer avant tout travail utile.

Une expérience de près de cinquante années, en sanctionnant le mérite de cette idée, lui a donné une portée beaucoup plus considérable. Grâce à son application, en effet, le champ de dépouillement des veines ardoisières du centre d'Angers, anciennement limité dans les exploitations à ciel ouvert au maximum de 40 à 42 foncées, soit 120 à 125 mètres, est maintenant illimité en profondeur comme pour toutes les autres masses minérales, et aujourd'hui le mode d'exploitation du schiste par galeries souterraines est presque exclusivement adopté, attendu que les affleurements des veines ardoisières ont été fouillées sur tout leur développement, excepté pour la veine du nord, aux environs de Trélazé, où les Sociétés d'Angers-Fresnais-Trélazé et des Grands-Carreaux-Hermitage, ont encore en activité deux carrières à ciel ouvert seulement.

Ces deux Sociétés et les quatre autres, qui détiennent le terrain ardoisier des environs d'Angers, exploitent au contraire douze chantiers souterrains et en ont neuf autres en préparation.

Tous ces chantiers sont établis d'après les principes indiqués à l'origine par M. Lechatelier, c'est-à-dire en appliquant le mode d'abatage des carrières à ciel ouvert sous une voûte, de façon à produire des chambres souterraines ayant une aire de 2 à 3 000 mètres carrés avec une profondeur variable suivant le nombre des foncées exploitées.

Les conditions de stabilité des roches schisteuses sont, de beaucoup, meilleures dans ces galeries souterraines que dans les fonds à ciel ouvert, et de fait, les éboulements de masses un peu considérables y sont notablement moins fréquents ; ce qui s'explique, car les excavations souterraines ne sont jamais exécutées qu'en plein roc, à une grande profondeur au-dessous des affleurements altérés par l'action du temps, et la voûte a pour effet de maintenir efficacement les parois verticales de la chambre. D'autre part, les agents atmosphériques, qui ont une si grande puissance de désagrégation sur les parois des fonds à ciel ouvert, sont sans action dans les fonds souterrains. Enfin, les eaux de surface, ne pénétrant pas dans les masses schisteuses compactes des chantiers profonds, n'y peuvent pas produire les effets de renversement si fréquents dans les parois des carrières à ciel ouvert.

La seule circonstance relativement très-désavantageuse dans les exploitations souterraines est leur obscurité, qui rend le travail de l'ouvrier d'à bas moins avantageux et la surveillance des parois plus difficile.

On a remédié à cet inconvénient, d'une part, en installant des ponts de surveillance qui sillonnent dans tous les sens les voûtes et les parois, et sur lesquels circulent incessamment des ouvriers de confiance ; d'autre part, en substituant aux lampes fumeuses employées à l'origine, comme dans toutes les exploitations minérales, d'abord la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lumière du gaz et dans ces derniers temps la lumière électrique, qui paraît résoudre complétement le problème.

Je me propose d'indiquer, dans cette note, l'historique des améliorations successives, introduites dans l'éclairage des ardoisières d'Angers et les importants résultats obtenus par les exploitants.

C'est en **1847**, sur la carrière des Fresnais, pour l'éclairage du puisard n° **1**, que fut installée la première usine à gaz, se composant d'une seule cornue en fonte et d'un gazomètre. Quand on eut reconnu la possibilité de refouler économiquement le gaz à la profondeur de **200** mètres, et constaté la supériorité de la lumière ainsi produite sur celle des lampes pour éclairer l'ensemble de la chambre souterraine, on refit entièrement l'usine dans le courant de l'année **1855**, en l'armant de deux fours à trois cornues chacun avec deux gazomètres et les appareils d'épuration perfectionnés. La dépense de cette nouvelle installation s'est élevée à **30 000** francs environ.

Elle devint le type adopté successivement par les Sociétés des Grands-Carreaux, de la Paperie, de l'Hermitage et des Petits-Carreaux, pour l'éclairage au gaz de leurs chantiers souterrains. La consommation de ces différentes usines s'élève en moyenne à **1 200** tonnes de houille par an, représentant une production de **240 000** mètres cubes de gaz.

Dans ces conditions, le prix de revient de l'éclairage au gaz d'une chambre, comme le n° **10** de la Société des Fresnais, peut s'établir très-approximativement ainsi qu'il suit, par jour de **22** heures, temps normal du travail dans les fonds souterrains :

	fr.
Amortissement du capital engagé (30 000 fr.) pendant trois cents jours de travail, 10 pour 100.	10,00
Charbon distillé, 1 000 kilog.	30,00
Entretien (conduites de gaz, réfection des fours, petit matériel, becs, caoutchouc, matières dépuratives, etc.), au minimum.	5,00
Chauffeurs et surveillants, quatre hommes, à 3 francs.	12,00
Coke dépensé pour distiller une tonne de houille, 240 kilog. à 25 fr. .	6,00
Total.	63,00

Dont il faut déduire les produits marchands de l'usine :

	fr.
Coke, 600 kilog. à 25 francs la tonne.	15,00
Goudron, 50 kilog. à 30 francs la tonne.	1,50
Ensemble.	16,50

Ce qui donne, pour la consommation journalière de gaz, une dépense de 46^{f},50.

Cet éclairage au gaz ne sert que pour l'ensemble de la chambre souterraine et les descenderies, et ne suffit pas pour le travail de l'ouvrier d'à bas, qui doit avoir cons-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tamment près de lui sa lampe à main. Aussi la dépense d'huile, pour le chantier souterrain qui nous sert de type, ne peut pas être estimée par double pose, à moins de $8^{f},50$, et par suite, la dépense totale d'éclairage de ce chantier s'élevait à 55 francs pour un personnel de 80 à 90 ouvriers, et une fabrication moyenne de 100 milliers d'ardoises par jour.

Le prix de revient du gaz, dans les usines des ardoisières, se déduit d'ailleurs des éléments qui précèdent. J'admets ce qui a été reconnu sensiblement exact, que la tonne de houille, distillée en 24 heures, fournit 200 mètres cubes de gaz, dont 75 p. 100 seulement sont utilisés en raison des pertes de la canalisation, et que chaque bec employé, consommant 180 litres par heure, donne une lumière correspondante à celle de de 1,60 bec Carcel. Il en résulte que, dans le fond n° 10 des Fresnais, l'éclairage au gaz équivalait à l'emploi de 60 becs Carcel, et que la dépense par bec et par heure était de $0^{f},0344$; qu'enfin le mètre cube de gaz utilisé revenait à $0^{f},303$, prix élevé, mais ne dépassant pas cependant le prix de vente réduit, obtenu depuis cette année seulement par la ville d'Angers, pour l'éclairage public et celui des particuliers.

L'amélioration produite par l'emploi du gaz pour l'éclairage des ardoisières souterraines du centre d'Angers fut considérable. La circulation devint facile et moins dangereuse pour les ouvriers, qui ne sont pas, comme dans les galeries ou tailles des mines de charbon, constamment occupés au même point. La surveillance du clerc d'à bas fut plus efficace et surtout on obtint ainsi, dans l'ensemble du chantier, une lumière un peu diffuse sans doute, mais suffisante pour permettre d'apercevoir les parois et les voûtes de la chambre et détruire l'appréhension naturelle qu'éprouve l'ouvrier à l'idée d'un danger, dont il ne peut se rendre compte.

Les exploitants, en présence de ces grands avantages obtenus par un meilleur éclairage de leurs chantiers, malgré les sacrifices qu'ils venaient de s'imposer en dépensant plus de 150 000 francs pour la création de cinq usines à gaz, se sont préoccupés de l'application de la lumière électrique dans leurs carrières souterraines, aussitôt qu'elle a paru entrer dans le domaine de la pratique, par l'invention de la machine électro-magnétique de Nollet, exploitée par la compagnie parisienne *l'Alliance*.

En 1861, je fus chargé par la commission des ardoisières d'étudier cette importante question. Des expériences venaient d'être faites par l'Administration des ponts et chaussées et n'avaient pas encore permis d'adopter l'éclairage électrique pour les phares, à cause des intermittences et extinctions de lumière dues à l'imperfection de la lampe alors usitée et à la non-homogénéité complète du charbon de cornue à gaz, employé pour la production du foyer lumineux. Telle était la conclusion à laquelle arrivait à cette époque M. Allard, ingénieur en chef du service des phares, qui avait dirigé les expériences, et que j'eus l'honneur de voir.

Ces objections capitales pour les phares, pouvaient avoir une importance moindre, quand il s'agissait de l'éclairage d'un chantier ardoisier, si toutefois les extinctions signalées n'étaient pas trop fréquentes et si le prix de revient était abordable pour l'in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dustrie ; c'est ce qu'il importait de vérifier avant de se lancer dans la dépense considérable d'une nouvelle installation d'éclairage.

Le directeur de la compagnie *l'Alliance*, M. Berlioz, ne voulant pas se prêter aux expériences que je lui demandais dans nos carrières, je dus dans la séance de la commission des ardoisières, du 3 mai 1861, déclarer que si l'éclairage électrique paraissait applicable à ses chantiers, je faisais toutes réserves, quant aux prix de revient et aux objections de détail que la pratique seule pouvait révéler ; ce qui amena les exploitants à surseoir à l'adoption de ce nouveau procédé d'éclairage jusqu'à ce qu'il fût complétement sorti de la période d'expérimentation.

Deux ans après ces premières études, M. Bazin, que ses relations avec Angers avaient mis sans doute au courant de la situation, traitait avec le directeur de la compagnie *l'Alliance* pour l'exploitation du brevet de la machine électro-magnétique de Nollet, dans le département de Maine-et-Loire, et constituait, à un capital relativement important, une société locale à laquelle il cédait son privilége.

Le premier acte de cette société fut, en avril 1863, de proposer à la commission des ardoisières de se charger à forfait de l'éclairage électrique de ses différentes chambres souterraines ; mais avant tout arrangement, la commission revenant au point où elle avait laissé cette question, le 3 mai 1861, décidait dans sa séance du 19 juin 1863, qu'elle ne pouvait passer aucune convention avant d'avoir vu à l'œuvre les machines proposées par M. E. Bazin, et de s'être rendu un compte exact des effets pratiques de toutes sortes que pouvait produire ce nouveau mode d'éclairage. Si, pour faciliter une expérience qui lui paraissait indispensable, sa coopération était utile, elle ne refusait pas de s'entendre à cet égard avec M. Bazin.

L'accord étant intervenu sur la participation aux frais, l'expérience fut faite au puisard n° 1 de la carrière de la Paperie, du 1er au 10 septembre, d'une façon continue, sous la surveillance des agents les plus expérimentés de la compagnie *l'Alliance*, notamment de M. Gramme, et fut suivie par les directeurs des différentes sociétés ardoisières, chargés de faire un rapport à la commission sur les résultats constatés.

L'installation consistait en deux machines électro-magnétiques à six disques, du système Nollet, actionnées par deux petites machines à vapeur de la force de 1 cheval 1/2 environ chacune, transmettant le courant électrique, au moyen de deux conducteurs en fils de cuivre placés dans le puits d'extraction, à deux lampes système Gramme, armées de réflecteurs mobiles et posés à 7 mètres environ au-dessus de la dernière foncée de la carrière souterraine qui présentait une aire de 1 500 mètres carrés sous une hauteur de voûte de 20 mètres seulement.

Il fut constaté par les directeurs que, pendant un éclairage de dix jours et dix nuits consécutifs, la lumière électrique s'était constamment produite avec une intensité suffisante et sensiblement égale, sans scintillement gênant et sans intermittence appréciable, permettant de surveiller la voûte et le fond plus facilement qu'avec l'éclairage au gaz habituellement employé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En présence d'un résultat aussi favorable, la commission des ardoisières était disposée à traiter avec la société Bazin, mais elle ne put s'entendre avec cette société qui voulait toujours fournir elle-même la lumière électrique dans chaque chambre souterraine à un prix déterminé par lampe, prix inacceptable.

La commission, de son côté, offrait 30 000 francs comptant pour le droit d'user des machines de la compagnie *l'Alliance* dans les ardoisières réunies en syndicat et la reprise au prix de vente de six de ces machines dont l'achat ferme avait été la seule condition du privilége concédé par M. Berlioz à M. Bazin dans le département de Maine-et-Loire. Cette offre représentait un déboursé de 107 500 francs.

	fr.
Six machines à six disques, à 12 000 francs l'une.	72 000
Deux machines à vapeur ayant servi aux expériences de la Paperie.	4 000
Quatre lampes Gramme et accessoires divers.	1 500
Indemnité à la Société Bazin.	30 000

Il est juste d'ajouter que cette proposition, non acceptée en septembre, fut reprise en décembre suivant par M. Berlioz, qui la trouvait avantageuse pour la compagnie *l'Alliance*. Mais alors la commission des ardoisières avait établi le devis exact des frais d'installation de ce nouveau mode d'éclairage sur ses différents chantiers, et elle recula devant la dépense qui ne se chiffrait pas à moins de 364 000 francs, conformément au détail suivant :

	fr.
Carrière des Fresnais : deux puisards, cinq lampes.	78 000
Carrière de la Paperie : deux puisards, quatre lampes.	64 000
Carrière de l'Hermitage : un puisard, deux lampes.	32 000
Carrière des Grands-Carreaux : trois puisards, huit lampes.	128 000
Carrière de Trélazé : un puisard, deux lampes.	32 000
Indemnité à la Société Bazin pour abandon de son privilége. . . .	30 000
Total de la dépense.	364 000

Cette décision définitive de la Commission mit un terme aux pourparlers avec la société Bazin et ajourna tout essai d'éclairage électrique aux ardoisières d'Angers, pour une longue période de temps.

C'est, en effet, quinze ans plus tard seulement, à la suite des résultats économiques constatés à l'Exposition universelle de 1878, et en présence des perfectionnements introduits dans la production de la lumière électrique par la machine électro-magnétique à courants continus de Gramme, que la Commission des ardoisières, saisie à nouveau de la question, décida le 30 août 1878 qu'une installation complète serait faite de ces machines construites par MM. Lemonnier, Sautter et C^ie^, de Paris, sur la carrière des Fresnais, et que je dirigerais l'expérimentation définitive de ce nouveau mode d'éclairage, avec l'aide de M. G. Larivière, l'un de ses agents.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Après plusieurs mois de tâtonnements pour arriver à déterminer les meilleures dispositions pratiques à adopter pour le moteur mécanique, les lampes et le conducteur électrique, le problème a été résolu dans des conditions qui me paraissent laisser peu de chose à désirer.

Les premiers essais furent entrepris avec une machine verticale d'Hermann-Lachapelle, de quatre chevaux, actionnant deux machines électro-magnétiques de Gramme, qui marchaient à la vitesse de 1 350 révolutions par minute. On se servait de deux lampes système Serrin et d'un conducteur en cuivre de 350 mètres de longueur et seulement 7 millimètres carrés de section. Ces essais démontrèrent que le moteur était insuffisant pour obtenir une vitesse régulière, absolument indispensable au bon fonctionnement des lampes, et que la trop faible section du conducteur occasionnait une résistance sérieuse au passage du courant électrique, d'où résultait une forte consommation de charbon s'élevant à environ 12 hectolitres par 22 heures de travail. On fut alors amené à modifier ces conditions défectueuses et à adopter définitivement la combinaison suivante.

Une machine à vapeur à détente et puissant régulateur, d'une force nominale de 16 chevaux, fut installée, avec deux générateurs, pour commander les six machines électro-magnétiques qui seront nécessaires à l'éclairage des trois chambres souterraines de la carrière des Fresnais. De nouveaux câbles conducteurs furent faits, partie en 7 fils cuivre n° 18 pesant 570 grammes au mètre et donnant une section de 63 millimètres carrés, partie en 19 fils n° 13, poids 500 grammes au mètre, section 59 millimètres carrés. Ces câbles, d'une longueur de 350 mètres, fabriqués par l'atelier spécial de la Commission des ardoisières ne furent pas enveloppés extérieurement, l'expérience ayant démontré pour les premiers conducteurs essayés que l'enveloppe en chanvre goudronné se détériorait rapidement et était par suite plus nuisible qu'utile. On substitua aussi dans les lampes, aux charbons de cornue à gaz, des charbons artificiels plus homogènes, n'éclatant jamais, et fournissant une lumière plus régulière et plus belle. Enfin les charbons d'un diamètre de 13 millimètres livrés à la longueur de $0^m,22$ seulement, par suite des dispositions de la lampe, ayant l'inconvénient de ne durer que quatre heures, et d'occasionner une perte sensible par la multiplicité des bouts inutiles, on obtint du constructeur une modification du mécanisne de cette lampe qui permit de les remplacer par des charbons de $0^m,50$, durant près de 10 heures.

Avec ces améliorations introduites successivement grâce au concours de MM. G. Larivière et Sautter, depuis plusieurs mois déjà la chambre souterraine n° 10 de la carrière des Fresnais est éclairée sans autre interruption que deux heures d'arrêt sur vingt-quatre, pour donner au moteur ainsi qu'aux autres appareils les soins d'entretien indispensables, et la consommation journalière de houille a été réduite de 12 à 6 hectolitres.

La lumière fournie par deux lampes sans réflecteur, placées de chaque côté de la galerie, à 10 mètres environ de la dernière foncée, est assez éclatante pour rendre tout

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travail possible dans ce chantier d'une surface de plus de 2 000 mètres carrés, sans le secours des lampes qui ne servent plus aux ouvriers que dans les descenderies, et pour assurer la complète surveillance des parois et de la voûte. Elle présente plus de fixité que le gaz qui, presque toujours s'éteignait au moment de l'explosion de plusieurs mines ; enfin elle ne produit aucune fumée ni gaz délétère, ce qui rend l'atmosphère de la chambre plus pure et plus transparente.

Le résultat acquis est donc important au point de vue de l'exploitation ; il n'est pas moins sérieux au point de vue économique.

J'ai indiqué précédemment que la machine de Nollet à 6 disques, reconnue nécessaire dans les expériences de la Paperie en 1863, pour la production d'un courant électrique correspondant à l'éclairage de 200 becs Carcel, était vendue par la compagnie *l'Alliance*, 12 000 francs ; les machines de Gramme à courants continus avec leur interrupteur et plaque de fondation, fournissant un éclairage de 300 becs Carcel, sont livrés par MM. Lemonnier, Sautter et C^ie^, au prix de 1 615 francs, prix qui pourra encore être réduit.

L'éclairage d'une chambre souterraine de 2 000 mètres de surface comme le n° 10 de la carrière des Fresnais, nécessite l'emploi des appareils électriques suivants :

	fr.
Deux machines Gramme.	3 230
Trois lampes Serrin dont une de rechange à 400 francs.	1 200
(L'expérience a démontré que ces lampes pouvaient être remplacées sans inconvénient par celles de Chertemps qui ne coûtent que 200 francs.)	
Une boîte d'accessoires.	75

La dépense de ce chef est donc de 4 000 à 4 500 francs, à laquelle il faut ajouter la valeur du conducteur électrique, variable suivant la longueur et la section, et la valeur du moteur employé, non moins variable suivant le type adopté.

J'insiste sur la nécessité, au point de vue économique, de ne rien épargner quant à la perfection de la machine à employer et quant à la section des conducteurs.

En effet, l'éclairage électrique, obtenu avec la machine électro-magnétique, fournit une des manifestations les plus complètes de la loi de transformation des forces physiques considérées comme les modes différents d'une seule et même cause.

Le combustible minéral, produit par l'action solaire dans la période géologique carbonifère, et qu'on a pu appeler pour cette raison du soleil emmagasiné, devient, par la combustion sous la chaudière, la source de chaleur que la machine à vapeur transforme en force, développée sur l'axe de rotation de la machine de Gramme. Cette force se transforme en courant électrique par l'effet des électro-aimants ; et le courant lui-même au passage entre les pointes de charbon de la lampe, redevient lumière, comparable par son éclat à celle du soleil.

Il est évident que, dans ce cycle de transformations successives, une loi mathéma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tique d'équivalence doit relier entre eux les différents termes et par suite les termes extrêmes, chaleur et lumière, comme déjà la chaleur et la force ont été reliées par la science.

Le but économique à poursuivre, dans cette mutation du combustible en lumière par un autre procédé que la distillation et la production du gaz d'éclairage, est donc de supprimer autant que possible les pertes causées par les transformations intermédiaires. Or la transformation intermédiaire la plus imparfaite est manifestement celle qui s'opère par la machine à vapeur, qui a pour objet de changer l'unité calorique, produite dans la combustion de la houille, en une certaine quantité de force développée sur l'axe de rotation de la machine électro-magnétique.

Le conducteur métallique et les deux pôles de charbon qui constituent l'appareil de transformation de l'électricité en lumière, forment un appareil beaucoup plus simple, qui doit donner lieu à une moindre perte d'effet utile, pourvu qu'on adopte une section suffisante pour le libre écoulement du fluide électrique ; mais cette condition est indispensable, car dans les expériences suivies avec beaucoup de soin par M. G. Larivière, sur la carrière des Fresnais, il a constaté qu'avec le même moteur, les mêmes machines Gramme, et les mêmes lampes, mais avec des conducteurs ayant une section neuf fois moindre que celle des conducteurs définitivement adoptés, on consommait le double de combustible, en marchant à 1 350 révolutions à la minute au lieu de 750 révolutions, marche normale actuelle.

En supposant l'emploi des machines à vapeur les plus économiques qu'on peut estimer au maximum à 2 000 francs le cheval-vapeur, y compris le générateur, pour la marche de deux lampes, la dépense du moteur s'élèvera à 10 000 francs. Les quatre câbles conducteurs en cuivre de 350 mètres de longueur chacun, du poids de 700 kil. environ, représentent une dépense de 2 000 à 2 500 francs.

Ainsi, les frais de l'installation la plus perfectionnée doit être estimée, pour le service de deux lampes, ne pas dépasser 16 à 17 000 francs, c'est-à-dire à peine la moitié de ce qu'aurait coûté, en 1863, l'installation de deux machines Nollet à six disques ne fournissant qu'une lumière correspondant à 400 becs Carcel, au lieu des 600 que donnent les deux machines Gramme employées aux Fresnais.

Bien que l'installation mécanique de la carrière des Fresnais soit loin de ce type et laisse encore beaucoup à désirer, puisqu'elle repose sur l'emploi d'une machine à vapeur de 16 chevaux, à détente mais sans condensation, qui ne fait actuellement qu'un travail effectif de 4 à 5 chevaux au maximum, puisqu'une seule chambre est éclairée, les résultats économiques obtenus sont cependant déjà fort satisfaisants.

Voici en effet comment s'établit la dépense journalière de cette usine pour un travail régulier de 22 heures par jour :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	fr.
Charbon consommé, 560 kilog. à 30 francs la tonne.	16,80
Crayons de carbone artificiel (0,22 pour le pôle positif et 0,125 seulement pour le pôle négatif) 11 paires par 22 heures, soit 3m,75 à 2 fr. 25 le mètre.	8,40
Entretien, graissage, au maximum.	5,00
Chauffeurs, surveillants, 4 hommes..	12,00
Ensemble.	42,20
Si l'on y ajoute l'amortissement à 10 p. 100 d'une usine de 20 000 fr. (machines, bâtiments et transmissions).	6,60
Et enfin la consommation d'huile pour la descente des ouvriers, environ.	1,20

on trouve que la dépense de l'éclairage électrique pour cette chambre souterraine ne dépasse pas 50 francs par jour, alors qu'avec le gaz nous avons vu l'éclairage du même chantier coûter 54 francs.

En admettant que la lumière produite par chacune des lampes électriques corresponde à celle de 300 becs Carcel, on établit la dépense d'éclairage par bec et par heure à 0f,0037; elle s'élevait pour le gaz, 0f,034.

L'avantage économique est donc considérable, mais à la condition expresse qu'on ait besoin, comme dans les grandes chambres souterraines des ardoisières d'Angers, d'une pareille quantité de lumière; car, pour des chantiers de moindres dimensions, une dépense journalière d'éclairage de 50 francs serait inadmissible.

Pour compléter cette note, j'ajouterai que sur la demande des exploitants, M. Sautter recherche en ce moment le moyen pratique de diviser les courants de la machine électro-magnétique de Gramme, de façon à produire des foyers lumineux correspondant à 100 ou 150 becs Carcel, afin de permettre l'application de ce puissant éclairage aux chantiers nouveaux, ayant encore une grande surface, mais peu de hauteur, qu'on obtient dans l'exploitation du schiste ardoisier par gradins renversés. Ce nouveau mode d'abatage, que j'indiquais en 1863 dans l'*Essai sur l'Industrie ardoisière d'Angers*, est expérimenté par la Société des Grands-Carreaux-Hermitage et pourra, dans la suite, prendre un sérieux développement.

Enfin, je ferai remarquer que l'installation des machines Gramme, sur les carrières d'Angers, présentera un avantage de premier ordre dès qu'elles pourront être employées indifféremment comme sources de lumière et agents de transmission de force motrice à de grandes distances pour l'actionnement de l'outillage mécanique, fonceurs ou perforateurs, dans les chantiers souterrains. Les essais de labourage à l'électricité, exécutés à la sucrerie de Sermaise en juin 1875, et à Noisiel en octobre 1878, ont démontré, qu'avec ce mode de transmission, on retrouvait à 600 mètres de distance sur l'arbre de la machine Gramme, servant de moteur, entre 40 et 50 p. 100 du travail

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produit par la machine à vapeur, alors que l'emploi de l'air comprimé ne fournit qu'un rendement d'environ 20 p. 100.

Il n'est donc pas téméraire d'espérer que dans un avenir plus on moins éloigné, on pourra avantageusement remplacer la locomobile qui, actuellement sur la carrière à ciel ouvert des Grands-Carreaux, actionne une machine à foncer en expérimentation, système Bitouzé, par un moteur électrique d'une installation plus simple et d'une manœuvre beaucoup moins compliquée. Cette innovation est nécessaire pour permettre l'emploi de l'outillage mécanique dans les fonds souterrains où la force ne peut évidemment être fournie par une locomobile, et devient d'un prix inabordable, si on veut faire usage de l'air comprimé, ainsi qu'il résulte des données recueillies à ce sujet par ordre de la commission des ardoisières, toujours à la recherche des perfectionnements à introduire dans ses exploitations. (*Annales des Mines.*)

LÉGENDE DE LA PLANCHE 120 REPRÉSENTANT L'APPLICATION DE L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE AUX ARDOISIÈRES D'ANGERS.

Fig. 1. Vue longitudinale partielle du premier type de conducteur; la longueur de ce conducteur est de 630 mètres et sa section utile en cuivre est de 7,77 millimètres carrés.

Fig. 2. Section transversale perpendiculaire à l'axe du premier type de conducteur.

Fig. 3. Vue longitudinale partielle du deuxième type de conducteur; la longueur de ce type est la même que celle du précédent et la section utile est de 59,69 millimètres carrés.

Fig. 4. Section transversale du deuxième type de conducteur.

Fig. 5. Vue longitudinale partielle du type définitif de conducteur adopté; sa longueur est de 680 mètres et sa section de 63,55 millimètres carrés.

Fig. 6. Section transversale du type définitif.

Fig. 7. Croquis représentant l'installation des machines électriques.

A, volant de la machine motrice faisant 30 tours à la minute.

B, transmissions.

C, tendeur.

D, machines magnéto-électriques de Gramme faisant 750 révolutions par minute.

Fig. 8. Section verticale N. S. de la disposition d'ensemble de l'éclairage électrique au puisard n° 10 de l'ardoisière des Fresnais.

Fig. 9. Section verticale O. E. de la même disposition.

Fig. 10. Plan.

F, puisard n° 10.

G, puits d'extraction.

H, machine d'extraction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

I, chaufferies.
J, descenderie et pompe d'épuisement.
K, usine à gaz.
L, usine électrique.
M, conducteurs électriques.
P, lampes électriques.
Q, remblais de l'ancienne exploitation.

(M.)

ARTS PHYSIQUES.

SUR UN APPAREIL DIT PHOTOPHONE, DE M. GRAHAM BELL, POUR LA REPRODUCTION DES SONS SOUS L'INFLUENCE DE LA LUMIÈRE, PAR M. TH. DU MONCEL.

Il nous est arrivé tout dernièrement d'Amérique la relation d'une communication très-intéressante que vient de faire M. Graham Bell à la dernière session de l'Association américaine pour l'avancement des sciences, sur la production des sons par l'action de la lumière, phénomène qui l'a conduit à un nouvel instrument auquel il a donné le nom de *photophone* (1).

Au moyen de cet appareil, un rayon lumineux projeté à distance sur une substance impressionnable à la lumière, peut, étant modifié dans son intensité sous l'influence des vibrations de la voix, impressionner suffisamment cette substance pour que celle-ci puisse reproduire la parole avec l'aide d'un téléphone, *même sans téléphone,* sous certaines conditions. De cette manière, on peut parler à travers l'espace *sans fils conducteurs*, et aussi loin que le rayon lumineux peut agir sur sa substance sensible.

Ce qui est surtout curieux dans les expériences de M. G. Bell, c'est que la propriété d'influencer moléculairement les corps de manière à changer certaines de leurs propriétés physiques, n'est pas le propre du sélénium ni des substances photographiques; ce serait, suivant lui, une *propriété générale de la matière*. Ainsi M. Bell montre qu'un rayon lumineux, tombant sur beaucoup de corps disposés en lames

(1) Il paraît que cette idée était déjà venue à M. Bell dès 1878, et que, dans un Mémoire présenté par lui à la Société royale de Londres, le 17 mai 1878, il a dit qu'il était possible d'entendre l'effet d'un nombre interrompant l'action de la lumière sur une plaque de sélénium. Déjà, en septembre 1878, dans la première édition de mon ouvrage sur le téléphone, p. 193, j'avais indiqué des expériences de MM. Willoughby-Smith et Siemens qui montraient qu'on pouvait obtenir des sons, en projetant un rayon lumineux sur une goutte de sélénium introduite entre deux électrodes de platine dont les dents étaient intercalées dans leurs intervalles respectifs, et mises en communication avec un téléphone à pile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

minces, tels que l'or, l'argent, le platine, le fer, l'acier, le laiton, le cuivre, le zinc, le plomb, l'antimoine, l'argent allemand, le métal de Jenkin, le métal de Babbitt, l'ivoire, la cellulose, la gutta-percha, le caoutchouc durci, le caoutchouc flexible, le papier, le parchemin, le bois, le mica et le verre argenté, peut, étant soumis à des alternatives très-fréquentes d'atténuation et de revivification, faire émettre des sons à ces substances, à la suite des troubles moléculaires qui en résultent.

La substance qui a donné de cette manière les sons les plus accentués, était le caoutchouc durci disposé en disque mince, et il suffisait de placer ce disque contre l'oreille pour qu'on pût entendre des sons ; les intermittences lumineuses pouvaient d'ailleurs être faites simplement à l'aide de lentilles mobiles. Quand la lame formait le diaphragme d'un cornet acoustique, les sons étaient naturellement plus accentués. Le sélénium cristallin donna, contrairement à ce qu'on aurait pu croire, de moins bons résultats, mais ils étaient néanmoins très-marqués, et on put les distinguer avec toutes les substances dont nous avons parlé précédemment, excepté avec le charbon et le verre argenté. Ce furent l'antimoine, le papier et le mica qui produisirent les sons les plus faibles. M. Bell assure, d'un autre côté, qu'il a pu entendre des sons provenant de la lumière intermittente du soleil à travers des tubes ordinaires de caoutchouc vulcanisé, de laiton et de bois. Nous ajouterons que ces expériences ont été faites de concert avec M. Sumner-Tainter, qui s'était associé à M. Bell pour tous ces travaux.

Les expériences dont il vient d'être question n'ont guère qu'un intérêt scientifique et comme elles ne se rattachent pas à l'électricité, nous n'en parlerons pas davantage; mais nous devrons porter toute notre attention sur celles qui ont donné naissance au *photophone*, car il pourra peut-être en résulter quelques applications dans l'avenir.

Puisque un rayon de lumière soumis à des intermittences multipliées peut, en réagissant sur certains disques de matières sensibles à la lumière, développer des sons surtout quand on prend comme intermédiaire le téléphone animé par un courant voltaïque, et comme la substance impressionnée réagit alors à la manière d'un microphone, on comprend aisément que, si on parvient à faire en sorte que ces intermittences soient réglées par les vibrations de la voix, il sera possible que les sons produits sous l'influence de l'action lumineuse soient la reproduction des sons articulés de la parole. Or, c'est ce que MM. Bell et Sumner-Tainter ont cherché à obtenir, et ils y sont arrivés après beaucoup de tâtonnements en prenant les moyens suivants :

Ils ont mis d'abord à contribution deux plaques perforées d'un grand nombre de petits orifices en forme de fente, placées devant le faisceau lumineux. L'une de ces plaques était fixe, l'autre était libre et était fixée au centre du diaphragme téléphonique qui était actionné par la voix. La disposition de cette dernière était telle, que les vibrations du diaphragme, en communiquant un mouvement de va-et-vient à la plaque mobile devant la plaque fixe, pouvaient obstruer plus ou moins les orifices de passage de la lumière. Dans ces conditions, la voix de celui qui parlait devant le diaphragme, pouvait modifier plus ou moins l'intensité de la lumière passant à travers ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plaques sans l'éteindre complétement, et par conséquent, l'on obtenait des ondulations d'intensité lumineuse en rapport avec les vibrations sonores. Ces rayons lumineux ainsi impressionnés, étant projetés en faisceaux parallèles sur un appareil convenable placé à l'autre *station*, pouvaient alors être concentrés sur une plaque de sélénium, interposée dans le circuit local d'un téléphone animé par une pile, et les variations d'intensité lumineuse, ainsi déterminées par la voix, devaient se traduire dans le téléphone par la reproduction de la parole (1). Toutefois le téléphone, qui fut employé lors de cette première expérience, ne donna pas des résultats parfaitements satisfaisants ; le sélénium avait aussi une trop grande résistance, et les sons produits étaient inintelligibles. Il chercha en conséquence à perfectionner le sélénium sous le rapport de la conductibilité, et construisit des téléphones à grande résistance spécialement applicables à ce genre d'expériences.

D'après les recherches de MM. G. Bell et Sumner-Tainter, le sélénium présente une résistance de 250,000 ohms dans l'obscurité, et grâce à leurs recherches, ils ont réussi à en obtenir de très-sensible n'ayant que 300 ohms dans l'obscurité, et 115 ohms à la lumière. D'un autre côté, au lieu de prendre du platine pour établir le contact avec le sélénium, comme on le fait ordinairement, ils ont pris du laiton qui produit un effet infiniment meilleur, effet qu'ils attribuent à une sorte d'affinité chimique entre les deux corps, qui établit un meilleur contact (2). Pour placer la combinaison dans de bonnes conditions, il suffit de frictionner avec un bâton de sélénium la surface de la lame de laiton, convenablement chauffée, qui doit constituer le disque sensible, et recuire le tout pour lui donner de la sensibilité. Pour cela, on chauffe simplement le sélénium au-dessus d'un fourneau à gaz, et on observe son aspect ; quand il atteint une certaine température, sa surface réfléchissante se voile et prend l'aspect d'une glace recouverte d'humidité ; quand cet aspect, en s'accentuant successivement, a pris celui de granulations métalliques, on retire la lame du fourneau pour la laisser se refroidir lentement, et fournir les cristallisations nécessaires à sa sensibilité. Il ne faut pas pousser trop loin l'échauffement, car le métal fondrait, ce qui lui ôterait, en grande partie, ses propriétés. Cette opération s'effectue du reste en quelques minutes. La plaque, ainsi préparée dans de bonnes conditions, doit présenter au microscope l'aspect

---

(1) M. G. Bell, dans sa communication, insiste sur la condition d'effets *lumineux vibratoires* pour la reproduction de la parole par ce système, car, suivant lui, toute l'invention est dans cette condition des rayons lumineux. Il ignore si cette condition a été réalisée dans l'invention de M. G. F. W., de Kew, ou par M. Sargent, de Philadelphie ; mais, suivant lui, l'honneur en revient à M. David Brown, de Londres, et à M. Sumner-Tainter.

(2) Suivant eux, et du reste je suis de leur avis, le simple contact des métaux détermine une grande résistance *au passage* des courants, qui est diminuée quand il y a entre eux une sorte d'action chimique qui rend ce contact plus intime. Il y a entre eux, dans les deux cas, la même différence que celle qui existe entre un corps susceptible d'être mouillé et un corps non susceptible de l'être.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de cristallisations à facettes et distinctes, ayant un aspect blanchâtre et se détachant sur un fond couleur de rubis.

Quant au transmetteur, il a dû subir de nombreuses transformations ; on a essayé plus de 50 dispositions différentes avant d'en avoir une réellement bonne, et on a mis pour celà à contribution des rayons polarisés, actionnés par le magnétisme; ou des rayons réfractés par les liquides et réfléchis par les pôles polis d'un électro-aimant, ou des rayons ayant traversé plusieurs lentilles de différents foyers ; mais la disposition à laquelle MM. Bell et Sumner-Tainter se sont jusqu'à présent arrêtés, consiste dans un miroir plan construit avec une matière très-flexible, telle que du mica ou du verre à microscope, et derrière lequel on parle comme on le ferait devant un diaphragme téléphonique. On projette, au moyen d'une forte lentille, un faisceau lumineux sur ce diaphragme-miroir, et on rend ensuite parallèles les rayons réfléchis au moyen d'une autre lentille qui les projette, à leur tour à distance, sur un réflecteur parabolique dont il a été déjà question et au foyer duquel est placé le disque de sélénium préparé ainsi qu'on l'a vu précédemment. Ce disque est, bien entendu, traversé par le courant d'une pile locale dont le circuit correspond à un téléphone à grande résistance. Il suffit alors de parler devant le diaphragme-miroir, pour que la parole soit entendue dans le téléphone. Voici maintenant comment M. Bell décrit l'une des expériences qui furent faites avec cette disposition :

« M. Tainter s'occupait du transmetteur qui était placé sur le haut de la maison « d'école de Franklin à Washington, et j'étais placé auprès du récepteur qui était ins- « tallé dans mon laboratoire (1325, L. street) à une distance de 213 mètres. En pla- « çant le téléphone à mon oreille, j'entendis distinctement les mots suivants transmis « par l'appareil de projection : *Si vous entendez ce que je dis, venez à la fenêtre « et agitez votre chapeau.* Dans nos expériences de laboratoire, continue M. Bell, les « appareils récepteurs et transmetteurs étaient toujours assez éloignés l'un de l'autre « pour que l'oreille ne fut pas impressionnée par les sons directs, et nous avions « d'ailleurs placé les téléphones dans une pièce autre que celle où se trouvaient la « plaque de sélénium et le système projecteur. Or, nous avons constaté que la parole « pouvait être reproduite avec de la lumière oxhydrique et même avec la lumière « d'une lampe de Kerosens. Les effets les plus marqués étaient produits au moyen de « l'appareil à disques perforés qui permettait, par des mouvements rapides commu- « niqués à un écran tournant, de produire des sons sans aucun bruit au transmetteur, « et, alors, on pouvait rapprocher le récepteur de celui-ci pour étudier plus scientifi- « quement les effets produits. L'on obtenait de cette manière des sons musicaux dont « la hauteur dépendait de la vitesse de rotation de l'écran. Dans ces conditions, la « flamme d'une bougie pouvait même déterminer des sons, et on arrivait, en fai- « sant à la main les obturations des fentes du disque, à obtenir sur le récepteur les « sons longs et courts des signaux Morse.

« Nous avons fait aussi un certain nombre d'expériences, dans le but de savoir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« quelle est la nature des rayons du spectre qui affectent le plus de sélénium, et, pour « cela, nous avons interposé sur le trajet des rayons projetés, différentes substances « absorbantes. Avec une solution d'alun ou du sulfure de carbone, les sons produits « par les rayons intermittents étaient très-affaiblis, et en introduisant de l'iode dans « le sulfure de carbone, on les interceptait en grande partie, alors qu'avec une feuille « mince de caoutchouc durci, on ne pouvait y parvenir. Quand cette feuille était « tenue près du disque interrupteur, l'effet produit par l'écran mobile réagissait sur un « *rayon invisible* qui impressionnait le sélénium à travers un espace de 12 pieds, et « le téléphone accusait un son faible, il est vrai, mais néanmoins perceptible ; on pou- « vait même l'interrompre en plaçant la main sur le trajet du rayon invisible. Il serait « prématuré, avant de nouvelles expériences, de savoir ce que peuvent être ces rayons « invisibles ; mais il est difficile d'admettre que ce fussent des rayons se propageant « en ligne courbe, car l'effet se produisait à travers deux feuilles de caoutchouc durci « entre lesquelles était placée une solution d'alun. »

M. Bell, dans son mémoire, donne aussi quelques détails sur le sélénium et sur quelques expériences faites avec cette substance, qui ont leur intérêt. Il fait d'abord l'historique de la découverte de ce corps par Berzelius et rappelle que c'est M. Knox qui montra le premier sa propriété conductrice de l'électricité à sa température de fusion; il montre ensuite que c'est Hittorff qui, en 1852, a reconnu ses propriétés conductrices à la température ordinaire, *quand il est à l'état allotropique*. Il décrit ensuite les propriétés du sélénium (1), et il termine son préambule en indiquant les différentes expériences qui l'ont mis sur la voie de sa nouvelle découverte.

Le travail de M. Bell ne mentionne pas les applications de ce nouvel appareil, mais il est aisé de comprendre que s'il pouvait être mis en action à une distance un peu grande, ce qui n'est pas facile à admettre en raison de l'affaiblissement rapide de l'intensité lumineuse avec la distance, il pourrait rendre quelques services pour la défense des places assiégées, dans certains travaux de géodésie, et peut-être même à la guerre comme complément de la télégraphie optique. Pour le moment, les expériences qui

(1) Voici ce que M. Bell dit du sélénium : « Quand il est à l'état vitreux, il est de couleur brun foncé, presque noir à la lumière diffuse, et a une surface extrêmement brillante. Réduit à l'état de pellicule fine, il est transparent, et paraît d'un beau rouge quand il est frappé par la lumière. Quand, après avoir été fondu, il est refroidi très-lentement, il présente un aspect tout différent : il devient d'un rouge pâle, avec un aspect granuleux et cristallin, ayant l'apparence métallique. Il est alors parfaitement opaque, même en pellicules minces. » Cette variété de sélénium a été longtemps connue sous le nom de *granulaire* ou *cristalline* ou *métallique*, ainsi que l'a appelée M. Regnault. C'est cette variété de sélénium qu'Hittorff trouva être conductrice de l'électricité à la température ordinaire, et il trouva également que sa résistance diminuait constamment en la chauffant jusqu'au point de fusion ; mais qu'elle augmentait ensuite subitement, en passant de l'état solide à l'état liquide. On a d'ailleurs vu que la lumière agissait d'une manière considérable sur cette substance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

viennent de nous être communiquées, et dont nous n'avons pas lieu de suspecter la véracité en raison du caractère sérieux, et je pourrais dire même scrupuleux de leur auteur, ces expériences, dis-je, sont excessivement curieuses au point de vue de la physique, et montrent que le sélénium convenablement préparé peut être impressionné *excessivement rapidement* et sous des influences lumineuses très-faibles, ce dont on avait douté jusqu'à présent. Les diaphotes ou téléphotes fondés sur l'action du sélénium ne sont donc pas aussi invraisemblables que certaines personnes veulent le prétendre, du moins si l'on ne considère l'effet produit que comme une image autographique et non une image réelle.

Nous croyons devoir emprunter au mémoire de M. Bell l'exposé suivant qu'il fait lui-même des travaux antérieurs qui l'ont mis sur la voie de sa nouvelle découverte. On y verra avec quel esprit de justice il rend à chacun la part qui lui est due, et quelle différence existe entre lui et certains autres de ses compatriotes, sous le rapport du sérieux et de l'honnêteté scientifique.

« Quoique le sélénium, dit-il, soit connu depuis soixante ans, il n'a pas été jus-
« qu'ici beaucoup utilisé dans les arts, et il n'est encore regardé que comme une cu-
« riosité physique. On lui donne en général la forme de bâtons cylindriques, et quel-
« quefois ces bâtons sont dans des conditions métalliques, mais le plus souvent ils sont
« vitreux et non conducteurs de l'électricité.

« M. Willoughby-Smith avait pensé, dans l'origine, qu'en raison de sa grande ré-
« sistance, le sélénium cristallisé pourrait être employé avec succès pour les câbles
« sous-marins, aux endroits où ils prennent terre et au moment où, procédant à leur
« immersion, on fait des épreuves d'isolement et des échanges de signaux. L'expérience
« avait, en effet, démontré que quelques-uns des barreaux employés avaient 1 400 mé-
« gohms (quatorze cent millions d'ohms) de résistance, c'est-à-dire une résistance
« égale à celle que présenterait un fil télégraphique joignant la terre au soleil; mais
« on constata que cette résistance était très-variable, et c'est en en recherchant les
« causes, que M. May, le préparateur de M. Willoughby-Smith, découvrit que la ré-
« sistance de cette substance était moindre quand elle était exposée à la lumière que
« dans l'obscurité.

« Afin de s'assurer si la température n'exerçait pas aussi son influence, on plaça le
« sélénium dans un vase rempli d'eau, de manière que la lumière, avant d'atteindre
« cette substance, eût traversé une couche d'eau de 1 à 2 pouces, et on trouva qu'à
« l'approche de la flamme d'une simple bougie, le galvanomètre, mesurant la résis-
« tance de cette substance, déviait d'une manière sensible ; on répéta l'expérience
« avec la lumière du magnésium, et on constata que la résistance, sous cette influence
« lumineuse, avait diminué de plus de moitié.

« Les résultats de ces expériences furent accueillis dans l'origine avec une certaine
« incrédulité par les savants; mais ils furent bientôt vérifiés par MM. Sale, Draper,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Moss et autres qui l'étudièrent alors scientifiquement, même au point de vue des « différents rayons spectraux ; c'est ainsi que M. Sale trouva que l'action maxima était « produite par la partie du spectre au delà du rouge, en un point coïncidant avec « les raies correspondantes au point d'ébullition de l'eau. Il est vrai que, d'après « M. Adams, cette action maxima correspondrait à la partie la plus lumineuse du « spectre, c'est-à-dire à la limite du vert et du jaune. D'un autre côté, lord Rosse « ayant exposé du sélénium aux radiations non lumineuses de corps chauds, ne put « constater aucun effet produit par l'action calorique, alors qu'une pile thermo-élec- « trique placée dans les mêmes circonstances, indiquait la présence non équivoque « d'un courant. En interceptant les rayons chauds émanés de la source lumineuse par « l'interposition d'une solution d'alun entre le sélénium et la lumière, il n'arriva pas « à réduire l'action de la lumière sur la résistance électrique de la substance, et il en « était tout autrement quand on substituait au sélénium la pile thermo-électrique, « qui ne fournissait plus aucun courant. Par contre, M. Adams a trouvé que le séléni- « nium était sensible aux rayons froids de la lune, et M. Werner Siemens a découvert « que, dans certaines variétés de sélénium, la lumière et la chaleur produisaient des « effets différents. Dans les expériences de M. Siemens, on chercha à réduire le « plus possible la résistance du sélénium en employant une sorte de treillage en fils « de platine.

« Ce treillage était composé par deux fils de platine enroulés chacun en limaçon, « de manière à constituer deux spirales plates et zigzaguées, placées parallèlement l'une « au-dessus de l'autre sur des disques de mica, et entre lesquelles était introduit du « sélénium liquide qui remplissait tous les interstices entre les spires de fil. Chaque « élément était de la grandeur d'une dime (un dixième de dollar), et les éléments « étaient placés dans un bain de paraffine exposé pendant plusieurs heures à la tem- « pérature de 210°C. Après cette opération les éléments étaient retirés, et on les lais- « sait refroidir très-lentement. Les résultats obtenus avec ces éléments étaient assez « variables, et leur résistance à la lumière n'était quelquefois que de un quinzième « de leur résistance dans l'obscurité.

« Sans insister plus longtemps sur les travaux des autres, je crois devoir dire que « les recherches les plus importantes qui ont été faites sur la conductibilité du sélénium, « sont celles de MM. Willoughby-Smith, Sale, Draper, Moss, Adams, lord Rosse, « Day, Sabine, Werner Siemens, C. W. Siemens. Toutes les expériences de ces sa- « vants ayant été faites avec le galvanomètre, il me vint à l'esprit de substituer à cet « instrument le téléphone dont la sensibilité est beaucoup plus grande; et en étudiant « la question, je vis que je devais procéder autrement qu'ils ne l'avaient fait, d'abord « parce que les causes de l'audition dans le téléphone étant analogues à celles qui dé- « terminent l'induction électrique, on ne peut obtenir d'effet qu'autant que le cou- « rant électrique employé passe d'un état plus fort à un état plus faible, et *vice versa*,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« et en second lieu, parce que l'effet total est proportionnel à la somme des différences « d'intensité du courant. Il était donc évident pour moi que le téléphone ne pouvait « répondre qu'à l'effet produit dans le sélénium, au moment de son passage de la lu- « mière à l'obscurité, et *vice versa*, et que, pour obtenir des résultats plus suscepti- « bles d'être appréciés, il fallait multiplier assez ces changements lumineux pour don- « ner lieu à des vibrations sonores, en un mot, rendre *intermittente* l'action de la « lumière. J'avais, en effet, remarqué depuis longtemps que des sons isolés pouvaient « être imperceptibles au téléphone, alors que, multipliés et rapprochés les uns des « autres par des interruptions rapides du courant transmetteur, ils devenaient ap- « préciables.

« Je fus alors frappé de l'idée de produire des sons sous l'influence de la lumière, « et, en étudiant plus à fond la question, je pensai que tous les effets d'audition pro- « duits sous l'influence électrique, pouvaient être obtenus par des changements d'in- « tensité d'un rayon lumineux projeté sur le sélénium, et qu'ils ne pouvaient avoir « pour limite que celle à laquelle s'arrête l'action de la lumière sur cette substance ; « or, comme cette limite peut être assez reculée par la projection de rayons parallèles « concentrés sur la plaque sensible par un réflecteur parabolique, je pensai qu'il serait « possible d'établir, par ce moyen, des communications téléphoniques d'un point à « un autre sans le secours d'aucun fil conducteur, entre le transmetteur et le récep- « teur. Il était évidemment nécessaire, pour rendre cette idée pratique, de construire « un appareil susceptible d'actionner la lumière sous l'influence de la parole, et c'est « ainsi que je fus conduit au système dont je parle aujourd'hui. »

Tel est l'exposé complet de la nouvelle découverte de M. Bell à laquelle nous souhaitons, sans l'espérer, autant d'avenir qu'à celle qui a à jamais illustré son nom.

(*La lumière électrique.*)

EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ.

RAPPORT AU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE SUR UN PROJET DE CONGRÈS INTERNATIONAL DES ÉLECTRICIENS ET D'EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ, POUR 1881.

Monsieur le Président,

Des découvertes importantes et inattendues ont récemment appelé d'une façon particulière l'attention publique sur tout ce qui concerne l'électricité ; en même temps, l'industrie, s'emparant de ces conquêtes de la science, a depuis quelques années multiplié leurs applications dans toutes les branches ; aujourd'hui aucune science ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

semble devoir, plus que la science électrique, réaliser de rapides progrès, résoudre des problèmes intéressant la vie économique des nations, et rendre enfin à toutes nos relations d'inappréciables services.

L'électricité est restée longtemps un agent capricieux, inconstant, difficile à maîtriser, impossible à utiliser : avant Volta on constatait son action, on ne pouvait ni l'expliquer, ni la produire, ni, à plus forte raison, la mesurer.

La découverte de la pile et les perfectionnements que celle-ci a bientôt reçus, les travaux d'Ampère et d'Arago sur les courants et leur action magnétique, les recherches de Faraday sur l'induction ont ouvert des voies nouvelles et fécondes dans lesquelles le progrès ne s'est plus arrêté.

La pile et l'action magnétique des courants ont créé la télégraphie ; le développement de la télégraphie a dégagé les phénomènes électriques des obscurités qui les entouraient. C'est, en effet, sur les câbles sous-marins qu'il a été possible d'étudier et de découvrir les lois suivant lesquelles l'action électrique se développe et se propage.

L'électricité est une force. A mesure qu'on a appris à la connaître, on l'a rencontrée partout, tantôt cause, tantôt effet, dans les phénomènes physiques, chimiques, mécaniques et organiques. On a aujourd'hui différents moyens de la produire ; on la mesure et on l'applique aux usages les plus divers. Elle a cette propriété particulière, que ses effets peuvent se transmettre par des conducteurs métalliques, plus facilement et plus loin que ne peuvent le faire ceux de la vapeur par des intermédiaires mécaniques.

Elle ne se borne plus à envoyer à distance des signes télégraphiques, elle reproduit les sons et la parole elle-même. Elle contribue à la sécurité de l'exploitation des chemins de fer ; l'agriculture et la marine lui doivent des indications météorologiques de plus en plus utiles ; elle éclaire les rues, les places publiques, les magasins, les ateliers. Elle devient pour les arts et l'industrie un auxiliaire universel.

Les savants et les industriels cherchent aujourd'hui, dans tous les pays du monde, à perfectionner les moyens de produire et d'utiliser la force nouvelle. Les résultats obtenus sont déjà considérables et nombreux, mais souvent encore insuffisants ou incomplets ; il y aurait grand intérêt à préciser l'état de la science et de ses applications, à rapprocher et à comparer les procédés de recherches, afin d'imprimer aux efforts faits de toutes parts une direction qui les facilite et assure leur succès.

Les Expositions internationales et les congrès scientifiques qui les complètent si utilement, ont permis de montrer les applications pratiques à côté de la théorie. C'est ce qui nous conduit à vous proposer de réunir un congrès international d'électriciens et d'autoriser simultanément une Exposition internationale d'électricité, qui sera pour ainsi dire le laboratoire du congrès. Cette Exposition comprendra tout ce qui concerne l'électricité : elle réunira les appareils de toute nature et de toute provenance servant à la faire naître, à la propager et à l'utiliser.

Le congrès, convoqué par le gouvernement français, réunirait à Paris les électri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ciens les plus illustres. Ces représentants de la science merveilleuse qui vient à peine de révéler l'immensité de ses ressources et qui déconcerte l'esprit par ses surprises incessantes, discuteront les résultats acquis et les idées nouvellement émises ; ils grouperont et coordonneront leurs forces, afin d'utiliser sûrement les observations faites dans chaque contrée et de s'aider mutuellement dans leurs investigations futures.

Les nations étrangères, conviées par la France, saisiront avec empressement cette occasion de codifier, pour ainsi dire, la science électrique, et d'en sonder les profondeurs. Elles sauront gré au gouvernement de la République française de s'être fait le promoteur d'une manifestation scientifique dont l'opportunité ne paraît pas contestable, et qui aura pour corollaire l'Exposition internationale d'électricité.

Le congrès doit être l'œuvre du gouvernement, car lui seul peut donner à l'entreprise le caractère d'indépendance qui est la condition essentielle du succès. Quant à l'Exposition, elle sera facilement organisée par l'initiative privée. Le patronage et le concours bienveillant de l'État lui seront toutefois assurés, et le palais des Champs-Élysées sera mis gratuitement à la disposition de ses organisateurs.

L'action du gouvernement se complétera par l'intermédiaire d'un commissaire général, qui aura la mission d'assurer, sous notre direction, à la fois le fonctionnement du congrès et de surveiller les services généraux de l'Exposition.

Le gouvernement désignera les membres français du congrès; la science officielle, l'industrie, les sociétés savantes de Paris et des départements y auront leurs représentants. Si la présidence d'un congrès appartient par tradition au pays où la réunion a lieu, la moitié des vice-présidences sera, par contre, réservée aux invités de la France.

L'Exposition internationale d'électricité sera ouverte le 1er août 1881 et close le 15 novembre suivant.

Les travaux du congrès international des électriciens commenceront le 15 septembre 1881, dans les salles du palais du Trocadéro.

Le département dont relève le service des télégraphes est le plus directement intéressé dans la question. Son personnel prend une grande part à tout ce qui concerne l'électricité ; il en étudie les diverses découvertes et en prépare les applications. Il est en relation avec tous les électriciens des divers pays. La télégraphie elle-même recueillera un grand profit de l'Exposition et du congrès ; elle pourra y puiser de larges améliorations.

C'est dans cette pensée que j'ai fait préparer le projet de décret ci-joint, et j'ai l'honneur de le soumettre à votre haute approbation.

Veuillez agréer, monsieur le Président, l'assurance de mon respectueux dévouement.

Le ministre des postes et des télégraphes,

AD. COCHERY.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Décret concernant le Congrès et l'Exposition internationale d'électricité.

Le Président de la République française,
Sur le rapport du ministre des postes et des télégraphes,

Décrète :

Article premier. — Un congrès international des électriciens sera ouvert, à Paris, le 15 septembre 1881, sous la présidence du ministre des postes et des télégraphes.

Art. 2. — Trois vice-présidents seront choisis parmi les membres français et trois parmi les membres étrangers du congrès.

Art. 3. — Les ministres du gouvernement de la République française et les ministres des gouvernements étrangers qui participeront au congrès international, sont membres de droit du congrès.

Art. 4. — Le palais des Champs-Élysées sera mis gratuitement à la disposition de la commission privée autorisée par le gouvernement à organiser, à ses frais, risques et périls, une Exposition internationale d'électricité, du 1er août au 15 novembre 1881.

Art. 5. — L'Exposition internationale d'électricité est placée sous le patronage de l'État.

Art. 6. — Le règlement de l'Exposition internationale d'électricité sera soumis à l'approbation du gouvernement, qui nommera le commissaire général.

Art. 7. — Le ministre des postes et des télégraphes, le ministre des affaires étrangères et le ministre des travaux publics sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 23 octobre 1880.

JULES GRÉVY.

Par le Président de la République :

Le ministre des postes et des télégraphes,
AD. COCHERY.

Le ministre des affaires étrangères,
B. SAINT-HILAIRE.

Le ministre des travaux publics,
SADI CARNOT.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

De la récolte et de la préparation du crin végétal dans la Louisiane. — L'exploitation du crin végétal (*Tillandsie usnéoïde* de la famille des Til-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

landsiacées), que l'on emploie pour garnir les matelas et les meubles, constitue à la Louisiane une industrie importante. Ce crin n'est autre qu'une espèce de mousse, que les nègres récoltent et à laquelle on fait subir la préparation suivante. De toutes les variétés, c'est la mousse de cyprès qu'on préfère parce qu'elle donne une fibre plus longue et plus résistante que les autres.

Quand la mousse est récoltée, on la laisse sécher pendant un mois sur une aire bien exposée à l'action du soleil et du vent. Au bout de ce temps, la fibre se dépouille d'elle-même de son écorce grisâtre et le crin se montre presque nettoyé de lui-même. Certaines variétés n'exigent point de manipulations, tandis que pour d'autres, elles sont indispensables pour les débarrasser d'une grande quantité de poussières, représentant souvent plus de la moitié de leur poids.

La fibre, ainsi dépouillée, est achetée au nègre qui l'a récoltée, sur le pied de 1 ou 2 cents la livre suivant la qualité (0 fr. 12 à 0 fr. 24 le kilog.); puis on la met en paquets et on l'expédie à la Nouvelle-Orléans. Là, des ateliers spéciaux la soumettent à un lavage dans un appareil cylindrique, muni d'une roue à palettes et rempli d'eau savonneuse bouillante. Après lavage, la matière est mise à sécher sur des claies et lorsqu'elle est sèche, elle est soumise à l'action d'une sorte de toupie, qui lui enlève les dernières traces d'humidité et la débarrasse des quelques poussières qui ont pu rester encore adhérentes. Après ce dernier traitement, elle a une couleur jaune au début et devient noirâtre au bout de quelques temps. En cet état, elle est triée suivant la longueur de la fibre et mise en ballots de différentes qualités. La qualité la plus fine, qui est celle qu'on exporte le plus, ressemble beaucoup au crin de cheval; la qualité inférieure se consomme sur place.

(*Journal of applied science.*)

Sur les tramways de la Grande-Bretagne. — Voici, sur les tramways de la Grande-Bretagne, quelques renseignements statistiques qui ne manquent pas d'intérêt :

	NOMBRE de tramways.	LONGUEURS kilométriques.	NOMBRE DE VOYAGEURS transportés.
Angleterre et pays de Galles. . .	40	375	97 502 734
Écosse.	6	68	44 289 458
Irlande.	6	71	9 009 323
Total pour la Grande-Bretagne.		514	

Le service comprend 1 382 voitures et 1 163 chevaux. A Swansea et à Wantage, ainsi que dans la vallée de la Clyde, la traction a lieu par machines à vapeur.

Les 375 kilomètres de tramways de l'Angleterre et du pays de Galles ont coûté 71 800 000 francs, non compris la force motrice et le matériel roulant. La moyenne des frais d'appropriation d'une route ou d'une rue pour un tramway, s'élève pour l'Angleterre à 208 000 francs par kilomètre. Dans certaines villes, ce chiffre est beau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coup plus élevé. Ainsi, à Liverpool, on a dépensé 4 275 000 francs pour moins de 10 kilomètres. Le capital engagé dans les tramways s'élève à 87 millions de francs.

En Écosse, les tramways coûtent moins; la moyenne des frais d'établissement est de 180 000 francs par kilomètre. En Irlande, 72 kilomètres ont coûté 12 500 000 fr.

Les 514 kilomètres construits dans la Grande-Bretagne jusqu'en 1880, ont coûté 122 millions de francs; quant à l'entretien de la voie, il est de 3 125 francs par kilomètre et par an.

La France compte 154 kilomètres de tramways et la Belgique 62.

En Allemagne il y en avait, à la fin de 1879, près de 484 et il y en a en projet 124 autres kilomètres; Berlin, Hambourg, Cologne, Breslau, Munich, etc., sont les principales villes où on en rencontre.

(*Ibid.*)

Nouvel appareil électrique pour protéger les trains en circulation. — La Compagnie des chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée vient d'adopter, pour les lignes à grand trafic de son réseau, l'appareil électrique suivant :

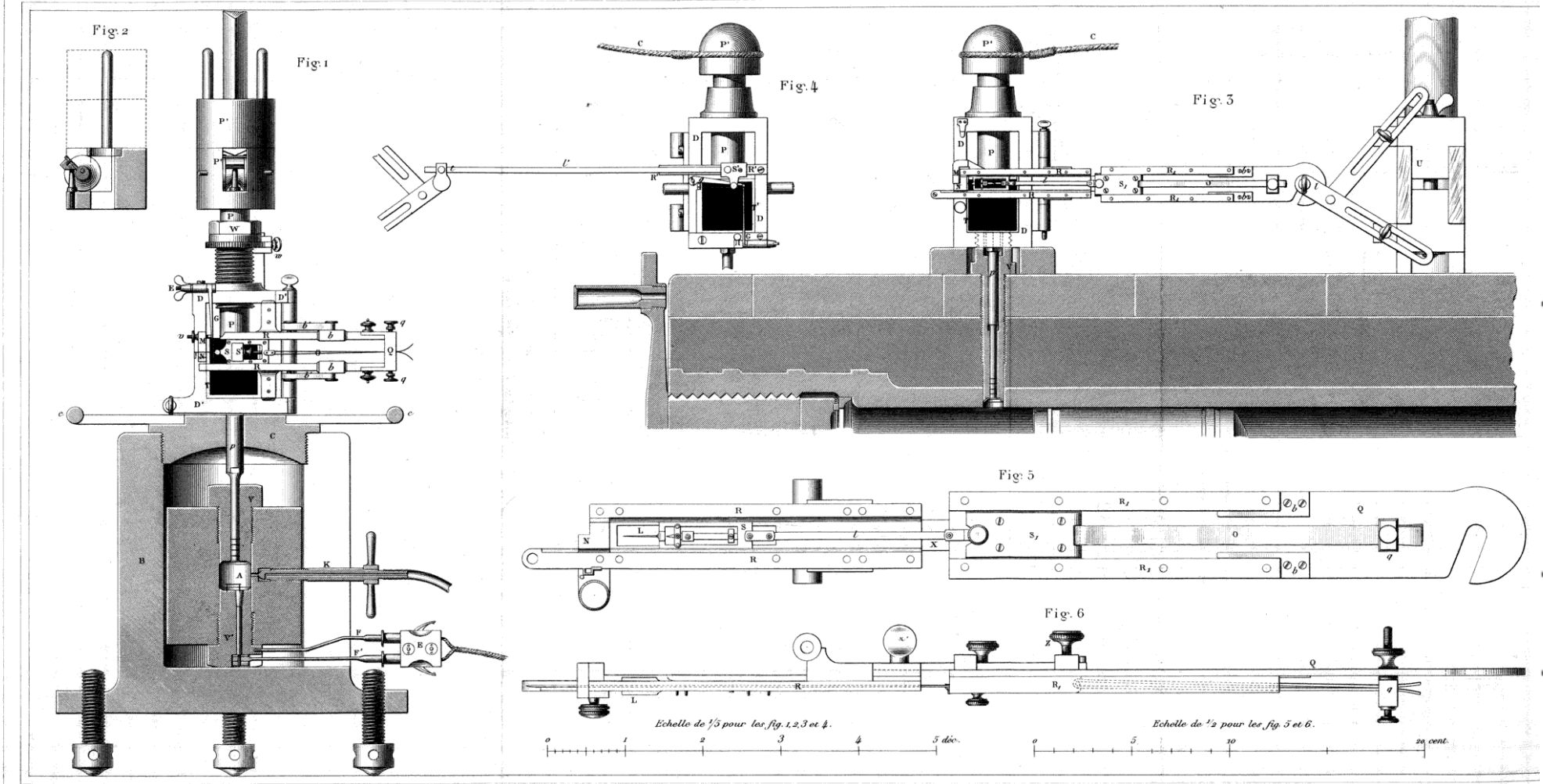
Cet appareil consiste en un cadran, surmonté d'un timbre et muni d'une aiguille mobile. Tout autour du cadran on a inscrit une douzaine d'indications ou de communications différentes, destinées à donner connaissance de tout ce qui peut contribuer à assurer la sécurité des trains et prévenir les accidents.

Un aiguilleur d'un poste quelconque a-t-il aperçu quelque chose d'anormal au passage d'un train, vite il s'empresse de transmettre à son correspondant la communication indicatrice qui a trait à l'incident qu'il vient de remarquer. Pour cela, il appuie successivement sur l'un des deux boutons qui sont à sa disposition; instantanément le timbre de l'appareil correspondant retentit, l'aiguille avance simultanément d'une communication à l'autre et vient s'arrêter, suivant le nombre de coups donnés par l'aiguilleur, sur le signal qui doit attirer l'attention de son correspondant. Ce dernier ainsi prévenu, répète la communication; certain qu'il a bien compris ce qui lui a été signalé, il attend le train, l'arrête s'il y a lieu de le faire, renseigne les agents, etc.

(*La lumière électrique.*) (M.)

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. R. Taneur, Paris.
L. Chaumont et Bert.

APPAREIL DIT ACCÉLÉROGRAPHE POUR LA MESURE DES PRESSIONS DÉVELOPPÉES PAR LES GAZ DE LA POUDRE ET L'ÉTUDE DE LA LOI DU MOUVEMENT DE RECUL D'UNE BOUCHE À FEU.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

79e année. Troisième série, tome VII. Novembre 1880.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS PHYSIQUES.

SUR LES MIROIRS MAGIQUES ; CONFÉRENCE FAITE A LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT PAR M. BERTIN, AVEC LA COLLABORATION DE M. DUBOSCQ (1).

Les peuples de l'extrême Orient, les Chinois et les Japonais, ne connaissaient pas autrefois d'autres miroirs que les miroirs métalliques, et, même aujourd'hui ils n'en fabriquent pas d'autres. Cet objet de toilette est en bronze, de formes et de grandeurs diverses, mais toujours portatif. L'une des faces est polie et toujours un peu convexe, de sorte que les images sont rapetissées ; l'autre face est plane ou légèrement concave et elle est toujours ornée de figures en relief, venues à la fonte, d'un travail plus ou moins parfait. Parmi ces miroirs il en est un très-petit nombre qui tirent de leur fabrication une propriété merveilleuse : lorsqu'un rayon de soleil tombe sur la surface polie, s'il est réfléchi contre un écran blanc, il transporte sur cet écran l'image des ornements qui sont sur la face postérieure. Au Japon, d'où nous viennent maintenant ces miroirs, ni le fabricant qui les fait, ni le marchand qui les vend, ne se doutent de leurs propriétés ; mais les Chinois les connaissent depuis longtemps et les apprécient ; ils les appellent d'un nom qui signifie miroirs qui se laissent pénétrer par la lumière. Nous, nous les appelons *miroirs magiques*.

Les miroirs magiques sont extrêmement rares. On n'en trouve que quatre

(1) Séance du 29 octobre 1880.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mentionnés dans les *Comptes rendus* de notre Académie des sciences. Le premier a été présenté à l'Académie par Arago en 1844; le deuxième et le troisième lui ont été signalés en 1847, par Stanislas Julieu et par Person, et le quatrième lui a été présenté en 1853 par Maillard. Il est vrai qu'en 1832 Brewster avait déjà donné une théorie des miroirs magiques; mais cette théorie avait été faite d'après la description d'un miroir de Calcutta, que Brewster n'a jamais eu entre les mains. Enfin, en 1864 et 1865, M. Govi (1) a présenté à l'Académie de Turin deux Notes sur de très-belles expériences qu'il avait faites à l'aide de trois miroirs magiques, ce qui porte à sept seulement le nombre de ces miroirs vus en Europe depuis qu'on a pris l'habitude d'y noter les faits scientifiques. Bien peu de personnes donc avaient vu des miroirs magiques lorsque, au mois d'avril, un savant anglais, M. Ayrton, professeur à l'École polytechnique de Yeddo, vint nous montrer plusieurs de ces miroirs qu'il avait rapportés du Japon. Il les expérimenta avec plein succès dans les ateliers de M. Carpentier, devant une assistance malheureusement peu nombreuse; puis il repartit pour Londres, et nous nous retrouvâmes probablement pour longtemps privés des merveilleux miroirs (2).

Sur ces entrefaites, je reçus la visite de M. Dybowski, mon ancien élève, agrégé des sciences physiques, qui revenait du Japon, où il avait été pendant deux ans le collègue de M. Ayrton (3). Il rapportait comme objets de curiosité quatre *miroirs de temple*, c'est-à-dire des miroirs anciens, qui sont bien supérieurs aux miroirs actuels; la fabrication de miroirs du commerce, écrasée sans doute par la concurrence que lui font les glaces d'Europe, étant devenue très-défectueuse. Nous les essayâmes ensemble; trois étaient circulaires, et le plus mince d'entre eux, qui est un disque de $0^m,153$ de diamètre, se trouva légèrement magique.

Pour essayer un pareil miroir, il suffit de le présenter au soleil et de recevoir le faisceau réfléchi sur un carton blanc, à petite distance, 1 mètre par

(1) Les deux Notes de M. Govi sont traduites dans les *Annales de Chimie et de Physique*, cahier de mai 1880.

(2) Le Mémoire de M. Ayrton est traduit dans le même numéro des *Annales*.

(3) Les Japonais ont voulu d'abord avoir des institutions scientifiques à l'instar de celles de l'Europe; malheureusement, ils veulent désormais voler de leurs propres ailes et employer comme professeurs les élèves que nous avons formés. La section française de l'École Polytechnique de Yeddo, où nous avons envoyé trois élèves de l'École Normale, doit être fermée le 1er juillet; la section allemande l'est déjà; la section anglo-américaine subsistera seule encore pour quelque temps.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 2



Fig. 1

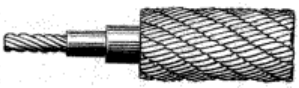


Fig. 4

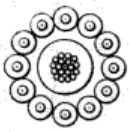


Fig. 3

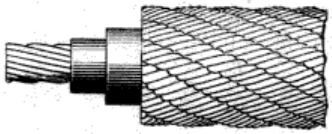


Fig. 6



Fig. 5



Fig. 7

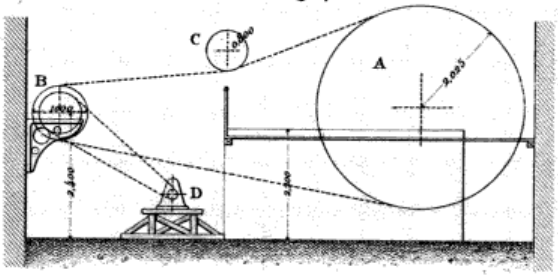


Fig. 8

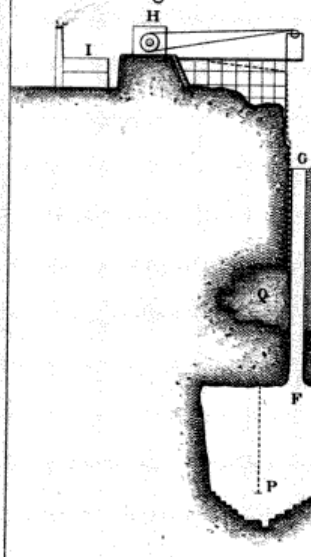


Fig. 9

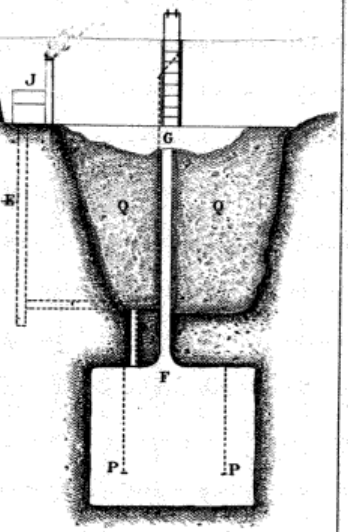
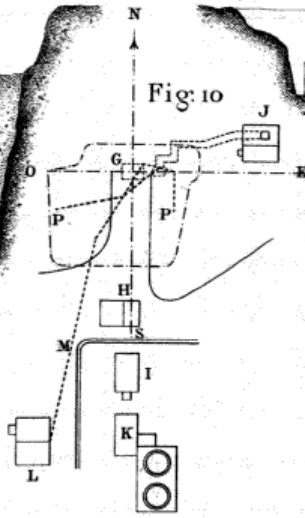


Fig. 10



Echelle ½ grandeur d'exécution pour les Fig. 1 à 6

Echelle de 1/3000 pour les Fig. 8, 9, 10.

Imp. R. Taneur, Paris. *L. Chaumont et Bertrand sc.*

APPLICATION DE L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE AUX ARDOISIÈRES D'ANGERS.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exemple. Mais, pour obtenir le maximum d'effet, il faut éclairer le miroir par de la lumière divergente ; le faisceau réfléchi est alors dilaté ; il peut être reçu à une plus grande distance et l'on aperçoit alors sur l'écran une image agrandie des ornements qui sont sur le revers du miroir. Les reliefs du dessin apparaissent en blanc sur un fond sombre. Cette image est ici confuse, parce que le miroir est mauvais ; elle serait très-nette si le miroir était parfait, mais je ne connaissais aucun moyen de l'améliorer.

Ce moyen a été indiqué pour la première fois par M. Govi, dans la seconde des deux Notes que j'ai citées plus haut ; il est une conséquence de la vraie théorie des miroirs magiques. Cette théorie n'a pas été établie tout d'abord.

Stanislas Julien a trouvé dans un auteur chinois du XII^e^ siècle de notre ère une explication des effets merveilleux de ces miroirs. L'auteur suppose que le dessin en relief qui est sur le revers est reproduit en creux sur la face polie ; on a ensuite coulé dans les tailles de la gravure un bronze plus fin que celui de la masse et on a poli la surface. C'est l'inégalité du pouvoir réfléchissant des deux bronzes qui produit l'effet magique.

La théorie de Brewster n'est pas notablement différente de cette explication chinoise ; le coulage du bronze fin est seulement supprimé. C'est le polissage qui, en effaçant la gravure, la rend invisible à la lumière ordinaire, tout en laissant au métal des variations de densité ou de pouvoir réflecteur qui rendent l'image visible aux rayons du soleil. Mais Brewster ne savait pas que la surface était amalgamée.

Cette théorie, fort heureusement, n'était pas connue en France lorsqu'on a commencé à parler des miroirs magiques ; sans quoi le grand nom de Brewster aurait peut-être égaré l'opinion. Le premier physicien français qui eut entre les mains un miroir magique, Person, en donna immédiatement la véritable explication. Il s'assura par une expérience directe que la surface polie du miroir n'était pas régulièrement convexe, qu'elle l'était seulement dans les parties correspondant aux creux de la figure du revers, mais qu'elle était plane dans les parties correspondant aux reliefs. « Les rayons réfléchis sur les parties convexes divergent et ne donnent qu'une image affaiblie ; au contraire, les rayons réfléchis sur les parties planes gardent leur parallélisme et donnent une image dont l'intensité tranche sur le reste (1). »

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 21 juin 1847.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette irrégularité de la surface tient à la manière dont les miroirs sont fabriqués et que nous a apprise M. Ayrton. Sorti de la fonte sous la forme d'un disque plan, le miroir, avant d'être poli, est d'abord rayé dans tous les sens avec un outil pointu, et naturellement il lui offre plus de résistance dans les parties épaisses que dans les parties minces. Cette opération le rend d'abord concave et c'est par la réaction élastique du métal qu'il devient convexe; la convexité est plus sensible dans les parties minces que dans celles qui correspondent aux reliefs du dessin. Cette irrégularité de la surface n'est pas sensible à la lumière diffuse, tandis qu'elle peut, dans les miroirs minces, produire l'effet magique par la réflexion d'une lumière très-vive, comme celle du soleil ou de la lampe oxhydrique. Il en est de même de tous les miroirs mal travaillés. Une lame de plaqué d'argent donne d'excellentes images, tandis que, si on lui fait réfléchir le soleil, on aperçoit dans la section du faisceau réfléchi tous les coups de marteau qu'elle a reçus quand on l'a planée. C'est un vrai miroir magique; seulement l'image réfléchie est irrégulière, tandis que celle du miroir japonais est régulière comme le dessin du revers.

C'est pour renverser définitivement la théorie de Brewster et appuyer par cela même celle de Person que M. Govi a fait ses expériences. Malgré l'intérêt qu'elles présentent, je ne veux pas les rapporter ici, puisqu'on peut les lire dans les *Annales de Chimie et de Physique;* je rappellerai seulement la dernière et la plus curieuse, celle qui consiste à chauffer le miroir par derrière. Les parties minces doivent s'échauffer plus rapidement que celles qui sont en relief; elles deviendront plus convexes, les irrégularités de la surface seront plus accentuées et l'effet magique sera augmenté; il pourra même se produire dans les miroirs qui étaient d'abord inertes.

Lorsque j'eus pris connaissance des deux Notes de M. Govi, je proposai à M. Duboscq de s'associer à moi pour répéter d'abord les expériences du savant italien, et pour étudier en général la question si intéressante des miroirs magiques, avec l'espoir de pouvoir les reproduire dans ses ateliers. Tel a été, en effet, le résultat définitif de notre collaboration.

Nous n'avions d'abord à notre disposition que le miroir rapporté du Japon par M. Dybowski et qui donnait, par la réflexion des rayons solaires, des images confuses. Ces images deviennent très-nettes quand on chauffe le miroir par derrière avec un bec de gaz, et le miroir devient tout à fait magique.

Nous l'avons ensuite fait mouler et reproduire, non pas en bronze ja-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ponais, mais en bronze ordinaire. Un premier exemplaire a été travaillé brutalement sur le tour, à la manière japonaise, pour le rendre magique ; mais il s'est cassé. Un second a été travaillé doucement dans un bassin, puis la surface polie a été nickelée; mais il n'était pas magique. Seulement il a pris cette propriété à un très-haut degré quand on l'a chauffé, et même il en a gardé des traces depuis qu'il a été chauffé plusieurs fois. Plusieurs miroirs japonais, que nous avons pu nous procurer, nous ont donné des résultats analogues.

On a gravé des lettres derrière de petits miroirs japonais de forme rectangulaire; quand le miroir était chauffé, ces lettres apparaissaient noires dans l'image. Quand on faisait un trait autour des ornements du revers, le miroir chauffé devenait tout à fait magique, parce que le dessin ressortait encadré par le trait noir qui limitait les contours des figures.

Ainsi, l'application de la chaleur est certainement très-efficace pour rendre les miroirs magiques; mais elle n'est pas sans inconvénients. D'abord, elle détériore les miroirs, qui perdent leur poli, surtout lorsqu'ils sont amalgamés. Ensuite on n'arrive pas toujours à échauffer le miroir partout également, et les images sont déformées. Nous avons pensé que le changement de courbure qu'il s'agit de produire s'obtiendrait bien plus uniformément par la pression. M. Duboscq a donc construit une boîte plate en laiton, fermée d'un côté par le miroir métallique et de l'autre par un disque portant à son centre un ajutage qu'on peut relier par un tube en caoutchouc avec une petite pompe à main. Cette pompe est à la fois aspirante et foulante. Si le caoutchouc est attaché au robinet de compression, quelques coups de piston suffisent pour comprimer l'air suffisamment dans la boîte; le miroir devient de plus en plus convexe, le cône de rayons réfléchis s'ouvre de plus en plus, et, dans la partie où il frappe l'écran, l'image du revers apparaît de plus en plus nette. Notre miroir japonais donne alors de très-belles images; la copie qui en a été faite, et qui ne donne rien à l'état ordinaire, devient un miroir magique aussi parfait que tous ceux que M. Ayrton nous a montrés. Un miroir en laiton nickelé, derrière lequel sont gravées des figures en creux à côté d'ornements en relief formés par des lames de fer-blanc soudées, devient très-magique par la pression et donne en même temps l'image noire des dessins en creux et l'image blanche des dessins en relief.

C'est là ce que j'appellerai l'image *positive*. On peut aussi avoir une image *négative* ou inverse de la précédente en raréfiant l'air dans la boîte à pression, et pour cela il suffit d'attacher le caoutchouc au robinet d'aspiration de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pompe. Le jeu de celle-ci raréfie l'air dans la boîte, le miroir devient concave, la section du faisceau réfléchi devient plus petite, et l'image du revers est amoindrie et change de caractère ; les reliefs viennent en noir et les creux en blanc.

Ces expériences exigent une lumière intense. Un bec de gaz est insuffisant ; mais la lumière Drummond suffit parfaitement. On l'intercepte avec un écran percé d'un trou pour que le faisceau divergent qui tombe sur le miroir ne soit pas trop dilaté ; le miroir, qui est mobile sur son support, renvoie ce faisceau soit au plafond, soit sur un écran. Les effets sont beaucoup plus brillants et plus nets avec le soleil. Quand on présente le miroir au porte-lumière, le faisceau lumineux ne le couvre pas tout entier ; il convient de le dilater avec une lentille qui fait converger les rayons solaires en avant du miroir, de sorte que celui-ci reçoit toujours des rayons divergents.

En résumé, en copiant les miroirs japonais, on peut faire maintenant des miroirs dont quelques-uns sont magiques, et on peut les rendre tous magiques par la pression. La boîte à pression, avec un miroir métallique façon japonaise, ou avec un miroir qui porte à la fois des ornements en relief et des dessins en creux, constitue un appareil des plus curieux et dont la place est marquée dans tous les cabinets de physique.

Nous ne nous arrêterons pas là. Un de ces jours, pendant que notre miroir sera rendu magique par la pression, nous voulons faire mouler la surface polie, et nous la ferons reproduire par la galvanoplastie. Cette surface aura toutes les irrégularités de celle du miroir magique et produira dans les rayons réfléchis l'image d'ornements qui n'existeront plus. Ce sera, pour ainsi dire, le comble de la magie.

ACOUSTIQUE.

SUR LE PHOTOPHONE DE M. GRAHAM BELL ; CONFÉRENCE FAITE A LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT PAR M. ANTOINE BRÉGUET (1).

Messieurs, le professeur Graham Bell, un homme de trente-deux ans à

(1) Séance du 29 octobre 1880 ; pendant cette conférence, M. Graham Bell, venu tout exprès d'Amérique, est assis au Bureau à côté de M. le président Dumas, qui se lève du fauteuil pour le présenter à toute l'assemblée et lui rendre un solennel hommage public.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peine, qui a déjà immortalisé son nom par la découverte du premier téléphone articulant, vient de nous apporter une nouvelle merveille, le photophone, dont vous avez déjà sans doute entendu parler.

C'est un appareil qui sert à transmettre les sons par l'intermédiaire d'un rayon lumineux. Tandis que le téléphone nécessite des conducteurs métalliques pour joindre entre elles les deux stations en correspondance, le photophone récepteur est tout à fait indépendant du photophone transmetteur. Il suffit qu'un faisceau de lumière puisse traverser l'espace d'un poste à l'autre, librement, sans rencontrer aucun obstacle opaque. Comme on l'a dit fort justement, il suffira désormais de se voir, et cela d'une distance quelconque, pour pouvoir s'entendre.

Le principe sur lequel repose le photophone est déjà connu depuis plusieurs années. C'est, en effet, en 1872, que MM. May et Willoughby Smith annonçaient à la Société des ingénieurs télégraphistes de Londres qu'un métalloïde, le sélénium, conduisait mieux l'électricité lorsqu'il était éclairé que lorsqu'il était plongé dans l'obscurité.

Jusqu'à cette époque, le sélénium était une simple curiosité chimique, qui n'avait trouvé aucune application dans les arts. Mais la propriété si inattendue qu'il venait de manifester frappa vivement l'esprit inventif de M. Bell.

M. Bell annonçait déjà, en 1878, qu'il serait possible, ou plutôt qu'il ne serait pas impossible d'arriver, à l'aide du sélénium et de son téléphone, à entendre l'ombre et la lumière. Nous savons maintenant que cette prophétie n'avait rien de bien audacieux.

Avant d'aller plus loin, je veux vous rendre témoins de ce que je viens d'avancer. Je veux que vous voyiez par vous-mêmes que le sélénium est meilleur conducteur à la lumière que dans l'obscurité.

M. Duboscq va projeter sur cet écran le cadran d'un galvanomètre dont vous apercevez l'aiguille. Un courant de pile traverse ses spires et traverse aussi une surface de sélénium. Le sélénium est d'abord soustrait à l'action de la lumière, et l'aiguille du galvanomètre se fixe en un certain point. Mais on va brusquement l'éclairer par un jet de lumière électrique, et vous voyez l'aiguille dévier d'une manière très-sensible.

C'est la première fois, si je ne me trompe, que cette expérience est répétée en France, — et j'ai tenu à vous la présenter, car elle constitue comme le point de départ de tous les nouveaux travaux de M. Bell.

Sous certaines formes allotropiques, le sélénium est deux fois plus résistant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans l'obscurité qu'à la lumière d'un soleil intense. S'il en est ainsi, faisons traverser le sélénium par un courant de pile, et plaçons dans le circuit un téléphone ordinaire. Il est bien évident que chaque changement de conductibilité du sélénium modifiera l'intensité du courant, et ce que vous savez du téléphone vous montre que chacune de ces modifications d'intensité se traduit par une vibration, par un déplacement de sa membrane de fer doux. Imaginons un grand nombre de variations dans la lumière qui impressionne le sélénium, nous aurons, en fin de compte, un grand nombre de vibrations de cette membrane de téléphone, — nous aurons donc un son.

Supposez que ces vibrations aient des amplitudes proportionnelles aux vibrations lumineuses, et que ces variations lumineuses soient elles-mêmes proportionnelles aux amplitudes de vibrations de chacun des sons qui composent la voix, la parole, — et vous arrivez à en conclure que cette voix, cette parole, sera reproduite dans le téléphone récepteur.

C'est ce que l'expérience confirme de la manière la plus éclatante.

Voilà, Messieurs, toute l'idée de M. Bell dans sa prodigieuse simplicité, — et vous allez voir que les appareils qui permettent de passer de l'idée à l'exécution, ne sont pas moins simples que l'idée elle-même.

L'appareil fondamental, d'où découlent tous les autres, est ici sous vos yeux (fig. 1). — Un disque de phénakisticope D, c'est-à-dire un disque percé de

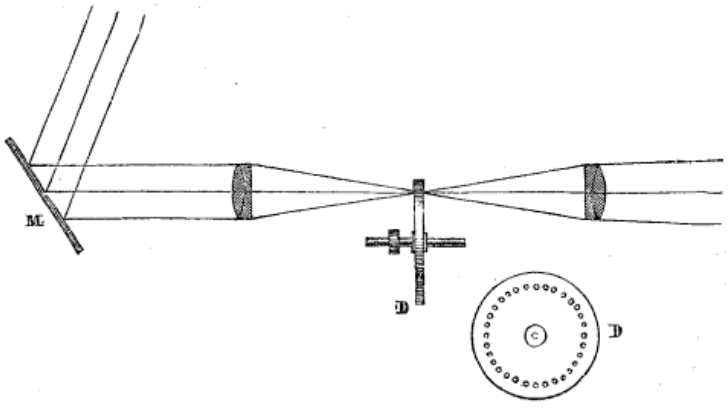


Fig. 1. — Transmetteur.

nombreuses fenêtres près de son bord, est animé d'un mouvement rapide de rotation afin d'interrompre un grand nombre de fois, dans un temps très-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

court, le rayon de lumière projeté et concentré sur lui. Ce rayon rendu intermittent, vient tomber sur du sélénium R, et on peut alors entendre dans le téléphone T, placé dans le circuit de la pile et du sélénium, une note musicale, dont le nombre de vibrations simples est égal au nombre des intermittences de la lumière.

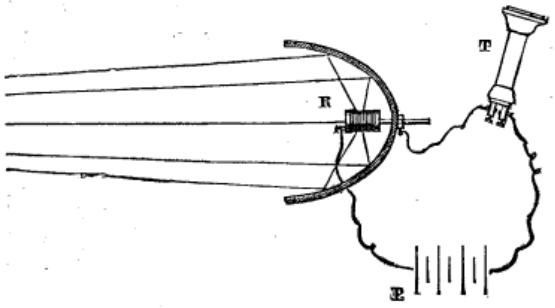


Fig. 1. — Récepteur.

Je ne décrirai pas ici la forme remarquablement ingénieuse que MM. Bell et Tainter ont su donner au sélénium pour le rendre à la fois très-sensible à la lumière et très-peu résistant au passage du courant électrique. Ces organes ont été décrits en détail dans la *Revue scientifique* et le seront aussi dans les *Annales de Chimie et de Physique*, où ceux qu'ils intéressent pourront les étudier à loisir.

Si l'on veut transmettre, non plus seulement des notes musicales, mais la parole humaine avec toutes ses finesses, il faut avoir recours à un autre appareil différent de celui que je viens de vous montrer. La nouvelle disposition est la suivante (fig. 2). — Le tube à l'embouchure duquel on parle est obturé à son extrémité inférieure par une feuille de verre argenté et flexible, faisant l'office de miroir.

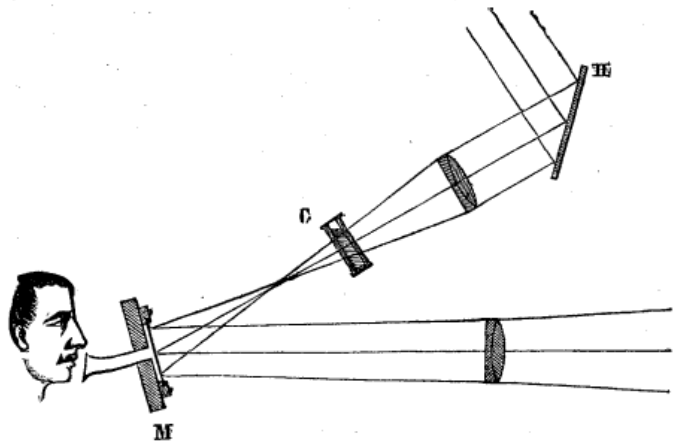


Fig. 2.

Sous l'influence de la parole, c'est-à-dire des vibrations de l'air du tube, ce miroir se bombe ou se creuse, devient convexe ou concave. Il en résulte qu'un rayon de lumière parallèle qui viendra tomber sur le miroir, s'épanouira ou se concentrera après sa réflexion.

Vous comprenez alors que l'intensité lumineuse que ce rayon projettera à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

distance sur une surface donnée changera à chaque instant. Le récepteur de sélénium subira donc des variations incessantes dans sa conductibilité ; ces variations correspondent à celle de la pression de l'air dans le tube transmetteur ; vous en avez conclu que la parole est transmise.

Je ne puis pas malheureusement vous faire entendre ce soir le photophone articulant. Nous ne serions pas placés dans des conditions de silence relatif toujours nécessaires pour la réussite d'expériences de ce genre. Mais j'ai désiré vous faire apprécier au moins la délicatesse du miroir mince et vous faire constater ses vibrations sous l'influence de la voix. Pendant qu'un rayon lumineux sera projeté sur le miroir, quelqu'un parlera contre lui, et vous verrez clairement toutes les variations de la lumière réfléchie articulant.

Vous avez donc constaté expérimentalement, — d'une part — que la lumière modifie l'intensité d'un courant qui traverse du sélénium, — d'autre part — que la parole fait varier l'intensité de la lumière réfléchie par ce miroir mince. Ces deux expériences constituent l'analyse complète du photophone.

Dans tout ce que je vous ai dit jusqu'à présent, Messieurs, il n'a été en somme question que d'une invention, puisque le principe qui a servi de base à M. Bell a été, comme vous le savez, découvert par un autre savant. Le photophone est donc une application d'un phénomène connu avant lui. C'est une invention de génie, soit ; mais ce n'est pas ce que l'on appelle une découverte.

Eh bien, M. Bell ne s'en est pas tenu là, et, doué de son étonnant instinct de chercheur, il a couronné son invention si belle par une découverte des plus inattendues et qui semble devoir ouvrir un horizon absolument nouveau aux recherches des physiciens.

M. Bell a vérifié qu'une substance quelconque, recevant de la lumière intermittente, rend un son. Il suffit de placer ces feuilles de zinc, d'antimoine, d'ébonite, etc., sur le trajet du rayon lumineux et d'écouter si elles vibrent, c'est-à-dire si elles donnent à l'oreille la sensation d'une note musicale.

On va projeter sur l'écran une image du dispositif qui sert à réaliser cette expérience (fig. 3). — Vous reconnaissez le disque perforé qui, en tournant, interrompt la lumière, la rend *vibratoire* suivant l'expression de M. Bell. Un personnage a l'oreille appliquée contre le pavillon d'un tube qui reçoit cette lumière vibratoire à son autre extrémité. On pourrait même recevoir le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rayon lumineux directement sur le tympan, et la note musicale serait toujours perçue. Cette dernière forme d'expériences, la plus simple de toutes à exécuter, est à vrai dire assez pénible, car la lumière porte avec elle des rayons calorifiques qui échauffent l'oreille de la façon la plus désagréable.

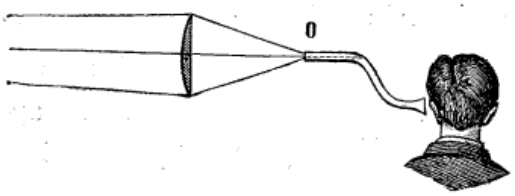


Fig. 3. — Le transmetteur est celui de la fig. 1.

Vous vous posez sans doute une question bien naturelle. Puisque les rayons intermittents renferment à la fois de la lumière et de la chaleur, quelle est celle de ces deux influences qui intervient dans ces merveilleux phénomènes? Est-ce la chaleur? Est-ce la lumière? — La réponse est assez délicate, assez difficile, et M. Bell, pour sa part, s'est abstenu, avec une prudence qui prouve son grand esprit scientifique, de donner aucune affirmation à cet égard.

Si nous ne tenons compte que des idées admises aujourd'hui dans la science, il paraîtra sans doute naturel d'attribuer ces vibrations mystérieuses plutôt à la chaleur qu'à la lumière. Nous savons, en effet, que la chaleur peut causer par la dilatation un changement de volume dans les corps, et si ces changements sont assez rapides, nous aurons des vibrations qui, assez rapprochées les unes des autres, fournissent un son. — La lumière, telle que nous la considérons, ne met en mouvement que l'éther et ne donne pas de mouvement d'ensemble à la matière. Nous ne connaissons, je crois, que la statue de Memnon qui pût rendre des sons mélodieux lorsqu'elle était frappée par les rayons du soleil. Mais nous n'oserions même pas opposer à M. Bell un tel cas de priorité!

Quoi qu'il en soit, il faut être circonspect : s'il est sage de ne pas vouloir trop vite abandonner les idées reçues, il le serait aussi peu de ne jamais vouloir examiner si elles ne pèchent pas par quelques points. Il ne faut pas oublier que la science n'est pas fondée sur des hypothèses, mais sur des expériences. Celles-ci resteront toujours; les hypothèses dureront ce qu'elles pourront.

J'en aurais trop à dire et je vous fatiguerais bientôt, si je voulais énumérer toutes les formes que MM. Bell et Tainter ont données à leurs expériences photophoniques.

Mais je veux terminer cette communication déjà longue, afin de faire place

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aux quelques expériences que vous serez en mesure de faire vous-mêmes et qui vous convaincront mieux que tous les discours du monde.

Le seul point que je vous demande la permission de traiter encore devant vous, répond, il me semble, à une question que vous ne manqueriez pas de m'adresser, si je n'y répondais pas d'avance. Quelles peuvent être les applications du photophone? Parviendra-t-il à détrôner le téléphone et le télégraphe?

Il est toujours dangereux de risquer des prophéties. Ce n'est pas un mois après l'apparition d'une découverte aussi inattendue qu'il est possible de dire ce qui en adviendra ou ce qui n'en adviendra pas dans dix ou quinze ans.

Cependant, par son principe même le photophone ne peut servir à relier entre elles que des stations qu'aucun obstacle ne sépare, et cela seul constitue une grande infériorité sur le téléphone. En cas de guerre, où des conducteurs matériels sont toujours exposés à être détruits par l'ennemi, cette infériorité n'en est plus une, bien au contraire, et la télégraphie optique pourrait emprunter de grands perfectionnements au photophone. Deux places assiégées, par exemple, seraient capables de se parler l'une à l'autre. Pouvait-on vraiment espérer qu'une pareille chose fût réalisable un jour! Les expériences de M. Bell à Washington ont porté sur une distance de 213 mètres, mais rien ne dit qu'on ne puisse opérer sur des distances beaucoup plus considérables.

Vous savez, Messieurs, que cette année même M. Bell recevait du gouvernement français la nouvelle que le prix Volta lui était décerné. Ainsi que notre illustre Président l'a dit à ses collègues de l'Académie des sciences, il était impossible de répondre à cette nouvelle d'une manière plus scientifique. Rien ne pouvait mieux montrer que les découvertes que je viens de vous exposer, à quel point la commission dont M. Dumas était aussi le président, avait été bien inspirée en attribuant à M. Bell le prix Volta.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878.

CONFÉRENCE SUR LA DYNAMITE ET LES SUBSTANCES EXPLOSIVES, PAR M. LOUIS ROUX, INGÉNIEUR EN CHEF DES MANUFACTURES DE L'ÉTAT.

Messieurs, pendant la période de temps qui s'est écoulée depuis la dernière Expo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sition universelle, a pris naissance un art en quelque sorte nouveau, celui des substances explosives, et cet art nouveau a créé de nouvelles industries.

C'est pendant la période précédente que s'était produit ce fait d'une haute valeur scientifique : la découverte de substances explosives préparées directement par des combinaisons chimiques, tandis que les anciens explosifs étaient formés par des ingrédients mélangés mécaniquement. Cette découverte devait donner naissance à une série indéfinie de corps explosifs. Quelques-uns d'entre eux, le fulmicoton notamment, avaient pris immédiatement place dans l'industrie ; la nitroglycérine, le premier explosif liquide, l'avait suivi ; mais il fallait encore plusieurs années avant de déterminer les transformations moyennant lesquelles ces substances redoutables pouvaient être mises en circulation sans compromettre la sécurité publique. Ce résultat n'a pas été obtenu sans de cruelles épreuves ; mais de nos jours enfin, grâce à la transformation du pyroxyle primitif en fulmicoton comprimé, et de la nitroglycérine en dynamite, on peut croire que le but a été atteint ; et si les nouveaux explosifs mis aujourd'hui entre les mains des travailleurs ne sont pas absolument sans dangers, résultat qu'il paraît chimérique d'espérer, on peut dire du moins que, tout en ayant accru dans une large proportion les forces mises à la disposition de l'industrie, ils présentent toute la sécurité qu'on peut raisonnablement attendre d'une matière explosive.

Cependant l'ancienne poudre noire ne devait pas être abandonnée. Loin de là, l'usage des nouveaux explosifs ne devait que mieux faire ressortir ses propriétés. Rien n'a pu la remplacer jusqu'ici dans la production des effets balistiques, pour l'emploi des armes à feu ; mais les nouvelles substances devaient présenter des avantages incontestables pour les effets de rupture, dans les travaux de sautage. C'est à ce point de vue spécial que nous examinerons les substances explosives.

Substance explosive. — Définition.

Qu'est-ce qu'une substance explosive ? Remarquons d'abord que tout corps susceptible de produire une explosion n'est pas un corps explosif. Le gaz d'éclairage, les essences minérales, peuvent faire explosion au contact de l'air ; mais il leur faut la présence de l'atmosphère. Un corps explosif, au contraire, doit se suffire à lui-même. Destiné à être employé dans l'âme d'un canon ou au fond d'un trou de mine, il faut qu'il trouve en lui-même tous les éléments nécessaires à l'explosion, c'est-à-dire à sa transformation en gaz complète ou partielle. Ce corps, solide ou liquide, ne présentant dans cet état qu'un faible volume, se transforme à un moment donné, par ses propres éléments, en un volume de gaz incomparablement plus grand, qui, par leur pression sur les parois de l'enceinte où ils sont renfermés, exercent les effets de projection ou de rupture que l'on recherche.

Tout corps solide ou liquide composé d'éléments gazeux n'est pas par cela même un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

corps explosif. Il faut encore que sa transformation en gaz dégage de la chaleur. Ainsi le chlorure d'azote, composé de deux gaz, est bien un explosif, parce qu'il dégage une chaleur considérable au moment de la décomposition. L'eau, quoique composée également de deux gaz, n'est point et ne sera jamais un explosif, car c'est sa formation qui dégage de la chaleur, et sa décomposition subite, en supposant qu'on eût les moyens de la réaliser à volonté, ne produirait au contraire que du froid.

Les explosifs composés de gaz simples ne sont guère que des exceptions, et le peu que nous en connaissons, tels que le chlorure et l'iodure d'azote, ne sont point des substances pratiques. Les explosifs usuels, aussi bien les anciens, formés de matières minérales, que les composés chimiques nouveaux, doivent leur propriété à cette circonstance qu'au moment de la déflagration il se forme des combinaisons chimiques nouvelles qui, développant une haute température, donnent aux gaz engendrés une énorme tension.

Dans la poudre, ces combinaisons sont dues à la présence d'un corps oxydant, le nitrate de potasse, qui, au moment de la déflagration, transforme le carbone du mélange en acide carbonique et oxyde de carbone. Dans les nouveaux explosifs chimiques, dans le pyroxyle comme dans la nitroglycérine, c'est encore par l'oxydation du carbone contenu dans la substance qui a servi de base à la préparation que sont engendrés les gaz explosifs.

Ainsi deux éléments sont indispensables pour former une substance explosive : un corps comburant, l'oxygène, introduit dans le mélange sous forme d'acide azotique, d'azotate et quelquefois de chlorate, et un corps combustible, le carbone, qui peut être introduit sous les mille formes qu'il revêt dans la nature.

Force d'un explosif.

La force explosive d'une substance, c'est-à-dire la pression exercée sur l'unité de surface de la capacité dans laquelle elle détone, a pour mesure le produit de la quantité de chaleur dégagée par le volume des gaz, ces gaz étant réduits à la température de zéro et à une pression uniforme.

On vérifie cette loi au moyen des diverses combinaisons de l'ancienne poudre noire. Voici notamment les résultats donnés par trois dosages, contenant, l'un le maximum de salpêtre et le minimum de carbone, l'autre le minimum de salpêtre et le maximum de carbone, le troisième une moyenne de ces deux éléments :

	DOSAGE.			CALORIES DÉGAGÉES	VOLUME DES GAZ.
	Salpêtre.	Soufre.	Charbon.	par kilogr.	
Chasse fine.	78	10	12	807,3	234 litres
Commerce.	72	13	15	694,2	281
Mine.	62	20	18	570,2	307

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les quantités de chaleur et les volumes des gaz sont très-différents pour ces trois espèces de poudre. Le produit des deux éléments est, au contraire, presque constant. Il diffère à peine d'un dixième.

1er	dosage,	chasse,	produit des éléments,	1889
2e	—	commerce,	—	1950
3e	—	mine,	—	1750

Or l'expérience démontre, en effet, que la puissance d'explosion des trois mélanges est sensiblement la même.

Rapidité de la réaction.

Il y a cependant un autre élément dont il faut tenir compte : c'est la rapidité avec laquelle se décompose le mélange explosif. Cet élément, qui échappe à l'analyse, a une valeur pratique incontestable. On comprend du reste que, les effets de rupture étant la conséquence d'un véritable choc, l'instantanéité de l'action ait une grande influence sur le résultat. On le vérifie par l'expérience suivante : une poudre binaire formée de 80 pour 100 de nitrate de potasse et de 20 pour 100 de charbon, donne, pour 1 gramme, 820 calories et 40 pour 100 de gaz. Le produit de ces deux termes, 328, est supérieur à ceux que l'on obtient avec les mélanges ternaires dont nous avons donné tout à l'heure la composition. A l'essai, cependant, ces mélanges ternaires ont une puissance d'explosion notablement supérieure. Ainsi le soufre, qui n'a pas d'influence directe sur la production du gaz et de la chaleur, ajoute à la force du mélange explosif en favorisant la propagation de la combustion dans la masse et la rapidité des réactions.

Cette remarque est importante à faire, parce qu'en abordant l'étude des nouveaux explosifs chimiques, nous allons nous trouver en présence de corps dont la puissance tient en grande partie à la rapidité, on peut dire à l'instantanéité de la décomposition, et un des progrès les plus importants réalisés dans l'emploi de ces matières, a été d'assurer cette instantanéité.

Déjà, dans la préparation de la poudre noire, nous nous efforçons d'atteindre ce but en cherchant, par les moyens mécaniques les plus puissants, à rapprocher les molécules des matières composantes. Après les avoir divisées en poussière impalpable, nous les comprimons sous des meules pesant plusieurs milliers de kilogrammes ; nous les incorporons, suivant l'expression consacrée ; nous savons, en effet, que, plus cette incorporation est parfaite, plus vive est la poudre. Mais nous avons beau faire, les moyens mécaniques les plus puissants n'arrivent pas à briser une molécule, et, au moment de l'explosion, les atomes qui ont à se réunir pour former de nouvelles combinaisons doivent encore passer d'une molécule à une autre. Il n'en est pas de même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans l'explosif chimique. Ici la molécule elle-même est un explosif complet; la réaction se passe dans le sein même de la molécule. Il fallait tout à l'heure à l'atome un parcours relativement considérable, peut-être un millionième de millimètre; maintenant, c'est sans doute par le milliard qu'il faudrait diviser le millimètre pour mesurer la distance que l'atome a à parcourir.

Explosions spontanées.

Mais de cette facilité si grande que devaient trouver les atomes à se réunir est née, dans la pratique, un danger qui n'existait pas avec l'ancienne poudre. On avait avec elle une stabilité, une fixité complète. Si un accident avait lieu, on pouvait être certain que, connue ou non, il y avait une cause extérieure. Avec les explosifs chimiques, a paru un fantôme nouveau, terrible, toujours menaçant, celui des explosions spontanées, explosions arrivant sans cause extérieure, par la réaction de la matière sur elle-même.

Les premiers explosifs chimiques employés, le fulmicoton, les pyroxyles dans leur première forme, ont dû être abandonnés à cause des doutes que de nombreux accidents ont fait concevoir sur leur stabilité. Mais on est arrivé depuis à la certitude que tous les corps pyroxylés n'étaient pas dans le même cas, que cette instabilité tenait à des causes qui pouvaient être combattues efficacement, et quoiqu'il y eût dans la solution du problème des difficultés d'une nature toute spéciale, on peut dire qu'il est aujourd'hui résolu, et la meilleure preuve à en donner, c'est que les nouveaux explosifs n'occasionnent pas plus d'accidents que l'ancienne poudre; ils en occasionnent même beaucoup moins, et les malheurs qui arrivent tiennent presque toujours à l'ignorance où l'on est encore des propriétés de ces matières, et ils deviendront par conséquent de plus en plus rares, à mesure qu'on les connaîtra mieux.

Sensibilité.

A la stabilité d'une matière se rattache, au point de vue de la sécurité qu'elle présente, la sensibilité, c'est-à-dire la facilité à partir sous le choc. Ces deux propriétés sont cependant indépendantes l'une de l'autre. Le fulminate de mercure, par exemple, est d'une grande sensibilité, mais sa fixité n'a jamais été mise en doute. La sensibilité d'un explosif est, du reste, une question relative; elle dépend de l'usage auquel il est destiné. Ainsi les fulminates ne pourraient être employés à l'égal des explosifs ordinaires; mais, à l'état de capsules et d'amorces, enfermés par petites masses dans des alvéoles métalliques, ils remplissent parfaitement le but auquel ils sont destinés, en présentant une garantie suffisante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, un dernier élément, le prix de revient ou la valeur vénale est d'une grande importance dans l'industrie; nous aurons également à en tenir compte; mais il est évident qu'il est corrélatif aux éléments précédents. Un explosif, quelle que soit sa valeur, ne saurait être adopté, s'il ne présente pas de garanties suffisantes. Un explosif d'une valeur élevée ne sera relativement pas cher, si sa puissance est plus que proportionnelle à son prix.

Classification des explosifs.

Les explosifs proposés dans ces dernières années ont été très-nombreux. Nous devons nous attendre à en voir paraître fréquemment de nouveaux; les diverses combinaisons que l'on peut faire avec les substances connues sont, en effet, en quelque sorte, indéfinies; mais le plus souvent les différences sont insignifiantes, et les explosifs ne varient que par le nom.

On peut grouper tous ces corps par catégories, et, quand on connaît approximativement la composition des mélanges, avoir *à priori* une idée assez exacte de leur valeur.

Prenons, par exemple, l'ancienne poudre noire et substituons successivement à chacun de ses éléments, salpêtre, charbon et soufre, tous les composés susceptibles de jouer un rôle analogue. Remplaçons d'abord le nitrate de potasse par les nitrates de soude, de baryte, d'ammoniaque; puis par le chlorate de potasse; au charbon, substituons la sciure de bois, le tan, la suie, la résine, l'amidon, tous les corps contenant du carbone; quant au soufre, peu susceptible d'être remplacé, nous pouvons le prendre ou le supprimer; nous aurons ainsi la série des diverses poudres minérales ou mécaniques pouvant, dans certaines conditions, se substituer à l'ancienne poudre. Les explosifs chimiques, en élaguant ceux qui n'ont eu jusqu'ici qu'un intérêt de curiosité, se réduisent à trois : le pyroxyle, qui se présente sous deux formes, le fulmicoton et le bois nitrifié ou poudre Schultz; la nitroglycérine; l'acide picrique, qui a donné naissance à la série des picrates dont les seuls usités sont les picrates de potasse, de plomb et d'ammoniaque. En mélangeant l'un de ces explosifs chimiques avec l'un quelconque des explosifs minéraux de la série précédente, on peut créer un nombre presque indéfini d'explosifs, ayant chacun un caractère particulier et pouvant présenter une certaine valeur. Il s'agit cependant de choisir. Mais il faut observer d'abord que la valeur, c'est-à-dire la force de chacun de ces mélanges, ne sera pas exactement la force des deux matières composantes. Il va se passer ici un phénomène analogue à celui que nous avons indiqué, quand nous avons fait ressortir le rôle du soufre dans la composition de la poudre. L'introduction d'un explosif chimique dans un mélange minéral d'une inflammation lente et, par suite, d'une puissance médiocre, a pour effet d'augmenter considérablement sa puissance. La décomposition de ce mélange

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

subit l'entraînement de l'explosif plus rapide qui lui est associé, et sa puissance peut ainsi être doublée, triplée et quelquefois davantage.

Mélanges.

On comprend que, pour que cet effet se produise, il faut qu'il y ait entre des substances de natures si diverses un mélange très-intime. La nitroglycérine, par sa nature fluide, se prêtant admirablement à ce rôle, c'est principalement avec ce liquide explosif qu'ont été imaginées les combinaisons les plus variées. Cependant il en a été essayé quelques-unes avec le pyroxyle, notamment un mélange de fulmicoton et de nitrate de baryte connu en Angleterre sous le nom de *tonite*. Cet explosif a pour caractère particulier d'être très-peu sensible au choc; on l'a même essayé pour le chargement des obus. Les picrates ont peu de chance de réussir dans cet ordre d'idées, à cause de leur cherté relative. Il est difficile de comprendre comment ils peuvent être préférés à la nitroglycérine, plus forte, moins chère et plus facile à combiner. Cependant on a essayé de ce mélange sous le nom d'*héracline*.

Quant aux combinaisons dans lesquelles entre la nitroglycérine, il nous serait difficile de les citer toutes. Citons seulement, avec les dynamites n^{os} 2 et 3 de Nobel, répandues dans tous les pays, et qui sont, avec peu de variantes, des combinaisons de poudre et de dynamite : en Angleterre, la poudre d'Horsley, dans laquelle entre le chlorate de potasse; en Autriche, le Rhexit, dans lequel le carbone est fourni par un terreau en décomposition; en Suède, la dynamite à l'ammoniaque et la sébastine, cette dernière reposant sur l'emploi d'un charbon très-poreux et très-absorbant; en Allemagne, le lithofracteur, la dualine, etc.; en Amérique, le rend-rok, la poudre de Vulcain, d'Hercule, etc.; toutes ces substances n'étant que des variantes des dynamites n^{os} 2 et 3, sous un autre nom.

Mode d'inflammation.

Tous ces mélanges présentent ce caractère remarquable de brûler sans faire explosion au contact d'une flamme ou d'un corps en ignition. La nitroglycérine, étant d'une combustion lente, communique ce caractère à tous les explosifs qu'elle compose. La poudre à canon elle-même, imbibée de nitroglycérine, fuse lentement par la simple inflammation et perd son caractère explosif.

Ainsi, pour utiliser les explosifs de cette nature, il fallait trouver un mode spécial d'inflammation. L'observation montrait que, tandis que ces corps ne faisaient pas explosion au contact d'une flamme, ils détonaient au contraire violemment sous l'action d'un choc plus ou moins vif. Le problème consistait donc à trouver un moyen simple et pratique de produire le choc au milieu d'une charge enfermée dans un espace absolument clos, comme la chambre d'un trou de mine. Le moyen le plus usuel,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le seul employé même, consiste à faire détoner au milieu de la masse une capsule forement chargée.

Ce procédé, imaginé par M. Nobel, l'inventeur de la dynamite, appliqué d'abord par lui à l'explosion de la nitroglycérine liquide, a servi depuis pour tous les composés dérivés et s'applique même aux autres substances, et spécialement au coton-poudre comprimé.

Combinaisons entre explosifs chimiques.

Pour compléter la série des mélanges explosifs, il faudrait examiner les combinaisons des composés chimiques entre eux. Ces combinaisons se réduisent jusqu'ici à une seule, celle de la nitroglycérine et du coton-poudre. Ce mélange des deux explosifs les plus puissants devait donner un corps d'une très-grande force. C'est, en effet, comme tel qu'il a été utilisé pour la préparation d'amorces spéciales; mais il n'a pu guère être employé en dehors de ces usages; le coton-poudre est un mauvais absorbant, et l'huile explosive se séparant facilement, le mélange manque de fixité; il est considéré comme dangereux.

Néanmoins, cette combinaison si séduisante devait conduire M. Nobel à la découverte d'un nouvel explosif qui présente des caractères très-remarquables. C'est le corps dont on trouve des spécimens à l'exposition française sous le nom de gomme explosive ou dynamite-gomme, et à l'exposition autrichienne sous le nom de gélatine-dynamite. Nous y reviendrons tout à l'heure.

Examinons maintenant la série des corps explosifs, au triple point de vue de la force, de la sécurité et de la valeur vénale. C'est de cet examen que devra dépendre notre choix définitif.

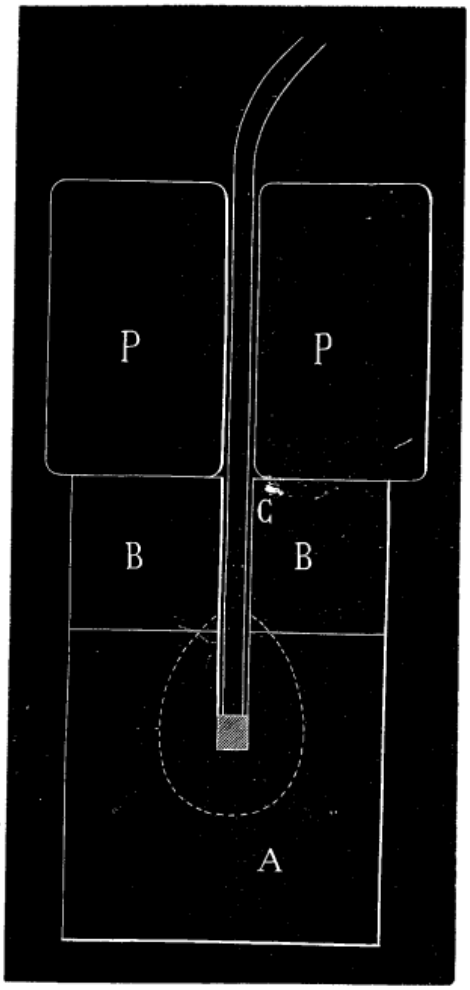
Épreuves de force.

Pour connaître la force d'un corps explosif, le plus sûr criterium est l'emploi; mais cet emploi est soumis, dans la pratique, à des conditions tellement variables, que les résultats en sont longtemps incertains, et ce n'est que par un long usage que l'on arrive à fixer son opinion. On peut s'en rendre compte par des épreuves; mais, comme elles se font toujours dans des conditions assez différentes de celles de l'emploi, on ne doit en accepter les données qu'avec une certaine réserve.

Ainsi l'épreuve la plus usuelle, parce qu'elle n'exige aucun instrument et se trouve à la portée de tous, consiste à observer l'effet produit sur une plaque métallique par un poids déterminé de matière. En prenant une plaque de fer doux et en limitant la charge de manière à ne pas la couper, on la courbe seulement et on peut prendre le degré de courbure pour mesurer la force de l'explosif. Ce procédé ne permet de com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parer entre eux que des corps semblables comme les diverses espèces de dynamites. Il devient très-incertain et même inexact pour des corps de nature différente.



Le moyen suivant est beaucoup plus exact, car il place à peu près les matières dans les conditions de leur emploi; mais il est peu usuel et exige beaucoup de soins.

Dans un bloc en plomb de forme cylindrique A, nous creusons une chambre de 4 centimètres de profondeur pour 1 centimètre de diamètre *c*. Au fond de cette chambre, nous plaçons une charge uniforme pour chaque espèce d'explosif, 2 grammes. Sur cette charge, nous plaçons la capsule fulminante munie de sa mèche. La chambre est remplie ensuite d'un bourrage aussi serré que possible. Quand l'explosif le permet, quand il ne contient pas de corps soluble, on remplit simplement avec de l'eau. Au-dessus de ce bloc, nous en plaçons un second B, le recouvrant parfaitement, les surfaces de contact étant alésées. Ce bloc supérieur est percé d'un canal donnant passage à la mèche. Au-dessus, nous chargeons avec de très-forts poids P, de manière à rendre l'adhérence des deux blocs aussi complète que possible.

La charge étant enflammée, la matière explosive détone dans un espace absolument clos, dans des conditions comparables au chargement d'une mine. Elle forme, au milieu de la masse de plomb, une chambre dont les dimensions peuvent être prises comme mesure de la force relative de l'explosif. La capacité de cette chambre est mesurée facilement au moyen de la quantité d'eau qu'elle peut contenir. Ce procédé a donné les relations suivantes en nombre rond. La force de la poudre de guerre étant prise pour unité :

Poudre noire.	1
Picrate de potasse.	5
Fulmicoton.	7,50
Nitroglycérine.	10

On a pu vérifier par cette méthode que toutes les poudres donnent sensiblement le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même résultat. La poudre extrafine de chasse, qui contient le dosage maximum de salpêtre, et qui a subi les manipulations les plus parfaites, a donné exactement la même chambre que la poudre de mine placée à l'autre extrémité de l'échelle; le résultat est conforme à celui qui est donné par le calcul des produits de la combustion.

Explosions de divers ordres.

Nous avons à faire une autre observation importante. L'épreuve, faite avec un mélange de 75 pour 100 de poudre et 25 pour 100 de nitroglycérine (dynamite n° 3), a donné, par le volume de la chambre, comme force relative, 5.

Si cependant la poudre et la nitroglycérine avaient agi, dans ce cas, avec leurs forces séparées, on aurait dû trouver $2{,}50 + 0{,}75 = 3{,}25$. Pour avoir obtenu 5, il faut que la poudre ait agi avec une force de 3,33 au lieu de 1.

Ainsi, la présence d'un explosif à détonation rapide a changé le mode d'explosion de la poudre. C'est l'observation de ce phénomène qui a servi de point de départ à la formation des nombreux composés que nous avons énumérés et que l'on a désignés sous le nom de dynamites à base active.

Néanmoins, il y a tout lieu de croire que ce phénomène se produit, au moins en partie, dans une charge de poudre entièrement confinée. L'inflammation des premières portions de la charge entraîne la détonation de la masse entière, qui se conduit alors comme sous l'action d'un détonateur initial. Cet effet ne peut s'obtenir dans une épreuve, faite nécessairement avec une charge minime.

Il doit se produire dans une masse un peu importante. Aussi le rapport des forces que l'on trouve, dans la pratique, entre la poudre, la dynamite n° 3 et la nitroglycérine, n'est point 1,5 et 10, mais varie entre cette limite et 3,5 et 10. Il n'est donc pas douteux que la poudre noire est susceptible de produire des explosions d'ordre différent, et son effet peut varier, suivant les circonstances, de 1 à 3,3. C'est ce qui explique l'action différente de ces poudres dans les mines et dans les armes à feu. C'est pourquoi, malgré toutes les recherches, il a été jusqu'ici impossible de déterminer exactement la force relative usuelle de la poudre comparée aux autres explosifs.

Tous les explosifs, du reste, sont soumis à cette loi ; ils produisent, suivant les circonstances, des explosions d'ordre différent. Ainsi la dynamite, qui ne produit aucun effet quand elle est enflammée en plein air, sans pression, reprend, en partie au moins, la propriété de détoner, quand elle est confinée, sous l'action, par exemple, d'une charge de poudre vive. Connaissant la force de chaque explosif pris isolément, la méthode que nous venons de décrire permettra de calculer *à priori*, au moins approximativement, la force d'un mélange.

Si, par exemple, nous voulons savoir la force d'un mélange formé de 50 pour 100 de nitroglycérine et de 50 pour 100 de poudre, nous prendrons $5 + 1{,}50 = 6{,}50$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est le résultat obtenu dans les blocs de plomb par une dynamite n° 2, ainsi composée.

Prix de revient.

Examinons maintenant les divers explosifs au point de vue de la sécurité et du prix de revient.

La question du prix de revient nous fera d'abord exclure les picrates, qui sont relativement fort chers et qui ne devront être employés par conséquent que quand ils ne pourront être remplacés ni par le coton-poudre ni par la nitroglycérine. C'est ainsi qu'ils pourront être utilisés pour certains usages spéciaux comme il s'en présente dans l'art militaire ; je ne crois pas que ces cas se présentent dans l'industrie.

Pour les autres explosifs, on peut admettre les limites suivantes, comme prix de revient à l'usine de fabrication.

Pour la poudre, depuis le mélange le plus simple, comme celui du nitrate de soude et d'un charbon commun, jusqu'à la poudre la plus riche en salpêtre : de 50 centimes jusqu'à 1 franc ; pour le coton-poudre, de 4 à 5 francs ; pour la nitroglycérine, de 3 à 4 francs. Cette considération fait exclure le fulmicoton, et il ne reste réellement en présence que la poudre et la nitroglycérine.

Instabilité des pyroxyles.

Les pyroxyles avaient dû encore être abandonnés à cause de leur instabilité, à la suite d'accidents qui ne laissaient aucun doute sur leur propriété de faire explosion spontanément. Voici la cause de cette instabilité.

Tous les explosifs chimiques se préparent d'une manière uniforme, en attaquant nne substance organique par l'acide azotique concentré. Pour la nitroglycérine, cette substance est la glycérine. Pour l'acide picrique, c'est l'acide phénique. Pour l'acide fulminique, servant à préparer le fulminate, cette base est l'alcool. Enfin, pour le pyroxyle, c'est le coton. Comme il se forme dans la réaction un certain nombre d'équivalents d'eau, on ajoute à l'acide azotique une quantité d'acide sulfurique concentré suffisante pour s'emparer de cette eau. Cet acide est ensuite séparé à un état d'hydratation plus complet ; il ne joue pas d'autre rôle. Quant à l'acide azotique introduit dans le mélange, il n'est jamais entièrement consommé dans la réaction, et il se forme toujours une certaine proportion de sous-produits qui sont, de leur nature, très-instables ; tels sont les acides azoteux, hypo-azotique, etc. La présence de ces produits instables entraînerait plus ou moins rapidement la décomposition de la matière. Il faut donc la laver avec le plus grand soin, la passer dans des lessives alcalines, et elle ne doit être mise dans la circulation que quand elle ne présente plus de traces de réaction acide.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or cette prescription ne présenterait pas un caractère aussi absolu, si elle n'avait pour but que l'exclusion de l'acide sulfurique, dont la présence n'est pas nuisible, — les expériences les plus précises l'ont démontré, — mais elle est indispensable parce que c'est le seul moyen d'être assuré qu'il ne reste pas trace de ces produits azoteux dont la présence doit amener tôt ou tard la décomposition de la matière.

Or, s'il est facile d'obtenir et de contrôler la neutralité absolue d'un corps cristallisable comme l'acide picrique, ou d'un liquide lourd, comme la nitroglycérine, qui se sépare des eaux de lavage par le fait seul de sa densité, il n'en est pas de même d'un corps comme le coton, dont certains filaments, au milieu d'une masse un peu considérable, peuvent, malgré tous les soins, conserver des traces d'impureté. C'est ce qui est arrivé pour le fulmicoton, qui eût été entièrement abandonné sans la transformation que lui ont fait subir MM. Abel et Brown.

Gun-cotton comprimé.

Dans le nouveau procédé, le fulmicoton, déchiré et réduit en pulpe par des machines analogues aux piles à papiers, est soumis à une série de lavages méthodiques, puis essoré et comprimé à la presse hydraulique. On a ainsi la poudre-coton comprimée, ou *gun-cotton* des Anglais, explosif d'une grande puissance, insensible aux variations atmosphériques, d'un maniement sûr et commode, fusant simplement à l'air libre, ne faisant explosion que par l'action d'un détonateur initial très-fort (capsule chargée d'un gramme au moins de fulminate), et qui, par suite de ces propriétés, a été adopté par certaines puissances pour les services militaires.

Cependant, même sous cette forme, il n'a pas paru présenter toujours des garanties suffisantes; quelques accidents ont encore fait planer des doutes sur sa stabilité, et il a fallu que M. Brown ait démontré qu'étant conservé à l'état humide il pouvait faire explosion et être employé au moyen d'une amorce de fulmicoton sec, pour qu'il ait repris une place dans les armements militaires et maritimes. Néanmoins, la cause de cet explosif, même pour les usages spéciaux, n'est pas encore gagnée définitivement. En tout cas, on peut dire qu'elle est perdue pour les usages industriels, et nous n'y reviendrons pas.

Nous n'avons pas à nous occuper de l'ancienne poudre ni des mélanges analogues au point de vue de la stabilité, et nous passons à la nitroglycérine.

Stabilité de la nitroglycérine.

L'énorme quantité de nitroglycérine préparée dans ces dernières années pour suffire à la fabrication de la dynamite, les nombreux échantillons conservés par les fabricants dans les laboratoires, ne peuvent laisser de doute, d'une part, sur la stabilité de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cet explosif quand il est parfaitement neutre, d'autre part, sur la facilité de l'obtenir en cet état d'une manière certaine dans une fabrication régulière.

Dans ces conditions, on a pu conserver pendant plusieurs années des flacons de nitroglycérine soumis à toutes les influences atmosphériques, sans que la matière ait présenté aucune trace d'altération. M. Nobel en possédait, en 1875, un flacon — et je pense qu'il l'a encore — qui remontait à une époque antérieure à la première apparition de la nitroglycérine dans l'industrie ; il avait donc au moins douze ans d'existence. On peut chauffer la nitroglycérine au bain-marie à 80 degrés, peut-être plus haut encore, et la conserver à cette température une journée entière sans amener sa décomposition. Cet explosif présente donc toutes les garanties de stabilité désirables quand il est convenablement préparé.

Sensibilité de la nitroglycérine.

Il peut aussi supporter des commotions très-violentes sans faire explosion, et il ne détone, mais alors assez facilement, que quand il est choqué entre deux corps durs.

Il est encore bien des personnes qui croient qu'en portant à la main un flacon de nitroglycérine leur vie serait en danger si elles le laissaient échapper. Il n'en est rien. Dans des chantiers où l'on fabriquait de la nitroglycérine, nous avons vu des flacons de ce liquide, lancés d'une grande hauteur sur le sol de la carrière, s'y briser sans faire explosion. Voici une expérience toute récente :

Quatorze récipients de diverses natures, contenant de 100 à 300 grammes de nitroglycérine, ont été lancés d'une hauteur de 50 mètres, au bord de la mer, sur les rochers du rivage. Quatre seulement sur ce nombre ont fait explosion. Sur quatre flacons en verre, deux ont éclaté ; sur quatre bouteilles en grès, une seulement ; sur trois bidons en zinc, un seul. Enfin, sur trois bidons en fer-blanc, aucun n'a fait explosion. Les récipients, déformés ou brisés par la chute, ont été retrouvés au milieu de la nitroglycérine qui s'était répandue autour d'eux. La nature du récipient paraît avoir peu d'influence ; la cause de l'explosion tient probablement à la manière dont le choc se produit au moment de la chute. Tous les flacons étaient hermétiquement bouchés, car, s'il y avait eu la moindre fuite, il n'est pas douteux que le choc eût déterminé l'explosion. Il est donc probable, certain même, que les catastrophes survenues il y a quelques années, pendant le transport de la nitroglycérine, accident d'Aspinwald, de San-Francisco, de Quenast, de Carnarvon, etc., ont eu pour cause une fuite dans les récipients ; et si l'on doit continuer à proscrire le transport de cet explosif, ce n'est pas, comme on le voit, qu'il soit beaucoup plus sensible aux commotions que les substances de cet ordre, mais c'est que, par suite de sa nature liquide, il est impossible d'être assuré contre le coulage. Or le coulage de cette matière est très-dangereux à cause de sa sensibilité au choc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il se présente ici un phénomène qui demande quelques explications.

Détonation par choc.

Si l'on répand sur une plaque de fer de la nitroglycérine, et que l'on frappe avec un marteau, la partie choquée seule détone; la même expérience peut se faire avec tous les explosifs, même avec la poudre. On dispose sur une enclume une traînée de poudre, de picrate, de dynamite, etc., et, par un choc suffisant, on fait détoner la partie frappée, sans que le restant de la traînée fasse explosion. D'où vient donc que, si, dans le transport des matières, il se produit un choc suffisant pour en enflammer une partie, la masse entière détone?

L'observation suivante peut, je crois, en donner l'explication. Si, au lieu de laisser la traînée à nu sur l'enclume, on la recouvre d'une feuille de papier, la traînée entière détone par le choc. Ainsi le moindre obstacle a suffi pour permettre au mouvement vibratoire qui produit l'explosion de se communiquer dans toute la masse, tandis que, sans cet obstacle, le mouvement initial n'avait d'autre effet que d'écarter, quelquefois de projeter la masse environnant la partie choquée. Les expériences les plus curieuses en ce genre se font avec le coton-poudre ordinaire, qui est de tous les corps explosifs celui qui se prête le mieux à ces observations, à cause de sa faible densité. On fait partir au milieu d'une masse de fulmicoton une capsule ou même une cartouche-amorce de dynamite; le fulmicoton est dispersé sans faire explosion. Il suffit, pour le faire détoner, de le tasser à la main autour de la capsule en l'entourant d'une feuille de papier, même d'un filet. Il faut donc, pour qu'une masse détone sous l'action d'un détonateur initial, c'est-à-dire d'un choc, qu'elle soit maintenue par une certaine résistance; or, dans l'usage, cette résistance provient, soit du récipient dans lequel l'explosif est contenu, soit encore de la masse même du corps (1).

Emploi de la nitroglycérine liquide.

Un explosif liquide susceptible de détoner par le choc ne peut être mis dans la circulation. Le moindre suintement hors du récipient serait une cause de danger imminent. Aussi le transport de la nitroglycérine est-il interdit dans tous les pays. L'usage n'en est permis qu'à condition de la fabriquer sur place; or, avec cette restriction, cet usage est peu intéressant. Si, pour l'employer, on se sert d'étuis ayant le même

(1) On fait encore l'expérience suivante: on place quelques fragments de dynamite sur une tête de clou à demi enfoncé dans le bois; on peut frapper avec un maillet; tant que le clou peut encore s'enfoncer, la dynamite ne part pas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diamètre, ou à peu près, que le trou de mine, les opérations sont difficiles, et l'on perd une partie de la force, à cause du vide qui existe nécessairement entre l'étui et les parois ; si l'on verse directement le liquide dans le trou, en supposant que la disposition des lieux le permette, on crée une source de dangers. Le liquide s'infiltre dans la moindre fissure, et le mineur faisant un trou à distance peut provoquer une explosion. D'autre part, la nitroglycérine ne peut être préparée sur place en dehors d'un atelier bien organisé que dans des conditions très-onéreuses. Telles sont les raisons pour lesquelles son usage a été presque complètement abandonné.

Ainsi, résumant les propriétés de la nitroglycérine, on voit que cet explosif avait sur les autres tous les avantages : force plus grande, prix de revient relativement moins élevé, stabilité chimique complète et facile à obtenir ; mais sa nature fluide était un obstacle à son emploi industriel. Le problème à résoudre consistait donc à transformer le liquide en solide. L'inventeur, M. Nobel, en a donné la solution par la création de la dynamite.

Dynamite.

La dynamite sera donc un explosif formé de nitroglycérine et d'un corps absorbant lui servant de véhicule. L'idée la plus naturelle était de prendre comme absorbant un autre explosif, la poudre, par exemple, et l'on peut voir en effet, dans le premier brevet de M. Nobel, la proposition de mélanger les matières à poudre avec la nitroglycérine. Mais ce mélange n'offre que de médiocres avantages, à cause de la faible proportion de nitroglycérine qu'il peut contenir, sans dépasser la limite de saturation où une séparation ultérieure est à craindre. Il fallait donc trouver un récipient capable de renfermer et de conserver une proportion plus forte. C'est ainsi que l'inventeur a été conduit à employer une variété de sables siliceux qui présente, à cet égard, les propriétés les plus remarquables.

Dynamite au Kieselguhr.

Ces sables abondants dans certaines parties du Hanovre, dans le voisinage de Hambourg, où a été établie une des premières fabriques de nitroglycérine, ont été trouvés depuis dans la région du Puy de Dôme. Connus en Allemagne sous le nom de *Kieselguhr* (farine siliceuse), ils ont pris en France celui de *randanite,* du nom du pays de Randan, où ils ont été observés pour la première fois. Ces sables, appartenant à la famille des *tripolis,* résultent de dépôts lacustres de formations récentes. Examinés au microscope, on reconnaît qu'ils se composent d'une agglomération de carapaces siliceuses. Ce sable brut, d'abord soumis à la calcination, de manière à détruire toute trace de matière organique, est ensuite trituré et bluté finement. Ces carapaces ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une telle résistance et une telle élasticité, que le broyage ne les détruit pas, et une telle finesse, qu'elles absorbent trois fois leur poids de nitroglycérine sans changer sensiblement la densité, 1.6. Cette substance, adoptée dans tous les pays, a servi de base à la préparation de la dynamite la plus répandue, connue sous le nom de dynamite n° 1, à 75 pour 100 de nitroglycérine. Son caractère est de présenter une grande fixité mécanique. Le liquide emprisonné dans les cellules microscopiques n'a pas tendance à s'en échapper. On peut voir des cartouches de cette dynamite d'une fabrication déjà ancienne, formée d'une pâte très-grasse, ne donner cependant aucune goutte d'huile sur le papier des cartouches, et avoir, dans toutes leurs parties, la même composition.

Les variations habituelles de la température et l'humidité de l'atmosphère ne provoquent pas la décomposition de cette dynamite; il n'en est pas de même de l'eau, qui entraîne mécaniquement la nitroglycérine hors des réservoirs.

D'autres absorbants ont été essayés sans qu'aucun d'eux puisse remplacer complètement le *Kieselguhr*. Ainsi le carbonate de magnésie et certaines variétés de charbon très-poreux peuvent bien absorber la même proportion de nitroglycérine, mais il n'y a pas les mêmes garanties de conservation.

Dynamite 0.

On doit cependant faire une exception pour la dynamite à la cellulose, dans laquelle l'absorbant est la matière cellulaire du bois complétement purifiée. Cette dynamite contient également 75 pour 100 de nitroglycérine. Elle est inférieure à la dynamite *Kieselguhr*, comme moins dense et moins plastique; mais elle est sensiblement supérieure comme force, et elle ne redoute nullement l'action de l'eau. Cette dernière propriété la rend très-précieuse pour les usages sous-marins; on peut employer les cartouches à toute profondeur d'eau et dans un courant, sans avoir besoin de boîtes étanches.

Au reste, la nitroglycérine étant complétement insoluble dans l'eau, la dynamite n° 1 peut également être employée dans les roches aquifères. Cependant, on a signalé quelques accidents qui auraient sans doute été évités par l'emploi de la dynamite à la cellulose.

S'il se trouve une fente dans le rocher au fond d'un trou de mine envahi par les eaux, l'action du liquide peut entraîner de la nitroglycérine à une certaine distance. Le dernier rapport des inspecteurs généraux, en Angleterre, appelle l'attention sur ce fait. Des mineurs ayant été blessés en forant des trous de mine à une certaine distance de trous précédents, par une explosion, la cause de l'accident n'a pu être attribuée qu'à un coulage de nitroglycérine. Ces faits sont très-rares, et je ne sache pas qu'ils aient été jamais signalés en France. Quoi qu'il en soit, si des infiltrations de cette na-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ture sont à craindre, on fera prudemment de préférer la dynamite à la cellulose, ou dynamite 0.

Formules chimiques de la détonation.

Quant à la supériorité de force que présente la dynamite 0 sur la dynamite n° 1, voici comment on doit l'expliquer :

Nous avons vu que, comme élément principal, dans la détermination de la force d'un explosif, entre la quantité de chaleur développée au moment de l'explosion, dans la dynamite n° 1, la silice, corps inerte, absorbe nécessairement une quantité notable de cette chaleur pour être portée à la température du mélange. Il en résulte que la force de la dynamite n° 1 n'est point tout à fait proportionnelle à la quantité de nitroglycérine qu'elle contient; au lieu d'être de 750, en supposant 1 000 la force de la nitroglycérine, elle n'est que d'environ 700.

Dans la dynamite 0, l'absorbant est combustible et composé en grande partie de carbone qui est comburé par l'excédant d'oxygène que donne la déflagration de la nitroglycérine. Il y a donc, dans ce cas, une réaction qui augmente la température du mélange au lieu de la diminuer; aussi cette dynamite a-t-elle, à poids égal, environ un huitième de plus de force que le n° 1.

Voici les formules relatives à la nitroglycérine telles que les a données M. Berthelot ; elles feront comprendre ce que nous venons de dire.

La formule de la glycérine est $C^6H^8O^6$ ou $C^6H^2(H^2O^2)^3$. En ajoutant trois équivalents d'acide azotique, nous avons la nitroglycérine ou trinitrine :

$$C^6H^2(HO, AzO^5)^3,$$

l'eau ayant été expulsée par l'acide sulfurique.

Par l'explosion on a la réaction :

$$C^6H^2(HO, AzO^5)^3 = 6\,CO^2 + 5\,HO + 3\,Az + O.$$

On voit qu'il reste un équivalent d'oxygène qui peut être utilement employé dans la réaction. La connaissance de cette formule nous permet ici une amélioration. Il y a excès de corps comburant; on l'utilise en ajoutant un combustible. Il est à remarquer que, dans les autres explosifs chimiques, c'est, au contraire, le carbone qui domine, et, par suite, il y a intérêt à y ajouter un corps oxydant. Pour les picrates, comme pour les pyroxyles, il résulte de leur formule que la réaction donne principalement de l'oxyde de carbone; il y a donc avantage à les combiner avec un nitrate ou avec un chlorate, qui introduit dans la combinaison l'excédant d'oxygène nécessaire pour la transformation de l'oxyde de carbone en acide carbonique.

Il serait cependant difficile de se guider absolument, pour combiner les mélanges,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur les résultats des analyses. L'analyse des produits de l'explosion d'une substance, très-délicate dans tous les cas, ne peut guère être obtenue qu'avec l'explosion produite par la combustion. Mais la simple combustion ne donne qu'une explosion d'ordre inférieur; les résultats ne sont nullement ceux qui seraient donnés par l'explosion de premier ordre obtenue au moyen d'un détonateur. Il n'y a donc pas à s'étonner de la divergence des auteurs en ces matières, divergence qui a été surtout remarquée au sujet des pyroxyles. Il suffit que la déflagration de la substance ait été obtenue dans des conditions différentes, pour que les résultats des analyses soient différents. Mais on se rapprochera certainement de la vérité par une simple conception théorique, en supposant, conformément aux lois de la mécanique, que, dans le cas où il y a maximum d'effet, il y a formation des composés qui produisent le maximum de chaleur. C'est ainsi qu'on formera d'abord les équivalents d'eau, l'eau étant le composé qui dégage le plus de chaleur et qui a le plus de tendance à se former; puis viendront l'acide carbonique, et, s'il y a lieu, les carbonates puis les sulfates, si le soufre entre dans la composition, enfin l'oxyde de carbone et les corps simples.

Telle est la loi suivie pour établir la formule de la nitroglycérine. L'expérience en démontre l'exactitude. La combustion simple et les explosions d'ordre inférieur ne produisent qu'une décomposition incomplète de la matière et donnent des produits intermédiaires. On peut s'en apercevoir en brûlant quelques grammes de dynamite sous une cloche : elle est envahie par des vapeurs rouges d'acide hypo-azotique. La détonation de premier ordre, au contraire, ne donne que des gaz absolument incolores, comme il résulte de la formule.

Mais revenons à la dynamite.

Dynamite à base active.

Les types que nous avons décrits, dynamites n° 1 et n° 0, forment exclusivement la série de ce que l'on a nommé les dynamites à base inerte, par opposition aux dynamites à base active, où l'absorbant est une matière explosive qui combine son effet avec celui de la nitroglycérine. Cette dernière série est en quelque sorte indéfinie, puisqu'elle comprend tous les explosifs possibles mélangés à la nitroglycérine. Cependant, dans la pratique, ces combinaisons se réduisent à un très-petit nombre dont les types sont : la dynamite dite n° 3, formée de poudre et de 20 à 25 pour 100 de nitroglycérine, et les dynamites n° 2 qui sont en réalité des combinaisons des dynamites n° 3 et des dynamites n° 1 et n° 0. Les dynamites n° 3 varient suivant la composition de la poudre; mais on peut dire, d'une manière générale, que la composition la plus simple est la meilleure, car, sous l'action de la nitroglycérine, tous les mélanges produisent sensiblement les mêmes effets.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Combustion simple.

Toutes les dynamites présentent, comme nous l'avons dit, le caractère de brûler simplement au contact du feu, sans faire explosion. Cette propriété, qui devrait être un élément de sécurité, a été, au contraire, jusqu'ici une cause d'accidents, et il est presque à regretter qu'elle soit connue des mineurs. Les ouvriers employant ces matières arrivent trop facilement à la conviction qu'un accident n'est plus possible, et ils ne prennent plus de précautions. Il n'est pas rare de voir conserver la dynamite dans les cuisines, sur les cheminées; nous avons vu, dans une déposition, qu'elle prit feu par une caisse restée ouverte dans une forge. Dans l'explosion d'Hamilton, en 1876, en Angleterre, la dynamite était conservée dans un atelier de menuiserie attenant à une forge, dont elle n'était séparée que par une cloison imparfaite. Or, s'il est vrai qu'une et plusieurs cartouches peuvent brûler impunément, il n'en est pas de même pour une quantité indéfinie. D'autre part, la résistance opposée par les récipients, la présence de corps étrangers, peuvent, dans certains cas, changer la nature des phénomènes, et il a toujours été impossible de déterminer, même approximativement, les limites dans lesquelles devait détoner une masse de dynamite. La même incertitude règne pour les autres explosifs. Les dynamites impures, avariées, notamment les dynamites mouillées, sont spécialement aptes à détoner par la simple combustion. Il ne faut, en tout cas, jamais perdre de vue que l'on se trouve en présence d'un explosif puissant, et ne pas s'exposer inutilement à des accidents imprévus.

Encartouchage des dynamites.

Au nombre des mesures les plus heureuses qui ont été adoptées pour l'usage de la dynamite, nous devons citer la mise en cartouche. Il doit être absolument interdit de mettre cette matière en circulation autrement que divisée en cartouches de peu de volume. Elle est ainsi infiniment moins susceptible de se décomposer et de laisser écouler la nitroglycérine. En complétant cette précaution par un emballage étanche et imperméable, en écartant les récipients métalliques, en entourant les cartouches d'une matière qui, telle que la silice ou la sciure de bois, absorbe la moindre trace du liquide exsudant, on est arrivé à obtenir une sécurité parfaite. Aussi, malgré la grande quantité de dynamite fabriquée pendant les dernières années, on ne connaît pas un seul accident provenant du fait du transport ou de la conservation. On peut soumettre une caisse de dynamite à toutes les épreuves les plus difficiles, la laisser tomber d'une hauteur assez grande pour qu'elle se brise, l'écraser par la chute de poids considérables, la placer entre les tampons de wagons de chemins de fer; jamais on n'obtiendra d'explosion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Gaz des matières explosives.

On a accusé quelquefois la dynamite de dégager des gaz malsains, qui, dans les galeries mal ventilées, gênent les ouvriers. Il y a eu confusion. Ces gaz ne sont, en effet, malsains et irrespirables que quand l'explosion a été incomplète. Avec la détonation franche, on a, au contraire, des gaz beaucoup moins fatigants qu'avec la poudre. Dans les galeries mal ventilées, les ouvriers travaillant à la poudre sont obligés d'interrompre leur travail pendant plusieurs heures, après chaque salve ; avec la dynamite, ils peuvent retourner presque immédiatement sur le chantier. La poudre de mine, par sa composition, où domine le carbone par rapport à l'oxygène, dégage une forte proportion d'oxyde de carbone, gaz vénéneux, tandis que la dynamite ne produit que de l'acide carbonique. Nous connaissons deux circonstances où les ouvriers mineurs ont été asphyxiés en plein air, pour s'être rapprochés trop promptement de mines fortement chargées en poudre. Aucun fait de ce genre n'est imputable à la dynamite. Il n'est pas rare aujourd'hui de trouver des chantiers où les ouvriers mineurs, habitués à se servir de dynamite, déclarent formellement qu'ils ne veulent plus employer la poudre, tant par l'économie et la sécurité qu'ils y trouvent que parce qu'ils sont moins incommodés par les gaz.

Dynamite gelée.

Un inconvénient réel de la dynamite est de geler et durcir à une température assez élevée, à partir de 5 à 6 degrés au-dessus de zéro. Cet inconvénient est grave, non-seulement par l'incommodité qu'il occasionne, mais encore par les accidents dont il est cause. Cependant, la dynamite gelée ne coule pas, et elle est moins sensible au choc que la dynamite molle. On peut lancer avec force une cartouche gelée contre un mur ou contre une plaque métallique sans la faire détoner ; mais si on la brise avec un instrument en métal, il y a danger d'explosion.

La dynamite gelée ne part pas avec les amorces ordinaires. Il faut employer des capsules contenant plus d'un gramme de fulminate, environ 1 gr. 50, et cela est peu pratique. Il faut donc dégeler les cartouches ou au moins la cartouche-amorce, et c'est dans cette opération qu'arrivent les accidents. Au lieu d'employer de l'eau chaude, les mineurs placent les cartouches sur un poêle ou devant le feu. Comme ils ont vu faire vingt fois cela par leurs camarades, sans inconvénients, ils s'imaginent que l'opération est inoffensive ; malheureusement il n'en est pas toujours ainsi, et ils finissent par être victimes de leur imprudence.

L'insensibilité relative de la nitroglycérine gelée a conduit, en Amérique, un fabricant bien connu, le Dr Mowbray, à utiliser cette propriété pour la transporter. Il la transforme en blocs de glace et évite ainsi le coulage. Je cite ce fait comme curiosité, sans y attacher aucune importance pratique. J'ai aussi entendu raconter à M. Nobel,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'arrivant un jour à la fabrique de Zamky, près de Prague, il y trouva deux barils de dynamite gelée auxquels personne n'osait toucher et dont on était fort embarrassé. Il prit un couteau à lame bien tranchante, et, découpant lui-même cette masse durcie, la transvasa dans des récipients maniables. Je n'oserai recommander à personne de recommencer cette expérience.

Accident de Plancoet.

Voici un accident de dynamite gelée récent et peu connu. Il me paraît curieux à citer pour caractériser les effets produits par l'explosion de la dynamite. Au printemps dernier, à Plancoet, en Bretagne, un chef mineur entra dans un café et mit trois cartouches de dynamite n° 1 (environ 250 grammes) à dégeler devant le feu, à 20 centimètres. Une des cartouches était amorcée, et, au bout d'un moment, l'explosion eut lieu. Les effets en furent si bizarres, qu'on ne peut les comparer qu'à ceux de la foudre. La maîtresse du café, qui se trouvait au milieu de la pièce, n'eut aucun mal. Le mineur, qui se trouvait dans le voisinage des cartouches, demeura sourd pendant quarante-huit heures; il eut un œil fortement endommagé, mais il s'en est guéri cependant. Un chat qui se trouvait dans la pièce a été paralysé pendant huit jours. Le feu de la cheminée fut éteint; les rideaux du lit disparurent entièrement; un pain de douze livres, placé dans une armoire voisine, traversa le plafond de la corniche et vint tomber au milieu de l'appartement sans que l'armoire fût ouverte.

On voit qu'il serait difficile de chercher à prévoir et à diriger les effets d'une explosion. On observe cependant que, tandis que l'action locale est très-intense, l'action divergente est, au contraire, assez bornée, et il suffit d'un léger obstacle pour l'arrêter, de sorte que l'effet destructeur s'étend relativement moins loin qu'avec la poudre.

Explosions d'Ascona.

Ainsi, dans les explosions qui eurent lieu, en 1874, à la fabrique d'Ascona, on a fait les observations suivantes, qui sont relatées dans le rapport du colonel Sigfried au département fédéral des chemins de fer et du commerce. Dans l'explosion de mai 1874, deux dépôts de nitroglycérine, l'un de 150, l'autre de 250 litres, sautèrent successivement. Un dépôt de 1 000 kilogrammes de dynamite, qui se trouvait dans un pavillon distant de 12 à 15 mètres des bâtiments détruits par l'explosion, demeura intact, bien que le pavillon lui-même fût tombé sur les caisses de dynamite et les eût brisées. En décembre 1874, il y eut une nouvelle explosion de 4 000 kilogrammes de nitroglycérine, qui ébranla dans ses fondements la ville d'Ascona, distante de 700 mètres. Cependant la foule des spectateurs qui étaient accourus au bruit d'une première détonation, et qui se trouvaient à une grande proximité, en fut quitte pour la peur,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et, tandis que certains effets destructeurs se firent sentir à une grande distance, une fabrique située derrière des arbres, à 40 et 50 mètres de distance, fut complétement épargnée.

Charge des mines.

Dans les mines, la dynamite donne généralement moins de projection que la poudre ; ce qui est facile à comprendre, puisque, par suite de l'instantanéité de l'explosion, l'action se produit plus uniformément dans toutes les directions. Il faut cependant que les charges soient bien calculées, ce qui ne peut se faire qu'en connaissant la résistance des matériaux. Si l'on est bien fixé sur ce point, on peut suivre avec confiance les formules données par les modes d'emploi. Nous pouvons citer notamment trois mines en galeries, chargées d'après les formules, de 600, 900 et 1 200 kilog. de dynamite, qui n'ont donné aucune projection et ont simplement renversé la montagne au pied de l'escarpement.

Le travail le plus remarquable en ce genre a été celui du général Newton dans la passe de New-York, où une roche sous-marine de 48 000 mètres cubes a été enlevée d'un seul coup au moyen de 6 740 mines chargées de 49 915 livres, soit environ 22 000 kilogrammes de dynamite de diverses espèces. La résistance de chaque mine était si bien calculée, qu'il n'y eut aucun effet anormal, et la commotion fut assez faible pour que des bâtiments très-voisins n'aient pas même eu leurs vitres brisées.

Avantage de la dynamite.

Pour se rendre compte des avantages que présente la dynamite, il faut la comparer à la poudre, qui est en réalité sa seule rivale. Ces avantages sont de deux sortes : 1° possibilité d'entreprendre certains travaux pour lesquels la poudre est impuissante ; 2° économie de temps, d'hommes et d'argent. Ces résultats sont dus à la puissance du nouvel explosif et à la nature insoluble de la nitroglycérine. Ainsi, pour l'attaque des matériaux très-durs, pour le percement des galeries dans le quartz et dans le granit, pour les entreprises dans les roches aquifères et pour les travaux sous-marins, les avantages que présente l'emploi de la dynamite sont incontestables. Ils sont moins évidents dans les cas où l'usage de la poudre est possible, car les dépenses faites avec les deux matières sont égales, et quelquefois supérieures avec la dynamite. Ils n'en sont pas moins réels, si l'on tient compte de l'économie de main-d'œuvre et de temps. Cette économie résulte du fait de n'avoir à forer, pour un même abatage, qu'un moindre nombre de trous et d'avoir à donner à ces trous un moindre diamètre. Cette considération acquiert une grande importance pour des entreprises de longue durée employant un personnel considérable. La plus grande rapidité des travaux permet de gagner 30, 40, jusqu'à 50 pour 100 sur le temps qu'on eût mis avec la poudre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Travaux agricoles.

La dynamite paraît devoir rendre encore de grands services dans des travaux d'un nouveau genre où la poudre ne peut convenir. Nous voulons parler des travaux de la terre, quand il s'agit d'ameublir profondément des terres incultes, de manière à diviser le sous-sol et à y faire parvenir les influences salutaires de l'air et de l'eau. On en trouve encore un emploi avantageux dans le défrichement des forêts, quand sont restées enfouies dans le sol de grosses souches d'arbres qu'on y laisse le plus souvent pourrir, à cause des frais excessifs que nécessiterait leur enlèvement, et qui deviennent le réceptacle des insectes nuisibles qui infestent les bois. Il est difficile de se rendre compte, en France, des bénéfices réels que peut procurer l'emploi de la dynamite, à cause des charges excessives qui pèsent sur cette matière. Ce n'est qu'à l'étranger que nous pouvons trouver des termes de comparaison. C'est par les publications étrangères que nous connaissons l'intérêt que présente la dynamite dans les travaux de la terre. Ces avantages nous sont interdits.

Impôt sur la dynamite.

La loi du 8 mars 1875, en distrayant la dynamite du monopole de l'État, a frappé cette matière d'une taxe de 2 francs par kilogramme pour garantir les intérêts du Trésor, dans l'hypothèse qu'il est employé moyennement 1 kilogramme de dynamite pour 2 kilogrammes de poudre. Cet impôt proportionnel eût été assez exact, si les deux substances eussent été placées dans les mêmes conditions; mais, par suite des rigueurs dont la dynamite est l'objet, ce n'est point 2 francs, mais 3 francs et peut-être plus qu'elle a à supporter. Il est donc impossible de comparer la dynamite et la poudre au point de vue économique.

On peut demander cependant d'où provient cette inégalité dans les conditions pour la poudre et pour la dynamite. Pourquoi la première circule-t-elle sur toutes les voies sans difficulté et peut-elle être entreposée partout, de manière à être à la portée de tous, tandis que la dynamite ne peut ni circuler ni être entreposée, de sorte qu'il est extrêmement difficile de s'en procurer, et que, quand on s'en procure, on la paye fort cher.

Ce n'est certes pas que la dynamite ait donné lieu à plus d'accidents que la poudre. Non-seulement il ne doit pas en être ainsi théoriquement, mais le fait ressort de toutes les enquêtes. Personne ne peut contester que, dans les chantiers, il arrive moins et même beaucoup moins d'accidents avec la dynamite qu'avec la poudre; mais, tandis qu'une explosion occasionnée par la poudre paraît en quelque sorte toute naturelle,— c'est à peine si l'on y fait attention, — le moindre accident arrivé avec la dynamite est signalé comme un fait d'une gravité extraordinaire; que même il arrive une catastrophe avec un explosif nouveau et inconnu, c'est la dynamite qui en supportera la conséquence. Mais voici qui est encore mieux :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Catastrophes de Bandol et de Bremerhafen.

En 1871, à une époque de sinistre mémoire, un convoi de poudre envoyé d'urgence de Toulon est placé dans un convoi de voyageurs. Une explosion épouvantable arrive dans le voisinage de la petite ville de Bandol. Une centaine de personnes sont tuées ou blessées ; le dégât matériel et les indemnités se sont liquidées par une dépense de 2 millions. C'est certainement un des accidents les plus malheureux occasionnés par les matières explosives, et il est d'autant plus grave, qu'il doit être attribué au vice même de la matière transportée ; car il est bien certain que le feu a été mis par suite du coulage de la matière sur la voie.

Or, qu'elles ont été les conséquences de cette catastrophe ? Aucun règlement nouveau n'a empêché ni la circulation ni la distribution de la poudre. Les chemins de fer n'en ont pas transporté 1 kilogramme de moins, mais les compagnies ont refusé absolument de transporter la dynamite. Ainsi la poudre a acquis, par ses vieux services, le droit d'être nuisible. C'est un droit qui ne s'accorde qu'à l'ancienneté. La dynamite est trop nouvelle pour avoir cette prétention ; mais il est au moins illogique de la rendre responsable d'accidents où elle n'est pour rien.

Qu'un scélérat installe à Bremerhafen une machine infernale au moyen de laquelle il couvre de victimes le quai de la ville. Qu'il ait chargé son engin avec de la dynamite plutôt qu'avec du picrate ou du fulmicoton, en quoi cette circonstance peut-elle influer sur les qualités ou sur les défauts de la dynamite ? C'est cependant sur l'attentat de Bremerhafen que se sont basées les compagnies de chemins de fer, en Allemagne d'abord, en France ensuite, pour refuser le transport de la dynamite.

Régime à établir.

Cependant, que, dans les premières années, on se soit tenu en garde contre une matière nouvelle et peu connue, cela se conçoit, et c'était un devoir. Les catastrophes retentissantes de la nitroglycérine, de cruelles déceptions avec le coton-poudre, imposaient une grande réserve. Mais aujourd'hui, après dix ans d'emploi, l'épreuve est faite, et l'on peut dire qu'elle est entièrement en faveur de la dynamite.

Nous ne demandons pas cependant pour ces matières une liberté illimitée ; mais il n'y a pas de raison pour qu'elles ne soient pas assimilées à la poudre ; à condition toutefois de prendre les mesures nécessaires pour qu'il ne soit mis en circulation, par les fabricants, que des marchandises bien conditionnées. Cette condition est indispensable, et je pense qu'il est facile de l'obtenir.

Ce qu'il importe de considérer, quand on compare les accidents arrivés par la dynamite et par la poudre, c'est que pour ceux provenant de la poudre, il s'établit une moyenne en quelque sorte constante. La matière est tellement connue, qu'il n'y a plus de progrès à espérer. Pour la dynamite, au contraire, on peut dire que tous les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

accidents arrivés pendant l'emploi auraient été évités, si les ouvriers eussent été mieux fixés sur les caractères de cette substance. C'est ainsi que, parmi ceux dont la cause a été nettement déterminée, nous voyons presque toujours ou le dégel des cartouches devant le feu, ou l'emploi des bourroirs métalliques formellement interdits.

Dynamite-gomme.

Quoiqu'il en soit, la cause la plus probable des accidents est dans la possibilité de l'exsudation. Il y aurait donc un intérêt considérable à substituer au mélange mécanique qui constitue aujourd'hui la dynamite, une combinaison fixe qui supprimât cette imperfection.

C'est ce progrès que vient de réaliser M. Nobel, avec le nouvel explosif qui figure à l'Exposition sous le nom de dynamite-gomme ou gomme explosive.

Cet explosif est préparé en dissolvant et en malaxant dans la nitroglycérine une petite proportion de coton azotique soluble, environ 7 pour 100; on obtient ainsi une substance gélatineuse remarquable, jouissant des propriétés suivantes : elle brûle simplement au contact de la flamme et ne fait explosion, du moins à l'air libre, que sous l'action d'un détonateur. Sa force est égale à celle de la nitroglycérine. Dans les blocs de plomb, elle donne un volume de chambre supérieur de 50 pour 100 à celui de la dynamite. Cette substance est d'une détonation relativement difficile. Dans les essais faits à l'air libre, une partie seulement de la matière fait explosion ; le reste est projeté ou simplement brûlé. Il faut, pour lui faire produire tout son effet, l'employer à l'égal de la poudre, dans un espace entièrement confiné ; on la fait détoner au moyen d'amorces spéciales.

La dynamite-gomme se conserve parfaitement sous l'eau, sans se décomposer et sans abandonner trace de nitroglycérine. Elle se recouvre dans ce cas, au bout d'un certain temps, d'une sorte d'hydrate qui disparaît par l'exposition à l'air.

Dynamite-gélatine.

On arrive, par certains artifices, par exemple en mélangeant dans la matière une faible proportion de camphre, à lui donner une telle insensibilité qu'elle peut être employée dans tous les usages militaires.

Voici quelques expériences faites récemment par le comité du génie militaire autrichien : on a d'abord fait des essais dans l'intention d'éventer les torpilles et autres engins sous-marins, en lançant vers leur emplacement d'autres torpilles chargées de dynamite-gélatine. On est arrivé ainsi à découvrir toute une ligne de défenses sous-marines et à la rendre impuissante en déterminant son explosion.

Un petit cube de dynamite-gélatine d'un centimètre de côté a été soumis, pendant trois heures, à une pression de 2 000 kilogrammes ; il n'y a pas eu la moindre trace

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'exsudation. La pression cessant, le corps élastique reprend sa forme primitive.

Contre une plaque de fer de 2 centimètres d'épaisseur on a placé, dans un cadre, une couche de gélatine explosive de 1 centimètre d'épaisseur et l'on a tiré dessus, à la distance de 50 mètres, avec le fusil d'infanterie, sans déterminer d'explosion.

Des amorces de 1 gramme de fulminate n'ont pu amener la détonation de la dynamite-gélatine, même en la plaçant dans une enveloppe de tôle ; il en a été de même avec les cartouches-amorces au coton-poudre et nitroglycérine destinées à faire partir la dynamite gelée. Il a fallu préparer des amorces spéciales au moyen de coton-poudre nitré saturé de nitroglycérine.

Cette insensibilité peut, du reste, être modifiée suivant la proportion du camphre.

Tels sont, Messieurs, les faits principaux se rattachant à cet art des explosifs de rupture qui, né d'hier en quelque sorte, a pris déjà de si rapides développements. Les uns sont encore à l'état d'espérance et demanderont de nouvelles et laborieuses études ; les autres sont entrés dans la pratique. Des usines nombreuses, des sociétés industrielles puissantes, ont la tâche de les exploiter. Quatorze fabriques de dynamite, établies dans les diverses parties du monde suivant les procédés de M. Nobel, livrent à elles seules annuellement à la consommation 5 millions de kilogrammes de cette matière. L'usage de ces nouveaux explosifs a fait entreprendre des travaux qui eussent été autrefois considérés comme impraticables, a modifié profondément les méthodes d'exploitation, réalisé des économies considérables de temps, d'hommes et d'argent. Les industries des mines et des travaux publics leur doivent les progrès les plus importants. Mais tous les pays n'ont pas été également favorisés. Tandis que le Nouveau-Monde, tandis que quelques contrées de l'ancien continent jouissent d'une législation libérale qui a permis à cette industrie de prendre tout son développement, d'autres pays, parmi lesquels j'ai le regret de compter la France. l'ont entravée par une réglementation excessive et nuisible. Je dis nuisible, car ces rigueurs ne correspondent à aucun intérêt. Loin de là, l'observation montre que c'est dans les pays soumis aux réglementations les plus excessives qu'il arrive le plus d'accidents. Cette assertion paraît paradoxale ; elle n'est qu'exacte. Les abus de la législation ont pour effet, d'une part, d'entretenir l'ignorance, cause première de tous les malheurs ; d'autre part, de pousser le public à se débarrasser d'entraves qu'il juge inutiles parce qu'elles sont exagérées. Rien n'est plus funeste, à tous égards, que la conservation et la circulation occulte de ces matières, et c'est cependant la seule ressource dans certaines conditions. J'aurais voulu, pour vous convaincre, parcourir les enquêtes faites en divers pays, et notamment en Angleterre, et vous seriez arrivés avec moi à cette conviction que les lois et règlements ne prévalent pas contre la nécessité, et qu'en cette matière, comme en beaucoup d'autres, la véritable et seule garantie est une sage liberté.

Vous êtes à la veille de créer de nouveaux et nombreux moyens de communication, les circonstances vous y obligent, car, si vous ne développez pas l'outillage industriel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la France, vous serez écrasés par la concurrence étrangère. Déjà les houilles de l'Angleterre arrivent à la porte de vos minières ; demain l'Amérique vous inondera des produits de sa métallurgie. On vous le disait naguère, ici même, dans une conférence dont vous avez sans doute gardé le souvenir. Or, pour compléter rapidement votre outillage, pour creuser à bref délai des ports et des canaux, pour construire de nouvelles lignes de chemins de fer, il faut des explosifs puissants. Pour donner de l'aliment à ces nouvelles lignes et à ces nouveaux canaux, pour ne pas les exposer à périr d'inanition, il faut féconder et multiplier les travaux de la terre, défoncer les landes, cultiver les terrains en friche, reboiser les pays montagneux; il faut mettre en exploitation les mines concédées et restées oisives depuis si longtemps. Il faut pour cela des explosifs puissants et à bas prix. La poudre et la dynamite sont pour tous ces travaux des auxiliaires utiles, indispensables; favorisez-en l'emploi par tous les moyens.

Simplifiez les formalités, diminuez les impôts, et, s'il arrive que les recettes du Trésor soient légèrement entamées par la diminution de l'impôt des poudres, soyez convaincus que ce léger dommage sera plus que compensé par les richesses que vous aurez créées. (*Extrait des conférences faites au Trocadéro.*)

HYGIÈNE PUBLIQUE.

SUR LES ODEURS DE PARIS, NOTE DE M. H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE.

« Vers la fin du mois d'août dernier, en passant par la rue Saint-Jacques, en face du n° 278, mon attention fut attirée par l'odeur qu'exhalait une tranchée de 1 mètre environ de profondeur. On en avait extrait 1 ou 2 mètres cube de cette terre noire, colorée par le sulfure ou l'oxydule de fer, dont M. Chevreul a depuis bien longtemps constaté et expliqué la formation (1).

« Cette terre était imbibée d'eau, mais la boue n'était pas liquide. Elle avait en même temps l'odeur de l'hydrogène sulfuré et du gaz de l'éclairage. J'en pris à la surface 3 kilog. environ, pour en faire une analyse dont je vais donner les résultats.

« $2^{kg},350$ de la terre ont été introduits dans un flacon et mouillés avec 1 litre d'eau à peu près. On agitait fortement et l'on décantait le liquide avec la matière noire qu'il tenait en suspension et que l'on versait dans un autre flacon. Quand cette matière était déposée, on recommençait l'opération avec la même eau devenue limpide, jusqu'à ce qu'on eût introduit dans le second flacon tous les éléments légers ou noirs que l'on pouvait entraîner ou dissoudre.

(1) Voir, *Dictionnaire des sciences naturelles*, t. XXII, p. 293, l'article EAU NATURELLE, écrit par M. Chevreul en 1819 et publié en 1821 ; *Mémoires de l'Académie des sciences*, t. XXIV, p. 211 (1854); *Comptes rendus*, t. XLIII, p. 128 (1856), et t. LXXI, p. 431 (1870).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Le résidu de cette opération, répétée jusqu'à huit ou dix fois au moins, est un gravier presque décoloré et composé de plâtras, de cailloux calcaires, de grès concassé ou pulvérisé, de débris de toutes sortes, cuir, carton, etc., enfin de toutes les matières que le remaniement si fréquent du pavage de Paris peut faire pénétrer dans le sous-sol.

« Le liquide, chargé de sels et de matières solubles dans l'eau, a été séparé par filtration ; et la boue noire, recueillie sur un filtre, séchée incomplétement, a été pesée pour être analysée à part.

« 1° L'eau de lavage était troublée par du sesquioxyde de fer ou du sous-sulfate provenant de l'oxydation du sulfure et de la suroxydation de l'oxydule de fer. Elle était sensiblement alcaline et contenait des sulfures, des hyposulfites, des sulfates, des chlorures, de la chaux, de la magnésie, de la soude, et des traces d'ammoniaque que l'ébullition avec la baryte ne rendait pas sensibles à l'odorat, mais qui agissait faiblement sur la teinture rouge de tournesol. L'excès d'alcali était saturé par des acides organiques, répandant une odeur acétique et butyrique, et une matière également acide, réduisant les sels d'argent et dont la combinaison avec la chaux ou l'argent était explosible, rappelant ainsi les propriétés des acétylures de M. Berthelot.

« Le résidu de l'évaporation de cette eau à basse température pesait 13gr,500. Il contenait :

	gr.
Sulfate de chaux.	5,000
Chaux.	2,386
Magnésie.	0,200
Sel marin.	0,392
Potasse.	0,361
Eau et matières organiques.	5,161
	13,500

« 2° La matière pulvérulente noire, pesant 0k,902, a été lavée par l'éther dans un appareil à digestion et à distillation continues. L'éther contenu dans le bouilleur a bientôt laissé déposer une grande quantité de cristaux jaune brun et brillants, peu solubles, car il a fallu plus de deux jours de traitement pour épuiser la matière. On a retiré de la solution éthérée :

	gr.
Soufre cristallisé et contenant une matière organique décomposable par la chaleur.	3,700
Soufre cristallisé avec un peu de goudron et de naphtaline.	4,736
Goudron de gaz ou coaltar.	1,640
	10,076

« Les conclusions de ces analyses sont faciles à tirer :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« 1° Si l'on évalue à un demi-litre la quantité d'eau qui imprègne les 2k,350 de boue humide (1), on voit que la quantité de sels que cette eau dissout doit être d'environ 25 à 30 grammes par litre, c'est-à-dire qu'elle est relativement concentrée, ce qui est la conséquence d'un phénomène très-simple. Le sous-sol de Paris n'étant pas drainé, les pavés et les intervalles garnis de sable qui les séparent deviennent imperméables dès que leur surface est mouillée. Quand ces intervalles se sèchent, l'eau du sous-sol peut s'évaporer, en se concentrant, jusqu'à ce que l'eau de la pluie et des arrosages, entraînant avec elle toutes les matières solubles, salines ou organiques, et imbibant l'intervalle des pavés, rende de nouveau la surface imperméable. L'eau des boues noires doit donc se concentrer de plus en plus. En outre elle reçoit ces poussières de fer provenant du fer des chevaux et des roues de voitures, que M. Chevreul considère, avec juste raison, comme l'origine des sulfures, de l'oxydule de fer et de la coloration noire du sous-sol de Paris.

« 2° Les fuites de gaz de l'éclairage, estimées en moyenne au dizième du volume du gaz qui circule dans les tuyaux, y ont amené une partie du soufre, les hydrogènes carbonés et le goudron qu'on y rencontre si abondamment (2).

« Ce goudron, ou coaltar, est une matière antiseptique par excellence, employée efficacement en chirurgie pour assainir les plaies et empêcher l'infection des hôpitaux. Son acide phénique arrête les fermentations et détruit les germes les plus dangereux.

« En résumé, grâce aux fuites de gaz du sous-sol de Paris, celui-ci est assaini et ne peut exhaler aucune odeur dangereuse ; c'est une faible odeur d'hydrogène sulfuré, qui n'est pas plus nuisible que l'atmosphère des eaux minérales sulfureuses, et une odeur de produits empyreumatiques, qui est aussi saine que l'atmosphère environnant les gazomètres de Paris, autour desquels on envoie respirer les enfants atteints de certaines affections épidémiques ou contagieuses, la coqueluche par exemple.

« Il n'en est pas de même des odeurs provenant des matières excrémentitielles que l'on constate malheureusement à Paris et aux environs de Paris. Elles sont nauséabondes, ce qui ne les rend pas, il est vrai, nécessairement nuisibles ; mais elles peuvent emprunter à la source dont elles proviennent les germes auxquels on attribue aujourd'hui les maladies cholériformes et typhoïques, que l'on redoute de voir devenir endémiques à Paris, comme elles le sont depuis longtemps dans l'Inde.

« Mon savant et illustre ami, M. Pasteur, nous donnera sans doute, avec des dé-

---

(1) La détermination exacte de cette quantité d'eau était impossible sur des échantillons où il fallait conserver les matières volatiles amenées par le gaz. Le soir même du jour où la prise d'échantillon a été faite, la tranchée dont elle provenait était remblayée.

(2) Le gaz de l'éclairage est, en réalité, un brouillard très-léger où flottent des cristaux de naphtaline, comme les aiguilles de glace des stratus et du goudron en vésicules très-ténues résistant à toute condensation, comme les vésicules d'eau des nuages.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

monstrations rigoureuses, malgré le danger que de pareilles recherches font courir, la cause et peut-être les remèdes préventifs de ces redoutables fléaux ; mais dès aujourd'hui, grâce à ses travaux, devenus classiques, nous pouvons fixer les conditions auxquelles il faut soumettre le transport et le traitement de matières excrémentitielles pour qu'elles cessent d'être fétides et ne puissent devenir dangereuses pour la santé publique.

« Il est possible qu'un jour ces matières, reçues dans des vases métalliques sans avoir jamais de contact avec l'air extérieur, soient transportées sous terre dans des tuyaux métalliques, canalisation aussi gigantesque que celle qui conduit l'eau et le gaz, et dans laquelle on entretiendra une certaine dépression. Ces matières, reçues dans de grands vases métalliques, neutralisées ou même acidifiées par des substances appropriées et parfaitement connues, portées à une température égale ou même supérieure à 100°, qui suffit à détruire tous les germes, enfin séchées dans ces appareils, seraient livrées à l'agriculture, à qui on les doit, sans perte d'aucune substance utilisable et sans avoir porté dans l'atmosphère aucune trace de matières odorantes ou nuisibles (1).

« Toutes ces conditions, conformes aux prescriptions formulées par le Conseil de salubrité et le Comité consultatif des Arts et Manufactures, peuvent être réalisées avec les procédés connus ou légèrement perfectionnés. Il reste seulement à savoir si les sommes considérables qu'il faudrait consacrer à cette réalisation seraient en proportion avec les avantages qu'en retireraient l'hygiène publique et la désinfection absolue des grandes villes. Rien ne dit, par exemple, que l'intérêt du capital ainsi dépensé, si on l'applique à l'amélioration du régime des hôpitaux, à l'assainissement des logements insalubres, etc., ne sauverait pas plus d'habitants de Paris chaque année que les épidémies partielles n'en peuvent faire périr.

« La science peut donc indiquer les solutions absolues, mais c'est aux économistes et aux ingénieurs à décider si leur application est désirable ou possible.

« Les analyses que je publie aujourd'hui prouvent seulement que les odeurs de Paris provenant de la terre noire placée au-dessous des pavés ne peuvent en aucune manière être nuisibles, à cause des produits empyreumatiques et antiseptiques qu'y apporte constamment le gaz d'éclairage. »

---

(1) M. Chevreul a recommandé l'étanchéité absolue des fosses d'aisance : il est clair qu'elle est possible seulement par l'emploi des vases métalliques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE.

LE CORAIL, SON HISTOIRE NATURELLE, SA PÊCHE, ETC., PAR M. COUTANCE, PROFESSEUR A L'ÉCOLE DE MÉDECINE DE BREST.

L'histoire du corail comprend deux études bien distinctes : 1° celle du polype qui le produit ; 2° celle de la substance précieuse que les arts et l'industrie utilisent. Nous adopterons cette division bien naturelle de notre sujet.

Histoire naturelle du corail. — Les anciens connurent cette substance, dont la beauté leur plaisait, et qu'ils surent adapter à leur parure. Ils n'eurent, sur sa véritable origine et sur sa place dans les œuvres de la création, que des idées très-erronées. Théophraste, dans son traité des minéraux, la compte parmi les pierres précieuses, et cependant, comme il soupçonnait sa véritable nature et sa place parmi les créatures vivantes, il la compare au roseau des Indes pétrifié. Orphée, c'est-à-dire le moderne Alexandrin qui prit son nom, plaça aussi le corail parmi les minéraux. Dioscoride et Pline le placèrent parmi les plantes. Ce dernier en faisait une description fantaisiste.

« Le corail, disait-il, a l'aspect d'un arbrisseau à tige verte, à baies blanches et molles, tant qu'il est sous l'eau.... et présentant l'aspect et la grandeur des cornouilles. (Liv. XXXII, XI.) » En **1671** un naturaliste italien, loin de prendre les protubérances placées sur les branches pour des baies, déclara que le corail n'était qu'une production minérale. Ong de Poitier, gentilhomme lyonnais, avait cependant, en **1613**, constaté dans cette singulière formation une écorce et une sève laiteuse.

En **1700**, le botaniste Tournefort rangeait encore le corail dans le règne végétal. Réaumur lui-même considérait la substance dont nous parlons, non pas comme une plante, mais comme une matière minérale, formée dans le tissu de certains végétaux marins.

Personne cependant n'avait vu fleurir cette plante étrange, dont les branches rigides gardaient au fond des eaux une immobilité absolue. Un jour, cependant, une singulière nouvelle se répandit dans les cercles scientifiques : le corail avait fleuri. Un savant bien connu, et de la bonne foi duquel nul ne pouvait douter, le comte de Marsigli, annonça en **1706** avoir vu les fleurs du corail. Dans son grand ouvrage sur la physique de la mer, il décrivit ces fleurs nouvelles « qui rentraient dans leurs tubes dès que la plante était retirée de l'eau et adoptaient en mourant une teinte jaune safrané ». Chose étrange, jusque-là personne n'avait douté de la nature végétale du

(1) Extrait d'un ouvrage intitulé : *Diamants et pierres précieuses*, etc., chez J. Rotschild, éditeur, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

corail, et quand un savant autorisé vint raconter qu'il avait vu fleurir l'arbre marin, l'incrédulité se fit jour, et cette découverte le fit passer pour un sorcier. Cependant on adopta cette confirmation des idées anciennes, surtout quand on vit Réaumur célébrer la découverte du comte académicien.

La science a parfois des vicissitudes étranges, qui font sentir combien il serait imprudent d'en faire un dogme et de lui conférer le privilège de la certitude absolue. La renommée n'avait pas achevé de porter en tous lieux la gloire de Marsigli, que l'on apprit que les prétendues fleurs du corail, ces fleurs « qui rentraient dans leurs tubes », étaient des animaux, de véritables animaux. N'était-ce pas une véritable révolution, puisque, de par les nouvelles observations, un changement de règne... pour le corail, venait de s'accomplir? Ce qu'il y eut de piquant dans l'affaire, et peut-être de plus mortifiant pour Marsigli, c'est que ce fut un de ses élèves qui fit renverser la théorie du corail-plante, peu après le jour où elle semblait avoir conquis tous les suffrages.

Jean-André de Peyssonnel, né en 1694 à Marseille, aux bords de cette Méditerranée dont les productions sous-marines occupaient les savants, fut l'auteur de la nouvelle découverte. Simple étudiant en médecine à Paris, il reçut, en 1723, de l'Académie des sciences la mission d'aller étudier le corail sur les rivages qui le produisent. Il commença ses études à Marseille même et dans le voisinage, et les continua sur les côtes de la Barbarie, où le corail se pêchait abondamment.

Peyssonnel se révéla observateur habile et sagace, et, après une série d'observations patientes, il fit justice des fleurs de Marsigli et restitua au corail sa véritable place parmi les animaux. Ainsi le même naturaliste reconnut qu'il s'était trompé avec son maître sur la nature de la prétendue fleur du corail « qui n'était au vrai qu'un insecte semblable à une petite ortie ou poulpe ». Peyssonnel eut le plaisir de voir cette ortie remuer pattes ou pieds, suivant son expression, et de constater, sans nul doute, que ce qu'on avait pris pour le calice d'une fleur, était le corps même de l'animal épanoui en dehors de sa cellule.

Tout devait être bizarre dans cette histoire, dont le corail était l'objet. Autant l'erreur de Marsigli avait produit d'enthousiasme, autant la vérité apportée par Peyssonnel rencontrait d'indifférence ou de mauvais vouloir. Réaumur se montra le plus ardent parmi les adversaires, et le grand entomologiste parut surtout choqué de l'expression d'insectes, employée par le savant marseillais pour désigner l'animal du corail. Il se moqua du pauvre Peyssonnel, auquel il adressait ce persiflage : « Je pense comme vous que personne jusqu'à présent ne s'est avisé de regarder le corail comme l'ouvrage d'insectes. On ne peut disputer à cette idée la nouveauté et la singularité.... Mais les coraux ne me paraissent jamais pouvoir être construits par des orties ou poulpes, de quelque façon que vous vous y preniez pour les faire travailler! »

Bernard de Jussieu ne voulut pas non plus se rendre à l'évidence dont Peyssonnel en avait fait les témoins, à Marseille, un grand nombre de personnes. Il semblait que le grand botaniste eût le regret de laisser aller au règne animal, c'est-à-dire à un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autre domaine que celui qu'il cultivait, la plante marine aux branches rouges.

Des oppositions venant de si haut firent le vide autour de Peyssonnel. Son mémoire, écrit en 1744, resta à l'état de manuscrit et fut conservé au Muséum, où il est encore. L'auteur lui a donné un de ces titres alambiqués et interminables comme on en rédigeait alors, le voici : — « Traité du corail, contenant les nouvelles découvertes qu'on a faites sur le corail, les pores, madrépores, scharrus, lithophytons, éponges, et autres corps et productions que la mer fournit, pour servir à l'Histoire naturelle de la mer, par le sieur de Peyssonnel, escuyer, docteur en médecine. »

Le pauvre *escuyer* quitta la France peu de temps après, pour aller servir aux Antilles dans le corps des officiers de santé de la marine. Ceux-ci s'honorent d'avoir compté dans leurs rangs l'élève de Marsigli, auquel une justice tardive, mais éclatante, fut rendue.

Réaumur et Bernard de Jussieu, ayant eu connaissance des recherches que Trembley avait exécutées sur l'hydre d'eau douce, et les ayant répétées, reconnurent enfin que les anémones de mer et d'autres formations analogues portaient des êtres semblables à ceux qu'on venait de découvrir chez les hydres. Leur injustice à l'égard de Peyssonnel leur apparut, car ils furent obligés d'admettre ses vues et de proclamer qu'il ne s'était pas trompé.

M. Lacaze-Duthiers fut chargé, en 1860, par le gouvernement français, d'une mission scientifique rappelant celle de Peyssonnel. Il s'agissait encore du corail et de compléter son histoire naturelle, qui, depuis l'*escuyer* marseillais, avait fait peu de progrès. M. Lacaze-Duthiers s'acquitta de sa mission avec un plein succès, et aujourd'hui l'étude du *Corallium rubrum* ne laisse plus rien à désirer. Il a publié un mémoire important auquel de nombreuses planches coloriées, dessinées d'après nature, donnent une grande valeur.

Comme tous les polypes agrégés, le corail rouge est une collection d'individus vivant en commun sur un axe de pierre et unis par un tissu cortical et une circulation commune. Chaque individu, bien qu'ayant une existence indépendante, est ainsi relié aux autres unités de la colonie.

Ce fait avait été ingénieusement mis en évidence par Peyssonnel dans l'une de ses expériences. « Ayant mis, dit-il, le vase plein d'eau où le corail était, près du feu, tous ces petits insectes s'épanouirent. Je poussai le feu et je fis bouillir l'eau, et je les conservai épanouis hors du corail. »

Avec quelle peine et quelle lenteur nous arrachons à la nature ses secrets ! Aussi ne jetons pas la pierre aux âges qui nous ont précédés. Maintenant que la lumière brille, nous nous étonnons de l'obscurité dans laquelle ont été plongés tant de faits que nous pouvons toucher du doigt. C'est à tort, et, dans l'espèce, la nature elle-même ne semblait-elle pas conspirer pour tromper les observateurs? Le corail a-t-il cessé d'être une chose étonnante et merveilleuse, avec les triples caractères qui en font pour ainsi dire le citoyen de trois royaumes, celui des pierres, celui des plantes, celui des ani-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maux? Où sont les caractères de la vie dans cette matière rouge et dure, qu'il faut arracher aux roches sous-marines, et que l'on peut briser et réduire en poudre? Où sont les caractères de l'animal dans ces axes branchus et rameux solidement fixés que recouvre une écorce, du tissu de laquelle on voit s'épanouir des corolles à huit pétales frangés? Où est la plante dans ces arborisations rigides, couvertes d'une peau molle, putrescible, et dont les prétendues fleurs, semées de la base au sommet, sans ordre, sortent et rentrent en agitant leurs bras? Où est le minéral dans cette production dont les diverses parties sont différenciées, dépendantes les unes des autres et douées du pouvoir de se multiplier? Parlant des polypes analogues au corail, « ils ont l'air, disait Michelet, de s'ingénier pour être plantes et ressembler aux végétaux ». C'est vrai, et le naturaliste philosophe montrait la solidité, la quasi-éternité de leurs axes, et l'analogie de leurs hôtes avec une marguerite pâle et rose !

Toute vie vient d'un œuf, disait Harvey, *omne vivum ab ovo*. Le corail n'échappe pas à cette loi, et cet arbre de pierre, soudé fortement aux roches dont il semble une production, ou plutôt une continuation, a eu un véritable œuf pour origine, pour point de départ.

A l'aurore de son existence le corail subit déjà la loi qui pèsera sur lui. L'œuf, au lieu d'être libre, est fixé par un pédicule long et grêle dans la cavité digestive de la mère, et fait saillie à l'extérieur des lames minces qui tapissent cette cavité. Il se détache par la rupture de ce pédoncule, et tombe dans la cavité digestive où va se faire son incubation. Les sucs qui, dans cette poche, digèrent l'aliment, respecteront cet œuf doué de vie (fig. 1).

L'œuf devient larve et est pondu par la bouche du polype mère. Le corail est donc vivipare, et la nature a compensé par ce moyen ce qui manquait à ce singulier animal pour prendre soin de son œuf. L'œuf, en devenant larve, s'allonge et se couvre de cils vibratiles qui serviront à la locomotion (fig. 2). Qui pourrait soupçonner dans ce petit ver mollasse, blanchâtre, demi-transparent, nageant en tous sens avec agilité, l'immobile arbrisseau marin à l'axe calcaire, résistant et solide? Qui pourrait croire que c'est cet organisme chétif, sans yeux et sans bras, qui va construire des arborisations qui pourront durer des siècles, et qui sécrétera cette admirable substance à laquelle un joaillier donnera mille formes élégantes? Qu'est-ce donc que cette vie inconsciente, renfermée dans cette larve obscure, et contenant en puissance un édifice organique si différent d'elle et voué à l'immobilité?



Fig. 1. — Œuf de corail.



Fig. 2. — Larve de corail.

On dirait qu'elle a hâte de jouir de sa liberté d'un jour, et qu'elle prévoit que bientôt elle sera rivée à la roche dure. Ces larves vont et viennent, savent s'éviter; elles montent et descendent, portant en avant leur grosse extrémité opposée à leur bouche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ont-elles un sens pour ne pas se heurter, en manquent-elles pour aller se butter à chaque instant contre les obstacles? Pendant ces voyages, la larve du corail se modifie et passe par différentes formes représentées par les figures 3 et 4.



Fig. 3. — Larve modifiée.



Fig. 4. — Larve modifiée.

Il arrive un instant où cette larve étourdie va donner contre un obstacle et y adhère définitivement. Ce moment marque la naissance d'un monde, une colonie est fondée. La larve modifie immédiatement sa forme et ses proportions : l'organisme devient plus large que long et comme discoïde. La portion amincie qui portait la bouche rentre dans le disque et s'entoure d'un bourrelet supérieur et circulaire, sous lequel apparaissent d'abord huit mamelons, rudiments de huit tentacules en couronne, frangés sur leur bord (fig. 5).

L'être qui vient de prendre ainsi naissance se trouve bientôt achevé. C'est un être simple, c'est une individualité bien arrêtée dans sa forme et dans sa structure. Elle atteint bientôt l'âge adulte, et pourrait dans sa cavité stomacale produire un œuf semblable à celui dont elle sort, et se multiplier. Mais un nouvel étonnement va nous être offert. Cet organisme va se multiplier, va grandir et s'accroître, mais ce sera dans un autre mode, et qui rappelle celui que beaucoup de plantes emploient. Le jeune corail va se multiplier par bourgeonnement. La figure 6 représente un individu simple qui s'est déjà donné un compagnon : c'est le bourgeon rudiment du second polype de la colonie. Le corail ne cessera plus désormais de soustraire à l'eau de la mer les éléments de son axe solide, et de le couvrir, à mesure qu'il s'allonge, de nouveaux polypes. C'est ainsi que se forme l'arbre (figure 7).



Fig. 5. — Larve fixée.

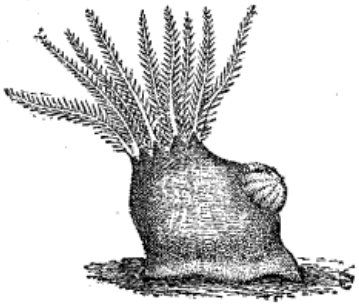


Fig. 6. — Premier bourgeon.



Fig. 7. — Corail adulte.

Une branche de cet arbre vivant se compose de deux parties bien distinctes : l'une interne, l'axe solide ou polypier ; l'autre externe, semblable à une écorce, tissu véritablement vivant, dans lequel sont plongés les polypes qui constituent la colonie.

Le corail vivant présente deux aspects bien différents, qui correspondent à l'état de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

construction des polypes, ou à leur épanouissement. Quand la colonie se sent menacée, les polypes rentrent dans le tissu cortical qui ne présente plus au dehors que des mamelons arrondis et étoilés de huit plis à leur sommet. C'est là l'état de siége de l'être multiple dont nous faisons l'histoire, comme la fermeture des valves est l'état de siége de l'huître, comme la rentrée dans sa coquille est l'état de siége du colimaçon. Viennent les heures de paix et de sécurité, le pore autour duquel rayonne les plis du mamelon s'entr'ouvre, et l'on assiste à cette merveilleuse floraison qui avait séduit Marsigli. C'est la sortie du polype de sa retraite.

Il sort d'un calice rosé formé de huit dentelures arrondies, et qui couronnent le mamelon ; il s'allonge lentement en un tube mince et délicat, presque cylindrique, que termine un disque qui porte une collerette de huit tentacules horizontaux, munis latéralement de barbules nombreuses et élégantes. Le nombre de huit tentacules est invariable, et ce fait aurait dû donner à réfléchir à Marsigli, quand il prit ces organes pour les pétales d'une corolle. Le nombre de huit est, en effet, fort rare dans les divisions des corolles, où l'on trouve surtout les chiffres trois et cinq et leurs multiples.

Au centre de cette couronne de tentacules, se trouve l'unique orifice par lequel l'estomac du polype communique avec l'extérieur. Il est permis d'hésiter sur le nom qui lui convient. Se basant sans doute sur ce fait que cet orifice présente une fente à deux lèvres, les physiologistes lui donnent le nom de bouche ; c'est d'ailleurs comme bouche qu'il a dû fonctionner la première fois.

De cette bouche part un œsophage qui aboutit dans la cavité générale du corps, au milieu de laquelle il est maintenu en place par huit plis qui alternent avec les huit tentacules. Ces huit plis forment donc huit loges rayonnantes de la périphérie vers ce centre.

Les tentacules, doués d'une extrême sensibilité, se roulent en volute quand on les irrite ; ils sont destinés à prévenir l'animal des dangers extérieurs et à déterminer par leur agitation le mouvement de l'eau. Sans doute ils saisissent les petites proies qui servent de nourriture à chaque polype, et les introduisent dans l'estomac.

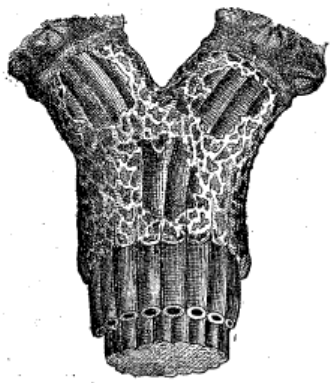


Fig. 8. — Écorce du corail.

Heureusement qu'il suffit que quelques-uns dans la colonie dînent ou déjeunent, pour que les autres soient satisfaits. Demandons à la structure de l'écorce qui enveloppe le polypier le secret de cette fraternité digestive.

Cette écorce est, avons-nous dit, la partie vivante du corail ; elle est molle, charnue, épaisse, facile à enlever, elle est transparente et contractile, et formée d'un tissu cellulaire général, superposé à un tissu vasculaire (fig. 8).

Ce tissu vasculaire présente des vaisseaux cylindriques réguliers, couchés parallèle-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment sur la longueur de l'axe pierreux. Cette assise vasculaire est recouverte d'un réseau de vaisseaux très-irréguliers, anastomosés, qui parcourent toute l'écorce ; ils servent de trait d'union entre les tubes réguliers et les polypes, avec les cavités desquels ils sont en communication.

Pour que tous les polypes puissent bénéficier des bonnes aubaines de ceux qui sont favorisés par la fortune... des courants, il faut bien que les sucs nourriciers élaborés puissent passer des uns aux autres. Les vaisseaux réguliers les reçoivent du réseau irrégulier, qui communique directement avec les estomacs, et les répartissent ensuite équitablement dans tout l'ensemble de la colonie, afin que chaque polype puisse recevoir une part égale de cette sève nourrissante.

Le liquide contenu dans ces vaisseaux, chyle ou sang, est blanc comme du lait. Il se mélange à l'eau et s'écoule quand on blesse l'écorce, ou quand on brise une des branches du corail. Là où l'écorce manque, l'axe pierreux cesse de croître ; là aussi, le bourgeonnement ne se fait plus.

Ce bourgeonnement, nous l'avons déjà dit, augmente le nombre des individus de la colonie, et n'en crée pas une nouvelle comme l'œuf. Il y a donc dans le corail, comme dans les plantes, deux modes de reproduction, reproduction par œuf ou semence, reproduction par bourgeons. Dans l'écorce du corail, comme dans l'écorce des arbres, ces germes se développent, grandissent et bientôt se trahissent au dehors.

Dans le corail dont on explore un lambeau d'écorce à l'aide du microscope, on aperçoit de petits points blancs, offrant un petit trou autour duquel rayonnent huit plis disposés régulièrement; ils grossissent assez lentement, et font saillie à la surface ; une branche de corail présente ainsi des générations diverses de jeunes et de vieux polypes. Il y a encore bien des mystères à éclaircir dans ces colonies vivantes. Quelle est la durée de la colonie? Quelle est la durée des individus ? Elle doit avoir une limite physiologique, elle en a une dans mille circonstances. Quand un choc détache une de ces branches de l'arbre marin, elle tombe au fond de l'eau sur le sol ; le mouvement des eaux l'y roule et bientôt la tendre écorce est détruite, et avec elle la vie. Il faut au corail l'onde pure, il ne se développe jamais dans les eaux troubles ; et presque toujours il croît de haut en bas, et comme suspendu à la voûte des anfractuosités ou des cavernes sous-marines. Toute branche détachée est donc une branche perdue, et nous ne voyons pas comme chez les arbres, qui sont aussi des polypiers aériens, de rameaux détachés prendre bouture.

Il est un élément de l'écorce dont nous n'avons pas parlé : ce sont les spicules. Ces organes sont des concrétions calcaires hérissées de pointes irrégulièrement placées, irrégulièrement taillées. Ces spicules, qui ont à peu près la couleur du corail lui-même, sont régulièrement répandus dans la partie corticale vivante (fig. 9).

La plupart des invertébrés qui vivent dans la mer ont besoin du carbonate calcaire qui y est tenu en dissolution. Les mollusques le lui empruntent pour bâtir la maison fermée dans laquelle ils se retirent, ou les boucliers qui les protègent. Les polypiers,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et parmi eux le corail, ont reçu le pouvoir d'arracher aux flots la même substance pour en construire leurs élégantes arborisations. Chez les mollusques, l'animal vit dans sa sécrétion calcaire; chez le corail, l'être vivant habite sur cette sécrétion; chez les premiers, l'inorganique enveloppe l'être organisé; chez le second, l'être organisé enveloppe l'élément inorganique, et lui demande, non plus un abri protecteur, mais une surface solide, croissant à mesure que le nombre des polypes augmente.



Fig. 9. — Spicules du corail.

Il y a là un fait étrange sans doute, mais bien commun dans la nature, où nous voyons la vie s'emparer des matières et leur donner des formes immuables en obéissant à une loi supérieure. Le corail rouge est une machine vivante, qui fait du corail comme une machine fait des épingles; et, si l'on doit s'étonner de quelque chose, ce n'est pas que cette machine fasse du corail, mais qu'elle s'entretienne, se répare et se perpétue indéfiniment, ne faisant toujours que du corail.

L'axe de pierre est cylindrique, cannelé parallèlement à la longueur et déprimé çà et là aux places occupées par les polypes; le centre est irrégulier, mais autour de ce noyau l'on constate que des couches festonnées à leur circonférence se sont successivement déposées, s'emboîtant les unes les autres. Du centre à la circonférence, rayonnent des bandes plus rouges, alternant avec des bandes claires. Les premiers doivent leur augmentation de teinte à la présence de corpuscules couverts d'aspérités, et fortement teintés en rouge. Nous comprenons cette structure, ce revêtement successif de couches concentriques. Sans doute, c'est dans la zone corticale que s'élaborent ces zones pierreuses, et d'une façon inconsciente; on ne sait pas encore comment se produisent les bifurcations de l'arbre (fig. 10).



Fig. 10. — Structure de l'axe du corail.

Les polypes de la colonie sont comme les animaux, mâles ou femelles; ils sont tous mâles ou tous femelles sur le même pied de corail, ou bien les deux sexes sont réunis, non pas dans le même polype, mais sur le même axe.

On distingue aisément les polypes femelles, car on peut souvent apercevoir par transparence, dans leur cavité, les larves qui y subissent une sorte d'incubation.

Nous voilà revenus à notre point de départ, la larve, qui reproduira l'individu sans modification. Le bourgeonnement seul pourrait transmettre les variations, si on pouvait, comme chez les plantes, séparer un rameau de la plante mère et le bouturer; cela n'est pas faisable chez le corail, et sa culture n'est pas possible.

Pêche du corail. — Jusqu'à présent la patrie du corail semble très-localisée et la Méditerranée paraît être son bassin favori. On l'a cependant rencontré dans la mer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rouge, et sans doute il habite aussi les mers de l'Inde. Il vit à des profondeurs et à des expositions qui varient avec les lieux, sur nos rivages méditerranéens de France; son exposition favorite est le midi, il est rare à l'est et à l'ouest, et manque à l'exposition nord. Dans le détroit de Messine il préfère l'orient, il est rare à l'ouest, et manque encore au nord. Sur les côtes d'Afrique il est moins difficile sur l'exposition, bien qu'il affecte les expositions sud-est ou sud-ouest. Quant à la profondeur, elle varie entre 3 mètres et 300 mètres. Les pêcheurs, qui ne perdent pas leur temps à le chercher là où il est encore rare, ne commencent à le chercher qu'à trois ou quatre lieues au large, depuis la profondeur de 30 mètres jusqu'à celle de 300.

La pêche du corail se fait de deux manières. Quant le précieux polypier n'est pas à une grande profondeur, des plongeurs peuvent aller le chercher : c'est ce qui a lieu sur les côtes des Pyrénées-Orientales. Quand il ne croît que par de grandes profondeurs, il faut d'autres moyens que nous allons décrire.

Cette pêche offre de grandes difficultés et ne ressemble en rien aux autres pêches. On a affaire à des êtres immobiles, que l'on doit aller chercher là où ils sont, car aucun appât ne saurait les séduire. A l'heure actuelle, cette exploitation se fait par des pêcheurs italiens sur les côtes de France, d'Italie et d'Afrique. Gênes, Livourne, Naples, Torre del Greco, et quelques villes de Sicile, sont les ports principaux d'armement; de solides barques de six à seize tonneaux bien taillées pour la marche, et n'ayant d'autres voiles qu'un foc et une voile latine, servent à cette industrie de la mer. Elles sont montées par six ou douze hommes d'équipage, suivant la force du navire; à l'avant est une sphère sur laquelle est peinte l'image du Christ, de la Vierge, ou d'un saint, ou simplement une *Panagia* avec une branche d'olivier desséchée. Le patron ou poupier loge à l'avant, et tout l'arrière est réservé à la pêche et au logement de l'équipage; les soutes à eau et à biscuit sont au milieu de la felouque.

On donne le nom d'engin ou de salabre à l'ensemble des pièces qui servent à la pêche; cet outil est formé d'une croix de bois constituée par deux barres de 2 mètres de longueur, solidement réunies par leur milieu. Pour que cette croix puisse couler, elle est lestée par un lingot de plomb, ou par une grosse pierre; à chaque bras est fixée une corde de 7 à 8 mètres de long, à laquelle sont attachés des paquets de filets construits avec une grosse ficelle à peine tordue, et réunis supérieurement, de façon à former ce qu'en terme de marine on nomme des fauberts, lesquels servent à bord des navires à essuyer le pont mouillé; au-dessous de la croix pend une cinquième corde plus longue que les autres, et sur laquelle sont aussi attachés un certain nombre de fauberts, on la nomme *queue du purgatoire*. Telle est l'économie de l'*engin*, il porte ainsi une trentaine de fauberts qui en constituent l'élément essentiel. Dans l'eau ces paquets de corde s'étendent, se brouillent, vont et viennent; ce sont eux qui accrochent les branches de corail, les cassent et les arrachent dans le mouvement du bateau.

Le corail est localisé et forme des bancs. Les *poupiers* ou patrons ont un flair extra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ordinaire pour deviner à de grandes profondeurs, d'après des indices très-légers, l'état du fond et la présence des bancs. Ils savent retrouver avec sûreté ceux qu'ils ont exploité les années précédentes. Quand le patron juge le moment favorable, il fait lancer l'engin à l'eau. Les fauberts s'étendent dans toutes les directions et accrochent tous les corps qu'ils rencontrent. On ralentit alors la vitesse du navire, la corde qui retient l'engin s'enroule sur le cabestan. Le patron en suit les mouvements, et, assis sur le plat-bord, il juge aisément de la tension de cette amarre qui passe sur sa cuisse recouverte d'un épais tablier de cuir. Quand il sent que l'engin mord suffisamment, il fait filer l'amarre ; celle-ci se raidit, on sent que l'engin arrache quelque chose, et l'on avance ainsi saccade par saccade; de temps en temps, on fait jouer le cabestan. Quand la résistance est trop forte, on relâche de nouveau l'outil : quand cette manœuvre a été répétée un certain nombre de fois, on juge que la *queue du purgatoire* et les quatre autres on fait leur récolte. On remonte à bord l'étrange mécanique. Souvent elle a de la peine à déraper du fond, et cette partie du travail demande un labeur très-pénible. Il faut voir ces malheureux corailleurs ruisselants de sueur sous un soleil ardent, se suspendant aux barres du cabestan. Le matelot qui dirige l'enroulement de l'amarre, chante, pour les exciter et harmoniser leurs efforts, quelque mélopée des rivages d'Italie, à la gloire de la madone, d'un saint vénéré du pays ou de Garibaldi. Que de fois la *queue du purgatoire* remontant à bord sans rien ramener, transforme ce métier en enfer !

Ce travail est si pénible que ces hommes sont obligés de réparer sans cesse leurs forces épuisées ; ils mangent toute la journée, et les distributions de biscuit sont continuelles ; il en est ainsi des coups que le patron ne leur ménage généralement pas, et qu'ils semblent supporter avec une grande philosophie.

Quand l'engin est hissé à bord, la tâche n'est pas finie ; il faut arracher le corail, et mille autres produits du fond de la mer, aux bras tordus et mouillés des fauberts ; il faut réparer ou remplacer ces derniers, qui durent peu de temps. La journée de ces malheureux est de dix-huit heures. Ils ont droit au biscuit et à l'eau à discrétion ; le soir, ils ont un repas de macaroni ; deux fois par an, à la Fête-Dieu et à l'Assomption, on leur donne du vin et de la viande. Les meilleurs d'entre eux reçoivent de 4 à 600 francs pour la campagne des six mois d'été ; les autres ont une solde de moitié inférieure, augmentée, par-ci par-là, de quelques menus morceaux soustraits à la vigilance du patron. On dit dans les ports qui expédient à la pêche du corail, qu'il faut être voleur ou assassin pour faire pareil métier. Au moins, dit M. Lacaze-Duthiers, beaucoup d'entre eux ne sont pas sans avoir eu des démêlés avec la justice.

Commencée au printemps, la pêche se termine en automne, quand les vents frais de la côte d'Afrique viennent la rendre dangereuse. Mais pendant ce laps de temps les corallines ont besoin de se ravitailler et de vendre leurs produits, car dans cette industrie les avances ne sont pas considérables ; tous les mois, plus souvent quelquefois, les fruits de la pêche sont livrés à la Calle, à Bone ou à Gênes. Le corail pêché sur les côtes d'Espagne, et même sur les côtes de France, moins beau que celui d'Algérie, est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même transporté souvent sur ces premiers marchés, où il est entreposé et dont il revient comme corail de Barbarie.

Dans le commerce, on distingue plusieurs sortes de corail.

1° Le corail noir ; c'est du corail rouge brisé et tombé dans la vase, dont les émanations sulfureuses ont transformé en sulfure de fer noir l'oxyde qui le teintait en rouge ; ce corail, qu'il ne faut pas confondre avec un autre corail noir de consistance cornée, qui constitue l'axe des antipathes, se vend de 12 à 15 francs le kilogramme, et sert à la fabrication des bijoux de deuil.

2° Le corail blanc, sorte peu estimée et qui ne diffère du vrai corail que par une sorte d'albinisme.

3° Le corail mort ou pourri, valant de 5 à 20 francs le kilogramme : c'est du corail qui a cessé d'être vivant, et dont l'écorce a été remplacée par des dépôts calcaires de flustres, de bryozoaires, etc.

4° Corail en caisse, valant de 45 à 70 francs le kilogramme : c'est le même corail, le corail brisé, dont les fragments plus ou moins menus ne peuvent être utilisés que pour des parures de peu de valeur.

5° Corail de choix : c'est la sorte supérieure, composée de beaux rameaux ; le prix varie de 400 à 500 francs le kilogramme.

La teinte elle-même du corail établit des variétés commerciales, que l'on désigne sous les noms originaux de 1° écume de sang ; 2° fleur de sang ; 3° premier sang ; 4° second sang.

La valeur change aussi avec la forme ; les rameaux grêles et buissonneux, comme les présente le corail de France et d'Espagne, étant difficiles à débiter, offrent un grand déchet, et ne conviennent pas pour les fortes pièces. Une autre circonstance atténue sa valeur : c'est quand le corail est percé. L'on s'étonnera qu'une substance aussi dure puisse être perforée. Les balles de plomb le sont bien par des larves. Ici ce sont des annélides qui font ce travail, et le croirait-on ? certaines espèces d'éponges.

Histoire de l'exploitation du corail. — La Société d'acclimatation de France a publié, en 1869, un document fort intéressant sur la pêche du corail et sur son importance maritime et commerciale. Il contient des détails peu connus sur la part que notre pays a prise à différentes époques à cette exploitation, dont les eaux françaises depuis la conquête de l'Algérie sont le siége principal.

Vers le milieu du XVI^e^ siècle (1561), deux négociants de Marseille fondèrent une compagnie pour pêcher le corail. Par l'entremise du gouvernement elle obtint, moyennant redevances, le privilége exclusif de pêcher le corail le long des côtes des régences de Tunis, d'Alger et du Maroc.

Dirigée par deux hommes énergiques, Linche et Didier, cette compagnie, qui semblait devancer de trois siècles notre domination sur la côte d'Afrique, y fit flotter du moins le pavillon français pour se protéger contre les nombreux pirates de ces côtes inhospitalières ; elle fit construire, près de Bone, un fort qui porta le nom de bastion de France. La compagnie elle-même, qui fut bientôt prospère, prit le nom de cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

citadelle, qui, deux ans après sa fondation, abritait déjà une colonie de huit cents habitants.

Soixante-neuf ans après, en 1628, Samson Napollon augmenta la prospérité de la colonie; mais à sa mort, en 1633, les affaires déclinèrent. D'après J. Julliany, la pêche, à cette époque, se faisait seulement d'avril en juin. Les bénéfices de la *Compagnie du bastion de France* tentèrent d'autres associations de ce genre, qui furent d'ailleurs encouragées par les rois Louis XIII et Louis XIV.

Une société par actions, dite *Compagnie* royale d'Afrique, se fonda en 1719, et eut pour directeurs MM. Rémusat et Garambais, de Marseille, favorisés par Louis XV; la société prospéra. Jacques Savary des Bruslons, inspecteur général du roi, nous apprend, dans un rapport officiel, que cette compagnie exploitait non-seulement les côtes de France et d'Algérie, mais qu'elle ouvrait elle-même son corail dans ses fabriques de Marseille et de Cassis. D'avril à la fin d'août, elle pêcha une fois, dans une seule campagne, 76 000 livres de corail. On avait employé huit cents personnes; c'était une valeur pour ce temps de 1 125 000 francs.

	fr.
Le prix brut de la pêche payé aux corailleurs était de 1 fr. 90 la livre, soit.	235 335
Et le corail ouvré à Marseille était revendu à raison de 5 fr. l'once, soit.	5 815 625
Laissant un bénéfice de main-d'œuvre de.	4 690 625

Ce qui prouve que la Compagnie royale d'Afrique demeura pendant longtemps prospère, c'est ce qu'écrivait de Versailles, le 14 mai 1786, le maréchal de Castries, ministre des finances, à propos du bilan de la Compagnie pour 1785, bilan dont voici les principaux traits :

	fr.
Avoir de la Société.	3 478 122
Créances douteuses et navires.	875 330
Avoir réel.	2 602 792

Ce qui représentait plus du double de son capital originaire.

La contrebande du corail avait, pensait-on, diminué les revenus et les bénéfices.

La Révolution française, qui n'eut pas toujours la main heureuse en fait de prospérité commerciale, supprima tout simplement cette compagnie; et c'est ainsi que cette source de prospérité, cette pépinière de marins, qu'avaient encouragées les rois, s'en fut aux Napolitains et aux Toscans, qui y ont puisé, et y puisent encore, dit le document que nous résumons, d'abondantes ressources.

Depuis lors, les divers gouvernements ont cherché à relever les ruines, et à reconquérir cette industrie qui aurait dû rester française, et qui aurait dû le redevenir depuis que notre pavillon flotte sur la terre d'Afrique. En 1855, le maréchal Vaillant, ministre de la guerre, s'adressa à la Société d'acclimatation de France pour appeler son attention sur l'industrie du corail. Cette compagnie, qui a déjà rendu, dans la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sphère de l'utile, tant de services au pays, adressa deux rapports au ministre. Le premier, signalant à l'attention du gouvernement l'insuffisance de nos connaissances sur l'histoire naturelle du corail, eut l'heureux résultat de provoquer la mission en Algérie de M. H. Lacaze-Duthiers. La science y gagna un savant mémoire, modèle du genre, qui rendit à cette portion des sciences naturelles, qui s'occupe des choses de la mer, les plus grands services. L'industrie y gagna également des notions précises sur les conditions dans lesquelles se fait, de nos jours, la pêche du corail.

Le second rapport de la Société d'acclimatation (1857), signé de M. Focillon, fit ressortir la possibilité d'employer les bateaux sous-marins de l'invention de MM. Lamiral et Payerne. M. Focillon insistait aussi sur les résultats que donnerait, pour la reproduction du corail, un système de pêche moins sauvage que celui employé jusqu'ici.

Sur la proposition de M. de Chasseloup-Laubat, ministre de la marine, une décision impériale, du 25 juin 1864, fut prise. Nous y lisons ces mots .

« La pêche du corail sur les côtes d'Afrique, représentant une valeur annuelle de cinq ou six millions de francs, et n'occupant pas moins de deux-cent-quarante bateaux montés par deux mille marins, se fait exclusivement par des étrangers. C'est là un état de choses regrettable, et, s'il n'appartient pas au département de la marine de déterminer toutes les conditions qu'il peut être nécessaire d'offrir aux hommes qui se livrent à la pêche du corail, pour les fixer sur les côtes d'Algérie, du moins est-ce pour lui un devoir de proposer à Votre Majesté les mesures qui peuvent favoriser un pareil résultat, et encourager nos nationaux à prendre part à une industrie dont ils doivent retirer d'importants bénéfices. »

Vient à la suite la décision qui, considérant les marins de nos possessions d'Afrique livrés à la pêche du corail comme en cours de voyage, les déclare exempts des levées.

D'après J. Julliany, de 1810 à 1820, l'industrie du corail fut très-prospère à Marseille; quatorze fabriques y préparaient et y taillaient le corail. Mais, la pêche ayant été accaparée par les Italiens, la fabrication ne tarda pas à se transporter dans ce pays, où elle est moins chère que chez nous, et l'on y compte plus de quatre-vingts fabriques, tandis que Marseille n'en a plus que deux.

Les exploitations de France ont été :

En 1838, de 1 087 kilog.
En 1839, de 1 566 —
En 1840, de 1 424 —

En 1853, sur deux cent onze bateaux pêchant sur les côtes d'Afrique, dix-neuf étaient français, et, d'après des documents publiés par le ministère de la guerre, les côtes d'Algérie fournirent cette année 38 000 kilog. de corail, qui, vendus 60 francs le kilog. aux fabricants de Naples, représentaient 2 148 000 francs. Plusieurs bateaux firent un bénéfice de 16 à 22 000 francs. Sur la côte ouest, les corailleurs espagnols firent de très-bonnes pêches, de 350 à 400 kilog. par coralline.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Sénégal et les autres pays d'Afrique offrent les principaux débouchés à cette fabrication. De Marseille, il en a été exporté, en **1841**, pour le Sénégal, **673** kilog., d'après les documents de la douane seulement.

Le corail brut mis en consommation à Marseille s'est élevé :

En **1839**, à **4 752** kilog.
En **1840**, à **4 354** —
En **1841**, à **5 885** —

dont :

1 097	kilog.	venaient d'Espagne.
1 297	—	des États-Unis.
1 705	—	des Deux-Siciles.
1 404	—	de Toscane.
234	—	d'Algérie
137	—	de pêche française.

D'après les renseignements recueillis par M. Lacaze-Duthiers, un grand bateau monté par douze hommes doit, dans sa saison, pêcher **250** kilog. de corail pour faire ses frais, et, si la pêche s'élève à **300** kilog., elle est fructueuse, et laisse un bénéfice d'environ **3 000** francs.

Le savant naturaliste reconnaît qu'il est souvent difficile de savoir exactement le montant des pêches, les patrons craignant, en montrant leurs bonnes fortunes, d'exciter la jalousie de leurs rivaux.

Le nombre des corailleurs étrangers irait toujours en augmentant, d'après M. Lacaze-Duthiers, et, si l'on voit peu de Français s'y livrer, cela tient à ce que les Italiens et les Espagnols sont plus durs à ces fatigues, plus sobres, et se contentent d'un faible salaire.

Que faire en présence de cette concurrence? Rendre la pêche plus productive et moins pénible, tel est l'avis de M. Lacaze-Duthiers. On pensait dès cette époque à l'emploi des scaphandres, et M. Martin, des Martigues, put recueillir avec six scaphandres, en un an, près du cap Couronne, pour plus de **100 000** francs de corail. Cette pêche fut opérée par trois bateaux, montés chacun par trois plongeurs scaphandreurs, un patron et quatre hommes d'équipage. Chaque plongeur récoltait dans les premiers temps, **8** à **10** kilogrammes de corail par jour. On comprend qu'à de grandes profondeurs l'usage même du scaphandre, si perfectionné qu'il ait été, devient extrêmement dangereux.

Nous trouvons des documents commerciaux plus récents et plus précis dans les *Annales du commerce extérieur* publiées par le gouvernement en juillet **1866**, sous le n° **1664**. Ils ont été fournis par le consulat de France à Livourne.

D'après ces documents, les bateaux corailleurs se répartissent ainsi :

Torre del Greco.	300
Livourne.	60
Ligurie et Sardaigne.	100
Total.	460

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quatre mille marins montent cette flotte, dont la valeur matérielle est de 1 700 000 francs, et dont les frais d'armement représentent une somme de 1 544 000 francs. Les salaires s'élèvent à 2 millions de francs par an, et les frais de nourriture à 3 200 francs par bateau. On estime que, pour faire face aux dépenses d'armement, chaque bateau doit en moyenne pêcher 200 kilog. de corail, qui, vendus à 60 francs le kilogramme, donnent un total de 12 000 francs. Afin que l'armateur, outre les déboursés, puisse retirer de la pêche un gain rémunérateur, il faut, sans exagération, évaluer à 160 000 kilog. la quantité de corail introduite par an en Italie, quantité qui représente une valeur de 9 600 000 francs.

On travaille ces coraux dans cinquante-neuf ateliers employant environ six mille personnes des deux sexes. Ces ateliers se répartissent ainsi : vingt-quatre à Torre del Greco, quinze à Livourne, vingt à Gênes. Le commerce du corail rapporte à l'Italie 12 à 15 millions de francs par an.

En 1866, les produits de la pêche du corail sur la côte de l'Algérie furent supérieurs à ceux de l'année précédente. De nouveaux bancs découverts dans les parages du cap de Fer et de Rizerte semblaient devoir imprimer à cette industrie une activité nouvelle.

Les ateliers où l'on travaille le corail lui donnent certaines formes habituelles qui sont utilisées ensuite, c'est-à-dire montées par les bijoutiers. Olives, perles de toutes tailles, unies ou à facettes, camées dégrossis, baguettes, cylindres, sculptures diverses, telles sont les formes les plus usuelles. Paris monte beaucoup de corail, et fait quelques beaux camées.

Les Arabes excellent dans la monture des colliers et des bracelets. Alger en exporte beaucoup. A l'Exposition de 1830, un jeu d'échecs, représentant les croisés et les Sarrasins, fut estimé 10 000 francs.

Le travail du corail s'effectue de la manière suivante : dégrossi à la lime, on lui donne les facettes polies qu'il doit présenter en l'usant sur des disques horizontaux tournants, analogues à ceux qui sont employés dans diverses industries pour tailler les pierres fines, les cristaux et le verre. L'intermédiaire est une pâte faite avec de l'eau et de la poudre d'émeri de plus en plus fine. Les perles à facettes se font assez promptement, on partage les rameaux en fragments d'égales longueurs. Ces fragments sont percés d'un trou, et celui-ci sert à saisir la pièce. Elle est d'abord usée grossièrement sur une meule pour l'arrondir, puis finement polie : enfin un habile ouvrier la couvre en très-peu de temps de facettes régulières, en les présentant à la meule tournante. Nous avons vu, à Torre del Greco, des ateliers où se font de petits camées que l'on monte ensuite en bracelets. Ce sont de pauvres gens, gagnant peu de chose, qui se livrent à cette industrie, à laquelle ils apportent une rapidité de main-d'œuvre étonnante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PROGRAMME

DES PRIX ET MÉDAILLES

MIS AU CONCOURS

POUR ÊTRE DÉCERNÉS DANS LES ANNÉES 1881, 1882, 1883, 1884, 1885, 1886.

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 plus 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 seront distribuées dans l'ordre suivant :

1881. Agriculture.	à l'effigie	de Thénard.
1882. Arts économiques.	—	d'Ampère.
1883. Commerce.	—	de Chaptal.
1884. Arts mécaniques	—	de Prony.
1885. Arts chimiques.	—	de Lavoisier.
1886. Architecture et Beaux-Arts. . . .	—	de Jean Goujon.

Dans les années précédentes, elles 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, pour l'agriculture, à M. *Boussingault;*—en 1873, pour la physique et les arts économiques, à sir *Charles Wheatstone;* — en 1875, pour le commerce, à M. *Jacques Siegfried;* — en 1876, pour les arts mécaniques, à M. *H. Giffard;* — en 1877, pour les arts chimiques, à M. *Walter Weldon;* — en 1880, pour l'architecture et les beaux-arts, à M. *Ch. Garnier,* architecte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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; — en 1880, à M. *Poitevin*, pour ses découvertes en photographie.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1886.

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 1883.

PRIX GUSTAVE ROY 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 aux progrès de l'industrie cotonnière en France.

Ce prix sera décerné en 1881 et sera de 4 000 francs.

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 perfectionne-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ments les plus importants au matériel et aux procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.

Ce prix consiste en une médaille d'or de 500 francs; il a été décerné, en 1880, à M. *Hersent* et sera décerné, s'il y a lieu, en 1885.

PRIX FOURCADE POUR LES OUVRIERS DES FABRIQUES DE PRODUITS CHIMIQUES.

Les *exposants de la classe* 47, à l'Exposition universelle de 1878, ont fondé auprès de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale un prix provenant du produit net en argent d'un capital de 19 011 fr. 85 c., qui sera remis chaque année, en séance publique de cette Société, au simple ouvrier des exposants de la classe 47, ayant le plus grand nombre d'années consécutives de service dans la même maison.

Ce prix sera décerné, pour la première fois, en 1881.

PRIX DIVERS PROPOSÉS ET MIS AU CONCOURS

POUR ÊTRE DÉCERNÉS DANS LES ANNÉES 1881, 1882, 1883, 1884, 1885 ET 1886.

ARTS MÉCANIQUES.

1° **Prix de 2 000 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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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 1881.

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 petite quantité de travail pour laquelle il a ordinairement recours à l'assistance momentanée d'un tourneur de roue.

Un prix est proposé, dans ce but, pour un moteur à arbre rotatif, pouvant mettre à peu de frais, à la disposition de l'ouvrier en chambre, un travail de 6 à 20 kilogrammètres par seconde. Les dispositions proposées devront permettre de faire varier, entre ces limites, la puissance disponible, sans présenter de trop grands écarts dans le rendement; et, s'il est possible, elle 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.

La Société a décerné ce prix à deux machines de ce genre. La première était un moteur hydraulique utilisant l'eau des conduites d'une ville. La deuxième était un moteur à gaz. Elle désirerait voir varier la forme et le mode d'action des moteurs qui peuvent recevoir des applications du même genre, et elle a maintenu ce prix au concours pour 1882.

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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 obligerait 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 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 de 15 pour 100 au moins sur la force motrice, et avec une diminution telle dans la température de l'eau, si l'action de la chaleur restait nécessaire, qu'il n'en résulte pas de buée sensible.

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 1883.

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, dans les ouvrages spéciaux, et notamment dans les *Traités sur la filature du coton et de la laine* de M. Alcan, d'une ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nière assez étendue 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 (1).

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.

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 de fibres peignées. 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 à 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 1881.

5° **Prix de 1 000 à 3 000 francs** *pour des instruments de topographie automatiques.*

L'exécution d'un plan topographique, nivelé ou non, comprend des opérations d'ensemble et des opérations de détail.

Les premières exigent de l'opérateur, outre une certaine habitude manuelle, l'intelligence du but à atteindre, et surtout celle des causes d'erreurs et de fautes contre lesquelles il doit se tenir en garde. Aucune de ces opérations fondamentales ne doit être acceptée sans vérification.

Les opérations de détail, au contraire, ne sont pas vérifiées; mais pour être admissibles, elles doivent être rendues assez simples pour n'être exposées qu'à des erreurs restreintes et à des fautes extrêmement rares, même quand elles sont confiées à des opérateurs peu instruits.

Or, on peut les simplifier encore et les garantir d'une manière presque absolue contre les fautes, en remplaçant les mesurages et les constructions graphiques qu'elles

(1) 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

comportent actuellement, par des procédés automatiques donnant immédiatement, sur le papier, les positions relatives des points du terrain vers lesquels on dirige une lunette, ainsi que cela se pratique avec l'*homolographe* de MM. Peaucellier et Wagner, officiers du génie (Voir n° 23 du *Mémorial de l'officier du génie*).

Cet ingénieux appareil permet de faire à la fois, le canevas et le détail, la planimétrie et le nivellement; aussi est-il trop compliqué, pour devenir usuel, en dehors du service pour lequel il a été créé, celui de la brigade topographique du génie militaire.

La Société d'encouragement voudrait voir fabriquer des instruments topographiques plus simples, assez solides pour être mis entre les mains d'employés peu instruits, et applicables séparément, soit à l'exécution de plans parcellaires, soit au tracé sur les plans, des sections horizontales du terrain, soit même au tracé direct et au nivellement automatique des plans à petite échelle.

Le desideratum, pour la dernière application, serait une sorte de brouette portant des planchettes sur lesquels des crayons traceraient, d'une part le plan, d'autre part le profil, du chemin parcouru par la roue; mais, il est probable que cette solution manquerait de la précision nécessaire pour des plans à grande échelle, et que pour ceux-ci, il serait préférable de se contenter de pointer sur une feuille de papier les positions relatives des points sur lesquels, par exemple, un aide porterait une stadia, dont l'image devrait s'accorder entre deux fils stadimétriques de la lunette de l'appareil.

Des prix, pour ces instruments automatiques, seront décernés en 1882. Selon l'importance des solutions présentées, leur valeur pourra aller de 1 000 à 3 000 francs.

6° **Prix de 1 000 francs** *pour la meilleure étude sur les manufactures pour la fabrication de l'horlogerie, telles qu'elles ont été organisées en Amérique.*

La fabrication des montres s'est toujours effectuée dans un système qui a trouvé en Suisse sa plus complète réalisation : à savoir, une division très grande du travail telle que les diverses pièces sont terminées par des ouvriers différents.

Il semblait que ce système, dans lequel on part de blancs obtenus à bon marché et avec une grande perfection dans les usines dont celle de M. Japy est le type, combinés avec l'habileté d'ouvriers spéciaux pour les diverses branches du travail, avait amené à la plus grande économie de frais qu'il fût possible d'obtenir. C'est cependant dans ces conditions que l'on a vu arriver d'Amérique, où la main-d'œuvre est si chère et où manquait une population nombreuse d'habiles ouvriers, des montres établies à un bas prix inconnu jusqu'alors.

C'est dans de grandes manufactures, ayant dépensé des sommes considérables pour établir et modifier leur outillage, qu'est née cette fabrication, dévolue jusque-là aux petits ateliers.

On demande une étude détaillée de cette nouvelle industrie, tant par la description que par les dessins de l'outillage nouveau servant à cette fabrication, et par l'analyse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des modifications apportées à certaines pièces ou groupements de pièces du mécanisme des montres; en un mot, l'indication de tout ce qui différencie cette nouvelle manière de produire, et qui peut expliquer le bon marché et la qualité des montres américaines, comme la rapidité de la production qui est la cause principale du bas prix des produits fabriqués.

Le prix sera de 1 000 francs et sera décerné, s'il y a lieu, en 1882.

7° **Prix de 2 000 francs** *pour la meilleure machine à tailler les fraises.*

Cette machine devra tailler, sans retouches, les outils de diverses dimensions désignés sous le nom de fraises, et, spécialement, celles à profil composé de courbes variées dites fraises de forme, telles, par exemple, que celles que l'on emploie à la taille des roues d'engrenage ou des pièces délicates de la fabrication des armes.

Le prix de 2 000 francs sera décerné, s'il y a lieu, en 1884.

8° **Prix de 1 000 francs** *pour le meilleur moyen d'utiliser la force motrice qui est actuellement absorbée par les freins des voitures.*

Dans les voitures qui, comme celles des omnibus et des tramways, sont arrêtées fréquemment, les freins anéantissent en pure perte une partie de la force motrice. De plus, chaque remise en marche oblige le moteur à des efforts considérables qui, pour la traction par chevaux, amène rapidement la ruine des animaux employés à ce service.

Des pertes de force analogues se produisent à chacun des arrêts des trains de chemin de fer.

Il semble qu'il ne doit pas être impossible de remédier, en tout ou en partie, à ces inconvénients, en *accumulant* la force vive, qu'on annule actuellement à chaque arrêt, pour la restituer à la voiture lors du départ suivant. Par exemple, on conçoit que l'on puisse forcer la voiture à s'élever au moment de l'arrêt, puis lui permettre de s'abaisser au moment du départ, de telle sorte que le travail mécanique dû à cet abaissement vienne s'ajouter à celui que produit le moteur. On conçoit que la compression de l'air ou d'autres combinaisons peuvent donner aussi d'autres solutions.

La Société d'encouragement récompensera par un prix de 1 000 francs la meilleure solution pratique de ce problème, savoir : *l'utilisation de la force actuellement absorbée par le jeu des freins.*

Pour mériter le prix, cette solution devrait avoir fait ses preuves, et, pour cela, avoir été expérimentée, pendant six mois au moins, dans un service régulier, soit d'omnibus, soit de chemin de fer.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1886.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

9° **Prix de 3 000 francs** *pour le moyen de transporter à grande distance, les forces mécaniques naturelles que leur position actuelle ne permet pas d'utiliser immédiatement.*

Les cours d'eau offrent une force motrice considérable, qu'il est souvent facile de recueillir dans les montagnes où des chutes naturelles permettent d'éviter des constructions dispendieuses. Mais souvent les alentours de ces chutes ne se prêtent pas à l'établissement d'usines ou à l'installation de leurs populations ouvrières. Il en résulte que beaucoup d'entre elles ne sont pas actuellement utilisables.

Déjà M. *Somellier*, pour la percée du Mont-Cenis, M. *Hirn*, par son câble télodynamique, M. *Armstrong*, par son accumulateur, ont donné des moyens d'utiliser quelques-unes des chutes, en permettant de transporter leur force motrice à une certaine distance du récepteur ; mais cette distance est encore bien restreinte, et l'on conçoit qu'en poursuivant des idées analogues, il soit possible d'aller beaucoup plus loin.

D'autre part, quand on voit, comme cela a été fait récemment, les forces mécaniques produire de la chaleur, de la lumière, de l'électricité, on conçoit que la force d'une chute d'eau puisse être transformée en *effets physiques*, qui l'emmagasineraient, pour ainsi dire, et permettraient de la transporter indirectement là où l'on pourrait le mieux l'utiliser.

Sans doute, dans les transformations successives par lesquelles on la ferait passer, il pourrait y avoir une importante diminution de la force initiale. Mais comme celle-ci, dans certains cas, est presque gratuite, on doit espérer qu'il serait possible d'obtenir le résultat final dans des conditions d'économie suffisante pour satisfaire à certains besoins.

La Société d'encouragement voudrait voir les inventeurs tourner leurs investigations vers la réalisation économique de ce transport, direct ou indirect, de la force motrice à de grandes distances. Selon l'importance des applications économiques qui lui seraient soumises, elle accorderait à ces solutions des prix de 1 000 à 3 000 francs.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1885.

ARTS CHIMIQUES.

1° **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,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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, en agissant à la fois comme oxydants et comme 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 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 attendu, 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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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 1882.

2° **Prix de 2 000 francs** *pour la préparation économique de l'ozone et pour ses applications.*

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 de 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 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 1881.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° **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 il est à la disposition de l'homme. Il reste seulement 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 très en grand à Newcastle, comme base d'un procédé pour la fabrication du prussiate de potasse ferrugineux. 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.

D'autres procédés pourraient être employés pour obtenir des nitrates ou des sels ammoniacaux.

On sait, d'une autre part, avec quelle facilité 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 factices, en empruntant l'azote à l'air atmosphérique, à l'exclusion de toute matière animale.

C'est à ce point de vue que la Société d'encouragement propose un prix de 2 000 fr. pour la fabrication économique, au moyen de l'azote de l'air soit des nitrates et des sels ammoniacaux, soit du cyanure de potassium ou des cyanures analogues.

Ce prix sera décerné en 1881.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° **Prix de 2 000 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 nécesssaire 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 moyens, 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 2 000 francs pour le fabricant qui, le premier, travaillant avec les pyrites, ne livrera au commerce que l'acide sulfurique entièrement exempt d'arsenic.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1885.

5° **Prix de 1 000 francs** *pour un nouvel 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 1882, à la plus importante des applications de cette nature que la Société aura été appelée à constater.

6° **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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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, au profit du consommateur.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1882.

7° **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 nouveaux 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 1883.

8° **Prix de 1 000 francs** *pour de nouvelles applications des corps simples non métalliques.*

Le silicium, le bore, le brome, l'iode, le sélénium même, 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 1882.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

9° **Prix de 1000 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 de 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 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, lors 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 1883.

10° **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 pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duction 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 1885.

11° **Prix de 3 000 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.

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 permettent 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 variétes d'anthracite d'une dureté singulière.

On pourrait, de là, être conduit à penser que les causes qui ont donné naissance à l'anthracite commun, étant modifiées, auraient pu lui assigner une dureté qui le 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, et serait couronné en conséquence.

Le prix sera décerné en 1886.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

12° **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., ont été reproduits 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'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 Caventon.

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 1884 inclusivement.

13° **Prix de 4000 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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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 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 1886.

14° **Prix de 2 000 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 revivification 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, 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 revivifier, ou plutôt à réoxyder ces résidus ferrugineux, de façon à les faire servir un grand nombre de fois, en les étendant sous des hangars ouvertsà 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 que, 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.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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 1881.

15° **Prix de 1 500 francs et de 1 000 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, aujourd'hui, du borate de soude du Pérou et de la Californie. 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.

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 1838 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.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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.

Dans les Etats-Unis, en Californie, les borates de soude et de chaux donnent lieu à une exploitation considérable que M. *Emile Durand* a décrite devant la Société d'encouragement en avril 1877, en signalant l'abondance de ces produits qui en résulte pour toutes les industries de l'Europe.

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.

Ces prix seront décernés, s'il y a lieu, en 1882.

16° **Prix de 1 000 francs** *pour l'extraction, en France, de l'iode que contiennent les nitrates de soude de l'Amérique méridionale, les borates 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 Stassfürt. 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 notables, 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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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 certains borates naturels, ainsi 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 1881.

17° **Prix de 3 000 francs** *pour la fabrication courante d'un acier ou fer fondu doué de propriétés spéciales utiles, par l'incorporation d'un métal étranger.*

On sait, par les recherches de Faraday, que plusieurs métaux, le platine, le palladium, le chrome, etc., modifient les propriétés de l'acier, d'une façon notable, dans le cas où ces métaux ne sont alliés au fer qu'en minime proportion.

Plus récemment, il a été constaté que les aciers sont rendus d'autant plus durs qu'ils renferment plus de tungstène. Leur ténacité statique s'accroît aussi ; mais le métal devient plus aigre; il s'allonge moins. Les effets utiles ou nuisibles du manganèse sur l'acier ont été signalés également dans ces derniers temps. Mais il y a loin encore de ces indications plus ou moins vagues à une fabrication régulière et courante.

Cependant, aujourd'hui que, grâce aux procédés Bessemer et Martin Siemens, l'emploi de l'acier et des fers fondus s'est considérablement élargi, l'attention se reporte de nouveau sur les travaux de Faraday. Il importe de connaître l'influence spéciale des métaux étrangers sur les propriétés du fer et de l'acier.

La Société d'encouragement désirant favoriser ces études, décernera un prix de 3 000 francs à celui qui fabriquera, sur une large échelle, et qui aura fait accepter par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les arts ou les ateliers de construction, un fer fondu doué de propriétés spéciales par l'incorporation d'un métal étranger.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1884.

18° **Prix de 2 000 francs et de 1 000 francs** *pour la fabrication industrielle, en France, de l'acide sulfurique fumant dit de Nordhausen.*

La fabrication de l'acide sulfurique de Nordhausen a été jusqu'ici le monopole de quelques fabriques de l'Allemagne. La consommation était d'ailleurs limitée à l'emploi qu'on en faisait pour dissoudre l'indigo. Aujourd'hui que l'acide fumant est, pour ainsi dire, indispensable à la production de corps importants tels que l'alizarine artificielle, il serait utile que nos industriels, au lieu de faire venir de loin et à grands frais un produit dont l'usage s'étend déjà beaucoup et s'étendra certainement encore plus dans l'avenir, pussent le tirer des fabriques nationales d'où ils tirent leurs autres produits.

La Société d'encouragement a décidé qu'un prix de 2 000 francs serait décerné au fabricant qui produirait le premier, en France, l'acide fumant par un procédé plus économique que ceux qui ont été appliqués jusqu'ici.

Elle accordera une prime de 1 000 francs à l'industriel qui aura mis en œuvre l'une des méthodes déjà connues, en établissant, en France, une fabrication régulière et suffisamment importante.

Ces prix seront décernés, s'il y a lieu, en 1882.

19° **Prix de 2 000 francs** *pour la découverte et la mise en œuvre d'un procédé pour l'utilisation du tannin contenu dans des écorces ou autres matières premières non encore employées dans la tannerie.*

L'industrie de la tannerie semble limitée, dans son développement, par la difficulté qu'on a à se procurer du tannin à un prix convenable. La principale source de cette substance est l'écorce de chêne, et pour en augmenter la quantité, on a été amené à exploiter le chêne à courte période. Il serait désirable, au contraire, qu'on pût conserver à cet arbre une longévité qui développerait dans son bois des qualités précieuses et très recherchées, qu'on ne retrouve dans aucune autre essence indigène. L'écorce du châtaignier et le sumac ainsi que d'autres arbustes, ont aussi servi à donner du tannin, mais ces substances ne sont pas en grande abondance et n'ont, jusqu'à présent, fourni que des quantités utiles très restreintes.

Le tannin abonde cependant, dans un grand nombre de substances végétales, surtout dans les écorces de beaucoup d'arbres : mais ses propriétés et son action y sont neutralisées par la présence d'autres principes, résineux ou extractifs, qui se sont opposés, jusqu'à présent, à ce que ces écorces pussent être utiles dans la tannerie. L'écorce des arbres résineux, par exemple, est très abondante et sans usage, et elle contient des quantités importantes de tannin ; ces arbres sont, après le chêne, les plus communs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans les forêts françaises, et il est regrettable de voir détruire chaque année, sans profit, une grande quantité d'écorces qui contiennent des matières précieuses.

La Société désire provoquer la recherche de procédés chimiques ou autres, par lesquels on puisse écarter ces principes étrangers, mettre en évidence et à l'état actif le tannin renfermé dans ces écorces ou autres substances végétales. Elle constatera l'emploi industriel qui en aura été fait dans la tannerie, et décernera un prix de 2 000 francs à l'auteur du procédé le plus avantageux et le plus employé.

Ce prix sera délivré en 1881.

20° **Prix de 2 000 francs** *pour la production industrielle du chlore au moyen des résidus de la fabrication de la soude par l'ammoniaque.*

La fabrication de la soude subit, en ce moment, une grave transformation. Au procédé de Le Blanc tend à se substituer, de tous côtés, le procédé de fabrication qui repose sur la décomposition à froid du chlorure de sodium par le bicarbonate d'ammoniaque.

L'exploitation de ce procédé, tentée déjà, à plusieurs reprises, et notamment en 1855, par MM. Schlœsing et Rolland, a, depuis quelques années, pris rang définitivement parmi les grandes industries chimiques, et, dès à présent, elle livre au commerce des quantités de sel de soude dont le prix de revient est, dans une large mesure, inférieur au prix de revient de la soude fabriquée par le procédé Le Blanc.

Cependant, le développement de cette nouvelle industrie se trouve forcément limité par la nécessité, pour la fabrication des produits chimiques, de fournir aux arts non seulement le sodium, mais encore le chlore que le sel contient. En effet, tandis que, dans le procédé Le Blanc, le manufacturier, par la production du sulfate de soude et de l'acide chlorhydrique, utilise ces deux éléments, on voit, dans les procédés à l'ammoniaque, tout le chlore évacué à l'état de résidus et généralement sous la forme de chlorure de calcium. D'où résulte, d'une façon nécessaire, et dans une mesure fixée par les besoins du blanchiment, de la papeterie, etc., la conservation actuelle du procédé ancien en face du procédé nouveau.

Il en serait autrement si, résolvant un problème jusqu'ici considéré comme insoluble, la fabrication des produits chimiques parvenait à retirer des résidus laissés par la fabrication de la soude à l'ammoniaque, le chlore que ceux-ci emportent à l'état inutile. Complétés par cette découverte, les procédés à l'ammoniaque exerceraient une influence de premier ordre sur la valeur des produits chimiques de grosse fabrication, qui, pour nombre d'industries, sont de véritables matières premières, en même temps que la salubrité publique trouverait tout avantage à la suppression de résidus que jusqu'ici les manufacturiers sont obligés d'évacuer dans les cours d'eau.

La Société d'encouragement, préoccupée des conséquences importantes qu'entraînerait l'utilisation de ces résidus, propose un prix de 2 000 francs pour celui qui parviendra à en retirer, industriellement, le chlore qu'ils contiennent.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1883.

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, 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. L'endosmose suffira, dans certains cas, pour provoquer des doubles décompositions qui exigeraient, 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 de 1 000 francs pour la meilleure application industrielle de l'endosmose des liquides.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1882.

2° **Prix de 1 000 francs** *pour l'application industrielle de l'endosmose des gaz.*

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 découverts pour les liquides. Les cloisons poreuses ont la faculté de diffuser avec une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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 d'éclairage 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 1882.

3° **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 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 fluviales 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 1883.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° **Prix de 2 000 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 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, origines 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.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le prix pour la désinfection permanente des fosses d'aisances, avec conservation absolue des engrais, sera décerné, s'il y a lieu, en 1884.

5° **Prix de 1 000 francs** *pour la dessiccation rapide des bois pour l'ébénisterie, 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 mette 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 alors subir une division en fragments plus petits qui sont placés 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 1885.

6° **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 Siémens, les recherches de M. Paul Audouin et de M. Henri Sainte-Clair 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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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 1883.

7° **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 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 1884.

8° **Prix de 1 000 francs** *pour la conservation des récoltes végétales telles que pommes de terre, oignons, etc.*

Chaque année, vers le mois de mars, au retour du printemps, quelles que soient les précautions prises par les agriculteurs ou les marchands, les pommes de terre provenant de la récolte de septembre entrent en germination, et il est prouvé que, de cette façon, la consommation perd annuellement 20 pour 100 au moins de la fécule renfermée dans les tubercules.

Les pommes de terre germées ne peuvent, en effet, être utilisées, même pour l'alimentation des animaux, à cause de la présence de la *solanine*, qui est un poison.

On a cherché à empêcher cette germination, mais on n'est parvenu jusqu'ici qu'à la retarder, et très faiblement, en employant l'aération des tas de pommes de terre. Toutes les autres recherches faites dans ce but sont restées infructueuses.

La Société désirerait qu'on trouvât un procédé simple et peu coûteux qui permettrait de suspendre, jusqu'à l'époque de la récolte suivante, la germination des pommes de terre destinées à l'alimentation, sans que les propriétés nutritives et le goût naturel des tubercules fussent altérés.

Il serait à désirer que la période germinative ne fût que suspendue, et que les tubercules ainsi traités pussent être employés indistinctement et avec le même succès, soit à l'alimentation, soit aux semailles.

Il serait aussi désirable que le procédé pût s'appliquer à la conservation d'autres produits alimentaires, comme les oignons, carottes, navets, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le prix pour la solution de ce problème serait de 1 000 francs, et serait décerné, s'il y a lieu, en 1883.

AGRICULTURE.

1° **Prix de 1 000 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.

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 complètement 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 1881.

2° **Prix de 1 000 francs** *pour l'emploi, au boisement des terrains pauvres et arides, d'une essence d'arbre peu 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 sylvestre, 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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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, aussi, des arbustes capables de fournir des produits utilisables par l'industrie, tels que résines, 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, peu 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 1885.

3° **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 ces 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 complètement appréciés.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1886.

4° **Prix de 1 000 francs** *pour un semoir d'engrais pulvérulents, simple et d'un prix modéré.*

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 satisfai-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sante, 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 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, en 1884, un prix de 1 000 francs à celui qui aura satisfait à ces conditions.

5° **Deux prix de 2 000 francs chacun** *pour la découverte de procédés d'analyse qualitative et quantitative de la margarine contenue dans le beurre.*

Depuis quelques années les matières grasses, connues dans le commerce sous le nom de margarine, sont souvent mélangées au beurre. Cette addition d'un produit, dont le prix est peu élevé, à une denrée dont la valeur va sans cesse en augmentant, constitue une véritable fraude sur la qualité de la marchandise vendue.

Au moment du mélange, le goût du beurre est peu modifié, mais le beurre sophistiqué s'altère plus rapidement que le beurre naturel et acquiert bientôt une saveur et une odeur qui le rendent impropre à la consommation. L'addition de la margarine porterait un coup fatal au commerce de beurre d'exportation, si cette pratique détestable était adoptée par nos grands négociants en beurre.

Les procédés chimiques destinés à reconnaître la margarine dans le beurre sont assez délicats et exigent un temps assez long. Les méthodes d'analyse quantitative publiées jusqu'à présent laissent également beaucoup à désirer. L'incertitude du dosage des principes gras immédiats dépasse quelquefois les variations résultant de l'addition de la margarine au beurre naturel. En présence des difficultés et de l'incertitude d'une expertise, les falsificateurs redoutent assez peu les poursuites et se livrent sans crainte à leur coupable industrie.

Il est donc vivement à désirer, dans l'intérêt du commerce agricole, que l'on puisse reconnaître facilement et doser avec exactitude la margarine ajoutée au beurre.

En conséquence, la Société d'encouragement offre deux prix de 2000 francs chacun : l'un pour la découverte d'un bon procédé d'analyse qualitative, et l'autre pour une méthode de dosage, suffisamment exacte, de la margarine contenue dans le beurre.

Les deux prix pourront être décernés, s'il y a lieu, à la même personne.

Ces prix seront décernés, s'il y a lieu, en 1883.

6° **Prix de 3 000 francs** *pour la découverte de procédés perfectionnés de transmission, à distance, de la force motrice à des machines d'agriculture.*

L'emploi de plus en plus étendu des forces mécaniques pour la mise en mouvement des machines agricoles est un des progrès les plus nécessaires au développement de l'agriculture européenne.

Les machines locomobiles fonctionnent en grand nombre maintenant dans les fermes et même dans les champs, mais le haut prix du charbon rend leur travail

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coûteux ; leur poids considérable ne permet pas, d'ailleurs, de les déplacer assez facilement. Il serait vivement à désirer de pouvoir utiliser loin de la ferme le travail des machines fixes qui s'y trouvent installées, ou celui beaucoup plus économique des chutes d'eau si nombreuses et si puissantes que la France possède.

L'invention de la transmission télédynamique, de M. *Hirn*, a été un premier pas dans cette voie, et un grand nombre de fermes possèdent déjà cet ingénieux mécanisme. Mais la transmission Hirn transporte la force d'un point fixe à un autre point fixe, et ne peut pas s'appliquer directement à la mise en mouvement des appareils de culture. M. *Fisken* a cherché, de son côté, à transmettre par un câble léger le mouvement d'une force fixe à une charrue ou autre appareil de culture. Les résultats obtenus par cet inventeur sont également remarquables; mais tout porte à penser que les transmissions par des systèmes uniculaires seront toujours d'un emploi fort limité.

En présence de la grandeur de la tâche à accomplir, les inventeurs ne doivent pas se laisser arrêter devant les difficultés du problème à résoudre.

Les transmissions de mouvement par l'eau à haute pression pourraient, dans certains cas, rendre des services à la mécanique agricole. Selon toutes les apparences, l'air comprimé ou raréfié se prêterait mieux encore à de nombreuses applications de ce genre. Enfin, de récents essais permettent d'espérer que l'électricité donnera bientôt le moyen de réaliser, d'une manière satisfaisante, la transmission de la force à distance aux machines de culture assujetties à de continuels changements de place.

La Société d'encouragement offre un prix de la valeur de 3 000 francs à l'auteur d'un bon système de transmission de la force à distance aux appareils de culture. Dans le cas où le prix entier ne serait pas décerné, des encouragements en argent pourraient être accordés aux auteurs qui auraient apporté des éléments utiles à la solution du problème.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1884.

7° *Prix relatifs à la découverte des ennemis naturels du phylloxera de la vigne.*

Jusqu'à présent, les moyens à employer pour défendre la vigne des attaques du *phylloxera vastatrix* ont consisté en insecticides lents, tels que l'eau, ou rapides, tels que le sulfure de carbone et les sulfocarbonates. Une nouvelle voie semble s'ouvrir à ce sujet.

La prodigieuse fécondité du phylloxera a limité le succès obtenu par ces insecticides. Un seul insecte, apparaissant au mois d'avril, est le point de départ de générations qui se multiplient suivant une progression géométrique rapide, de sorte qu'au bout de cinq mois, durée de l'existence annuelle du phylloxera en Bourgogne et en Suisse, le le nombre des produits d'une seule mère atteint plusieurs millions. Dans le midi de la France, où la durée de cette existence annuelle est de sept mois, l'effet des derniers termes de cette progression accroît tellement le nombre des insectes à la fin de la saison qu'il atteint plusieurs milliards d'individus. Leur petitesse et leur dissémination dans le sol fait qu'il en échappe toujours et qu'à la saison nouvelle on voit reparaître le fléau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tous les efforts tentés dans cette lutte n'ont abouti qu'à trois procédés d'une efficacité temporaire; les procédés culturaux n'ont rien produit d'utile. Ces moyens d'action efficaces sont : 1° l'*inondation* prolongée de la vigne quand elle est placée de manière à ce qu'on puisse pratiquer cette submersion ; 2° l'emploi du *sulfure de carbone* en injections dans le sol, faites avec la prudence nécessaire pour ne pas nuire à la vigne; 3° l'emploi des *sulfocarbonates*.

Il est démontré qu'une vigne, noyée pendant quarante à cinquante jours sous une couche d'eau permanente est débarrassée de ses phylloxeras souterrains d'une manière à peu près complète, et peut, dans la même année, fournir une récolte satisfaisante ; mais, si les insectes qu'elle portait sur ses racines ont disparu, rien n'empêche que ceux qui s'étaient établis sur ces ceps, ceux des vignes voisines et les générations provenant des phylloxeras ailés, ne l'envahissent immédiatement. Si on ne renouvelait pas tous les ans l'inondation protectrice, on serait assuré de voir la vigne périr bientôt par l'invasion de ces nouveaux phylloxeras.

Des injections de *sulfure de carbone* dans le sol, entre les lignes des pieds de vigne, produisent un effet analogue. Les phylloxeras souterrains sont détruits par les exhalaisons toxiques, mais de nouveaux insectes épargnés sur ces ceps ou apportés des ceps voisins recommencent la lutte contre le vigneron, qui, parvenu à soustraire à leur action la récolte de l'année, voit reparaître le mal l'année suivante.

Les sulfocarbonates en arrosage atteignent plus sûrement les insectes placés sur les ceps et ceux qui sont placés sur les racines superficielles, mais ils ménagent quelquefois les phylloxeras des racines profondes.

Le concours des deux procédés semble nécessaire.

Si ces procédés de destruction font périr les phylloxeras qu'ils atteignent, leur emploi et la dépense qu'ils causent, soit en main-d'œuvre, soit en matières à employer, étant à recommencer tous les ans, ils grèvent les frais de culture d'une charge lourde que les crus de quelque valeur pourraient seuls supporter, si les déficits annuels des récoltes ne rehaussaient le prix des vins communs.

MM. *Maxime Cornu* et *Ch. Brongniart* ont observé, aux environs de Gisors, une épidémie frappant une mouche, le *Syrphus mellinus*, tuée par un champignon du genre *Entomophthora cœrulea*, qui, en automne, fait périr la mouche commune.

On comprend qu'un champignon dont les spores innombrables n'ont peut-être pas plus d'un millionième de millimètre, et se trouvent répandues dans toute l'atmosphère d'une contrée, ait atteint et frappé de mort tous les individus de la région sur des lieues d'étendue. Aucun d'eux ne devait, en effet, échapper à cette inoculation spontanée; l'air qui frottait son corps lui offrait par centaines les spores qui lui inoculaient le champignon meurtrier.

Chaque animal paraît avoir un ennemi microscopique de cette nature. En Amérique, on cherche à employer de tels auxiliaires pour se débarrasser du doryphora, ce n'est pas nous, qui sommes frappés d'un fléau aussi dangereux que le phylloxera de la vigne, qui pouvons négliger d'entrer dans cette voie. Nous avons essayé les procédés culturaux les plus perfectionnés, ils n'ont pas réussi. Les moyens chimiques auxquels on a eu recours n'ont donné qu'un succès limité, exigeant une lutte incessante et des dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

penses annuelles sérieuses. Peut-être le moment est-il venu de demander aux naturalistes la recherche attentive d'un moyen qui fasse intervenir une puissance naturelle dans la lutte du vigneron et qui lui vienne en aide. Il faudrait trouver un moyen capable d'agir sur le phylloxera, comme le corpuscule agit sur le ver à soie, comme l'oïdium agit sur la vigne, laquelle aurait succombé à ses atteintes dans nos cultures, si on n'avait pas trouvé un moyen facile de le combattre. Il s'agit de trouver une maladie mortelle pour le phylloxera ; l'étude de ses maladies, qui est tout entière à faire, fournirait des ressources nouvelles.

Jusqu'ici on ne nous a fait connaître que des phylloxeras bien portants. Qu'on nous montre des phylloxeras malades ! Qu'on recherche à quelles causes ignorées sont dues ces disparitions subites des phylloxeras d'un point attaqué qu'on a si souvent remarquées ; jusqu'ici on n'a jamais étudié l'action des muscardines ou des champignons analogues, celle des vibrions ou des bactéridies sur le phylloxera. Le moment n'est-il pas venu de s'en occuper ?

D'autres questions se présentent quand on approfondit l'histoire du phylloxera. Que deviennent, dans les vignes du Midi méditerranéen, les œufs d'hiver qu'on n'y retrouve pas, tandis que dans le Bordelais, du côté de Libourne, on les observe avec facilité ?

Quelle différence y a-t-il entre les œufs d'hiver provenant d'un accouplement d'hiver et les œufs pondus par des femelles fécondées par parthénogénèse. Faut-il, comme le pense M. Lichtenstein, considérer les premiers comme des graines fécondées, les seconds comme des bourgeons ? Les produits provenant d'un œuf d'hiver fécondé ont-ils un terme dans leur reproduction et cette force parthénogénifique dont ils sont animés doit-elle s'éteindre spontanément ou bien sont-ils capables de bourgeonner sans limites ?

Enfin, la mécanique a-t-elle dit son dernier mot à l'égard des moyens de fournir aux vignes l'eau nécessaire à leur inondation ou celle qu'exige l'emploi des sulfocarbonates dissous ?

Autant de questions à résoudre.

La Société d'encouragement propose, en conséquence, trois prix de 3,000 francs chacun, qui seront décernés, en 1882 :

1° En faveur de celui qui aura fait connaître un ou plusieurs ennemis du phylloxera, appartenant au règne animal ou au règne végétal, et susceptible, comme lui, d'une reproduction à l'infini ;

2° En faveur de celui qui aura éclairé, par une étude attentive, la nature de l'œuf d'hiver et celle de l'œuf non fécondé et qui aura montré, par des expériences authentiques, s'il est vrai que les colonies provenant d'un œuf fécondé disparaissent spontanément et à quelle cause il convient d'attribuer cette disparition ;

3° En faveur de celui qui aura mis à la disposition de la viticulture les pompes et les moyens de transport de l'eau les plus efficaces, les plus maniables et les plus économiques dans leur établissement et dans leur emploi.

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 9 JUILLET 1880.

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.
			Grandes médailles.		
1881	. . . . .	..	Médaille de l'agriculture. . . . . à l'effigie de Thénard. . .	—	
1882	. . . . .	..	— des arts économiques. . . . — Ampère. . .	—	
1883	. . . . .	..	— du commerce. . . . . — Chaptal. . .	—	
1884	. . . . .	..	— des arts mécaniques. . . . . — Prony. . . .	—	
1885	. . . . .	..	— des arts chimiques. . . . — Lavoisier . .	—	
1886	. . . . .	..	— de l'architecture et des beaux-arts. . . . . — J. Goujon. .	—	
			Grands prix.		
1881	. . . . .	..	Prix de la classe 27 pour l'industrie cotonnière.	4,000	
	. . . . .	..	Prix de la classe 47 pour les ouvriers des arts chimiques. .	800	
1882	. . . . .	..	Prix de la classe 47 pour les ouvriers des arts chimiques. .	800	
1883	. . . . .	..	Prix de la Société.	12,000	
	. . . . .	..	Prix de la classe 47 pour les ouvriers des arts chimiques. .	800	
1884	. . . . .	..	Prix de la classe 47 pour les ouvriers des arts chimiques. .	800	
1885	. . . . .	..	Prix Elphège Baude (matériel du génie civil).	500	
	. . . . .	..	Prix de la classe 47 pour les ouvriers des arts chimiques. .	800	
1886	. . . . .	..	Prix du marquis d'Argenteuil.	12,000	
	. . . . .	..	Prix de la classe 47 pour les ouvriers des arts chimiques. .	800	
					33,300
			A reporter.	. . .	33,300

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.	. . .	33,300
			Prix spéciaux mis au concours par la Société.		
			ARTS MÉCANIQUES.		
1881	31 décembre 1880.	1	Perfectionnement de la machine à vapeur.	2,000	
		4	Peignage des fibres textiles courtes.	2,000	
1882	31 décembre 1881.	5	Instruments de topographie automatique.	3,000	
		6	Étude de la fabrication mécanique de l'horlogerie en Amérique.	1,000	
1883	31 décembre 1882.	2	Petit moteur pour atelier de famille.	1,000	
		3	Perfectionnement dans la filature du lin et du chanvre. . . .	2,000	
1884	31 décembre 1883.	7	Machine à tailler les fraises.	2,000	
1885	31 décembre 1884.	9	Transport à grande distance de la force motrice.	3,000	
1886	31 décembre 1884.	8	Utilisation de la force absorbée par les freins.	1,000	
					17,000
			ARTS CHIMIQUES.		
		2	Préparation économique et emploi de l'ozone.	2,000	
		3	Fixation de l'azote de l'air en produits chimiques utiles. . . .	2,000	
1881	31 décembre 1880.	14	Désinfection des caisses d'épuration du gaz.	2,000	
		16	Exploitation de l'iode dans les nitrates, phosphates et borates naturels.	1,000	
		19	Extraction du tannin de nouvelles matières premières.	2,000	
		1	Emploi industriel de l'eau oxygénée..	1,000	
		5	Nouvel emploi d'une matière minérale abondante.	1,000	
		6	Utilisation des résidus de fabriques.	1,000	
1882	31 décembre 1881.	8	Nouvel emploi des corps simples non métalliques.	1,000	
		15	Nouvelle source de borates ou leur remplacement dans la céramique.	1,500 1,000	
		18	Fabrication d'acide sulfurique fumant, en France	2,000 1,000	
		7	Application industrielle des nouveaux métaux.	1,000	
1883	31 décembre 1882.	9	Nouvel alliage utile aux arts	1,000	
		20	Production de chlore dans les fabriques de soude par l'ammoniaque.	2,000	
1884	31 décembre 1883.	12	Transformation chimique, donnant un produit naturel utile. .	4,000	
		17	Acier fondu amélioré par un alliage.	3,000	
1885	31 décembre 1884.	10	Fabrication artificielle du graphite pour crayons.	3,000	
		4	Acide sulfurique des pyrites exempt d'arsenic.	2,000	
1886	31 décembre 1885.	11	Fabrication du diamant noir	3,000	
		13	Production artificielle des corps gras et des cires.	4,000	41,500
			A reporter.	. . . .	91,800

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.		91,800
			ARTS ÉCONOMIQUES.		
1881	31 décembre 1880.	4	Désinfection permanente des fosses d'aisance.	2,000	
1882	31 décembre 1881.	1	Application de l'endosmose des liquides.	1,000	
		2	Application de l'endosmose des gaz.	1,000	
		3	Conservation des denrées alimentaires.	1,000	
1883	31 décembre 1882.	6	Petit appareil donnant de hautes températures.	1,000	
		8	Conservation sans germination des produits des récoltes. . . .	1,000	
1884	31 décembre 1883.	7	Application de l'analyse spectrale dans l'industrie.	1,000	
1885	31 décembre 1884.	5	Dessiccation rapide des bois pour l'ébénisterie.	1,000	
					9,000
			AGRICULTURE.		
1881	31 décembre 1880.	1	Étude d'une région agricole de la France.	1,000	
1882	31 décembre 1881.	7	Découverte d'ennemis naturels du phylloxera et moyens d'assurer sa destruction.	3,000 3,000 3,000	
1883	31 décembre 1882.	5	Analyses qualitative et quantitative des beurres sophistiqués par la margarine.	2,000 2,000	
1884	31 décembre 1883.	4	Semoir d'engrais pulvérulents	1,000	
		6	Transport à distance de la force à des machines agricoles. . .	3,000	
1885	31 décembre 1884.	2	Boisement des terrains pauvres par une essence utile peu employée.	1,000	
1886	31 décembre 1885.	3	Mise en valeur de terrains par les arbres fruitiers.	1,000	20,000
			TOTAL GÉNÉRAL.	. . .	120,800

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU PAR ANNÉE

DES

PRIX ET GRANDES MÉDAILLES A DÉCERNER

PAR LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

COMITÉS.	NUMÉROS D'ORDRE.	SUJETS DES PRIX.	VALEUR DES PRIX.	TOTAUX PAR ANNÉE.
			fr.	fr.
		En 1881.		
		Grande médaille de l'agriculture (effigie de Thénard).	—	
		Prix de la classe 27 (1867) pour l'industrie cotonnière.	4,000	
		Prix de la classe 47 (1878) pour les ouvriers des usines chimiques.	800	
		CONCOURS OUVERTS.		
Arts mécaniques.	1	Perfectionnement de la machine à vapeur.	2,000	
	4	Peignage des fibres textiles courtes.	2,000	
	2	Préparation économique et emploi de l'ozone.	2,000	
	3	Fixation de l'azote de l'air en produits chimiques utiles. . . .	2,000	
Arts chimiques.	14	Désinfection des caisses d'épuration du gaz.	2,000	
	16	Exploitation de l'iode des nitrates, phosphates et borates naturels.	1,000	
	19	Extraction du tannin tiré de nouvelles matières premières. .	2,000	
Arts économiques. . . .	4	Désinfection permanente des fosses d'aisances.	2,000	
Agriculture.	1	Étude d'une région agricole de la France.	1,000	
				20,800
		En 1882.		
		Grande médaille de physique et des arts économiques.	—	
		Prix de la classe 47 (1878) pour les ouvriers des usines chimiques.	800	
		A reporter.	800	20,800

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉS.	NUMÉROS D'ORDRE.	SUJETS DES PRIX.	VALEUR DES PRIX.	TOTAUX PAR ANNÉE.
			fr.	fr.
		Report.	800	20,800
		CONCOURS OUVERTS.		
Arts mécaniques. . . .	5	Instruments de topographie automatiques.	3,000	
	6	Étude sur la fabrication mécanique de l'horlogerie en Amérique.	1,000	
Arts chimiques. . . .	1	Emploi industriel de l'eau oxygénée.	1,000	
	5	Nouvel emploi d'une matière minérale abondante.	1,000	
	6	Utilisation des résidus de fabriques.	1,000	
	8	Nouvel emploi des corps simples non métalliques.	1,000	
	15	Nouvelle source de borates ou leur remplacement dans la céramique.	1,500 1,000	
	18	Fabrication d'acide sulfurique fumant, en France	2,000 1,000	
Arts économiques. . . .	1	Application industrielle de l'endosmose des liquides.	1,000	
	2	Application industrielle de l'endosmose des gaz.	1,000	
Agriculture.	7	Découverte des ennemis naturels du phylloxera et moyens de le détruire.	3,000 3,000 3,000	25,300
		En 1883.		
		Grande médaille du commerce (effigie de Chaptal).	—	
		Grand prix fondé par la Société.	12,000	
		Prix de la classe 47 (1878) pour les ouvriers des arts chimiques.	800	
		CONCOURS OUVERTS.		
Arts mécaniques. . . .	2	Petit moteur pour atelier de famille.	1,000	
	3	Perfectionnement dans la filature du lin et du chanvre. . . .	2,000	
Arts chimiques	7	Application industrielle des nouveaux métaux.	1,000	
	9	Nouvel alliage utile aux arts.	1,000	
	20	Production du chlore dans les fabriques de soude par l'ammoniaque.	2,000	
Arts économiques. . . .	3	Conservation des denrées alimentaires.	1,000	
	6	Petit appareil donnant de hautes températures.	1,000	
	8	Conservation sans germination des produits des récoltes. . . .	1,000	
Agriculture.	5	Analyses qualitative et quantitative des beurres sophistiqués par la margarine.	2,000 2,000	26,800
		En 1884.		
		Grande médaille des arts mécaniques (effigie de Prony). . .	—	
		Prix de la classe 47 (1878) pour les ouvriers des arts chimiques.	800	
		A reporter.	800	72,900

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉS.	NUMÉROS D'ORDRE.	SUJETS DES PRIX.	VALEUR DES PRIX.	TOTAUX PAR ANNÉE.
			fr.	fr.
		Report.	800	72,900
		CONCOURS OUVERTS.		
Arts mécaniques.	7	Machine à tailler les fraises.	2,000	
Arts chimiques.	12	Transformation chimique donnant un produit naturel utile. . .	4,000	
	17	Acier fondu amélioré par l'alliage.	3,000	
Arts économiques. . . .	7	Application industrielle de l'analyse spectrale.	1,000	
Agriculture.	4	Semoir d'engrais pulvérulents.	1,000	
	6	Transport à distance de la force à des machines agricoles. . .	3,000	14,800
		En 1885.		
		Grande médaille des arts chimiques (effigie de Lavoisier). . .	—	
		Prix Elphège Baude (matériel du génie civil).	500	
		Prix de la classe 47 (1878) pour les ouvriers des arts chimiques.	800	
		CONCOURS OUVERTS.		
Arts mécaniques.	9	Transport à grande distance de la force motrice.	3,000	
Arts chimiques.	4	Acide sulfurique des pyrites exempt d'arsenic.	2,000	
	10	Fabrication artificielle du graphite pour crayons.	3,000	
Arts économiques . . .	5	Dessiccation rapide des bois pour l'ébénisterie.	1,000	
Agriculture.	2	Boisement des terrains pauvres par une essence utile peu employée.	1,000	11,300
		En 1886.		
		Grande médaille de l'agriculture et des beaux-arts (effigie de Jean Goujon).	—	
		Grand prix du marquis d'Argenteuil.	12,000	
		Prix de la classe 47 (1878) pour les ouvriers des arts chimiques.	800	
		CONCOURS OUVERTS.		
Arts mécaniques.	8	Utilisation de la force absorbée par les freins.	1,000	
Arts chimiques.	11	Fabrication du diamant noir.	3,000	
	13	Production artificielle des corps gras et des cires.	4,000	
Agriculture.	3	Mise en valeur de terrains par les arbres fruitiers.	1,000	21,800
		TOTAL GÉNÉRAL.	. . .	120,800

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5. — 1880.
JULES TREMBLAY, GENDRE ET SUCCESSEUR.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1

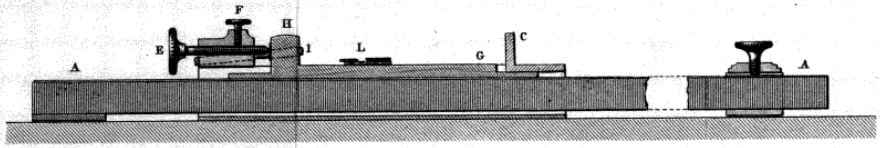


Fig. 2

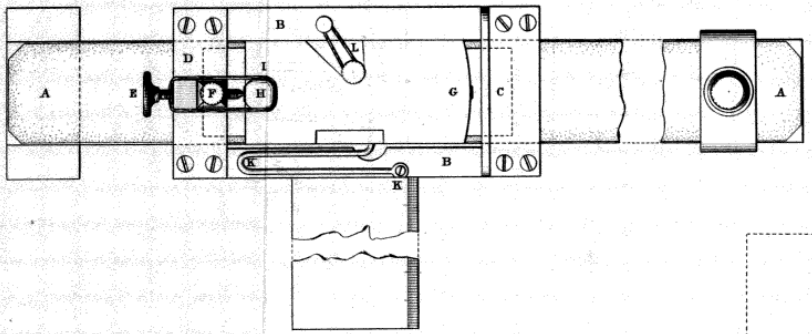


Fig. 3

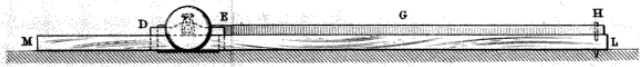


Fig. 4

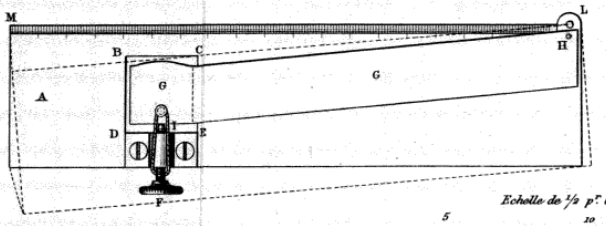


Fig. 5

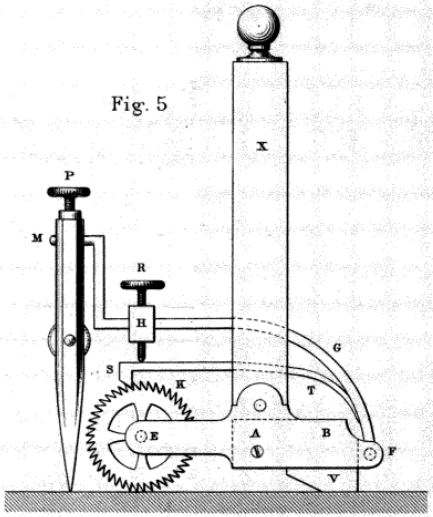


Fig. 6

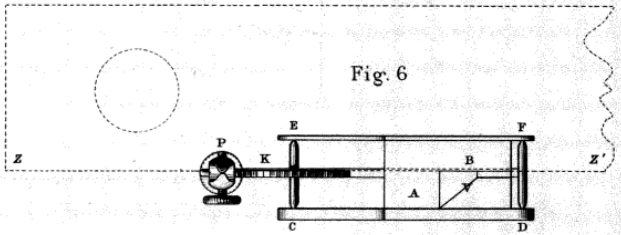
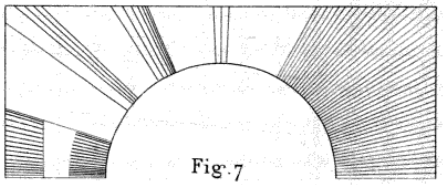
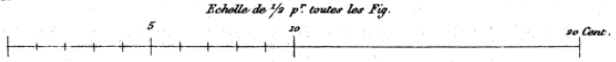


Fig. 7



Echelle de 1/2 pr. toutes les Fig.



Imp. R. Tanoux, Paris. *L. Chaumont et Bertrand sc.*

INSTRUMENTS DE DESSIN PAR Mr. AVRIL.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

79e année. Troisième série, tome VII. Décembre 1880.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION.

RAPPORT *fait par* M. DE LABOULAYE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur les* INSTRUMENTS DE DESSIN *présentés par* M. P. AVRIL, *rue d'Alembert*, 15, *à Paris*.

Personne n'ignore qu'une grande révolution s'accomplit en ce moment dans les arts graphiques : la gravure directe du dessin, transportée sur pierre lithographique ou sur zinc qui, usitée depuis longtemps, avait toutefois reçu dans ces dernières années des développements remarquables, a pris une importance bien plus grande depuis le développement de la photographie et la belle découverte due à M. Poitevin.

Le transport comme la réduction d'une gravure ou d'un dessin à l'aide de l'objectif de l'appareil du photographe, est devenu tout à fait commercial, et le chiffre des fabrications de ce genre effectuées dans les ateliers de la capitale, est déjà très-considérable.

Cela est dû à ce qu'au lieu de s'attacher à la reproduction des gravures existantes, comme l'avait fait avec succès depuis plusieurs années M. Armand Durand, on a demandé aux artistes des dessins nouveaux en tous genres qui ont été gravés directement par morsure à l'acide.

C'est ainsi qu'une revue importante : *La vie moderne*, se publie hebdomadairement, et on a pu y remarquer quelques croquis à la plume dus à des artistes distingués qui, mis directement en relief, ont conservé la touche du maître, bien plus complétement que s'ils avaient été interprétés par un graveur sur bois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La production de dessins pour héliogravure et, par suite, exécutés dans les conditions les plus convenables en raison de la nature du procédé, est devenue une profession qui exige des soins tout particuliers.

Le matériel convenable pour cette profession nouvelle faisait absolument défaut, et c'est par la nécessité qu'il en a ressentie en faisant ses travaux que M. Avril s'est trouvé amené à construire les utiles instruments qu'il a soumis à votre appréciation.

Le premier et le plus remarquable, est le Té pour tracer des lignes parallèles, qui remplace avec une grande simplicité la machine que Comté et Colas avaient combinée pour obtenir de semblables lignes sur des planches de cuivre.

Il consiste essentiellement en une règle de fer un peu pesante posée sur deux cales vers le haut de la planche à dessiner; sur cette barre glisse un petit cadre en bois portant la règle perpendiculaire à la barre; dans l'intérieur de ce cadre, se meut une petite planchette, tirée en arrière par un caoutchouc, arrivant à une certaine distance, du côté droit du cadre, distance réglée par une vis portée par le côté gauche.

Lors donc que l'on vient appuyer avec un doigt sur la planchette (garnie en dessous d'un verre émerisé comme le dessus de la barre de fer), il sera facile en poussant le cadre avec un autre doigt, de venir le faire porter contre l'autre extrémité de la planchette, de tracer la ligne au tire-ligne, puis, supprimant la pression sur la planchette, celle-ci reprendra sa place relative et primitive dans le cadre.

En répétant cette opération, on aura un nombre indéfini de lignes parallèles séparées par un intervalle égal à celui qu'a parcouru le cadre pour toucher l'extrémité de la planchette, c'est-à-dire parfaitement constant.

En faisant tourner la tête de la vis qui commande la planchette, on fera varier à volonté cet intervalle ; et, avec un peu d'habitude, en donnant de petits mouvements réguliers, on obtiendra facilement les dégradations nécessaires pour faire tourner le cylindre et une colonne.

On voit combien cet appareil est simple et commode, la main gauche suffisant à maintenir le Té et la main droite traçant avec l'aide du tire-ligne : il n'y a plus là les chariots et les vis, ni surtout le diamant de la machine à graver, qui d'ailleurs manœuvrerait difficilement un tire-ligne et ne s'appliquerait pas à une feuille de papier comme à une feuille de cuivre.

La seconde machine de M. Avril n'est autre que la première disposée pour donner les lignes rayonnantes, équidistantes autour d'un centre, pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tracer tous les rayons d'un cercle, et aussi pour dégrader à volonté des surfaces coniques; elle consiste en une réglette tournant autour d'un centre déterminé par une simple pointe, et dans l'intérieur de cette réglette se trouve un système à course fixe, d'une planchette, partant du centre de rotation équivalent à celui de la planchette décrite ci-dessus.

La troisième machine de M. Avril a pour objet de produire facilement des lignes pointillées, et de remplacer pour les dessinateurs les molettes dont se servent les graveurs : elle consiste en un petit charriot composé d'un patin portant une roue dentée que l'on conduit le long d'une règle à dessin, et d'une partie oscillante qui porte à son extrémité le tire-ligne; les dents de la roue, en rencontrant l'extrémité d'une pièce qui agit par l'intermédiaire d'une vis sur le porte tire-ligne, produisent l'interruption du trait en soulevant le tire-ligne à chaque passage. Les intervalles sont réglés à volonté par le plus ou moins grand enfoncement de la vis.

Nous n'avons pas besoin d'insister sur l'intérêt qui s'attache à la création d'un procédé propre à aider au développement d'un art nouveau, ou plutôt d'un nouveau moyen d'obtenir à meilleur marché un produit industriel de bonne qualité.

Le dessin à la plume, par sa netteté, convient tout particulièrement à un procédé d'impression qui, n'employant qu'une espèce de noir, ne saurait convenir à interpréter des demi-teintes obtenues autrement que par l'écartement des hachures.

Les dessinateurs pour l'héliogravure ont cherché divers procédés pour aider leur travail, on a pu remarquer, dans plusieurs de ces produits, des fonds pointillés qui ne donnent que des résultats assez imparfaits.

Un des procédés les plus curieux est celui qui consiste à produire une teinte noire sur une partie très-chargée du dessin, effectué sur un papier de blanc de zinc, et à dessiner en blanc, en quelque sorte, avec la pointe d'une aiguille, de manière à obtenir sur le dessin des effets tout à fait analogues à ceux de la gravure classique sur bois.

Nous avons parlé de ces procédés, uniquement pour montrer combien les recherches se multiplient dans une voie nouvelle, conduisant au développement d'une industrie artistique dont l'avenir est considérable ; et, par suite, combien offrent d'intérêt les instruments si simples et si pratiques que nous a soumis M. Avril.

Nous venons, en conséquence, vous demander de remercier M. Avril de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son intéressante communication, et d'insérer au *Bulletin* le présent Rapport, accompagné du dessin des instruments de son invention.

Signé : De Laboulaye, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 26 décembre 1879.

LÉGENDE RELATIVE AUX INSTRUMENTS DE DESSIN DE M. P. AVRIL, REPRÉSENTÉS PLANCHE 121.

Fig. 1 et 2. Élévation et plan de l'instrument à tracer des lignes parallèles et dégradées.

A, règle en fer un peu pesante, munie de deux cales garnies en dessous de verre émerisé ainsi que le dessus.

B, cadre en bois glissant sur la barre et portant tout le mécanisme du mouvement, ainsi que la règle perpendiculaire à la barre.

C D, pièces en cuivre réunissant les deux parties du cadre.

La pièce C est en équerre pour donner prise aux doigts.

E, vis traversant la pièce D et servant à régler l'écartement entre les hachures.

F, vis de sûreté fixant la position.

G, palette en bois, placée dans le cadre ; elle reçoit une petite borne H qu'un ressort en caoutchouc I tend à ramener constamment en contact avec la vis E.

K, ressort en acier dont l'action est de presser latéralement le cadre sur le côté de la règle en fer et verticalement, ce qui fait appuyer la tête de Té sur la planche à dessin.

L'intervalle qui existe entre la pièce C et la palette G est précisément l'écartement réglé par la vis E entre chaque ligne à tracer.

L, petit ressort en caoutchouc maintenant la palette G.

Fig. 3 et 4. Élévation et plan de la réglette pour tracer tous les rayons d'une cercle, ombrer circulairement et dégrader à volonté.

A, règle en bois, tournant autour d'un centre L.

B, C, D, E, ouverture pour l'emplacement de l'extrémité de la palette mobile G.

F, vis servant à régler la distance angulaire entre les rayons.

G, réglette mobile autour du petit pivot H. A son extrémité elle porte une partie plus épaisse que la règle, et vient se placer dans l'ouverture ménagée à cet effet.

I, caoutchouc maintenant en contact la partie G et la vis F.

H, pivot de rotation de la réglette.

L, centre autour duquel tourne la règle.

Traçant la première ligne, en suivant le biseau L M de la règle, appuyant le pouce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gauche en G, et, amenant la ligne B C sur l'épaulement de la réglette G, tracer la deuxième ligne, et ainsi de suite.

Fig. 5 et 6. Élévation et plan du petit chariot destiné à produire facilement le ligne pointillées. (La figure 6 est vue en dessous.)

A, B, patin se composant d'un petit morceau de bois muni d'une buttée V.

C, D, E, F, deux lames de cuivre vissées sur les côtés de A B. L'une est rigide et l'autre est flexible et fait ressort.

C, E, axe recevant la roue dentée K.

D, F, axe sur lequel est soudée la tige oscillante G H M. Son extrémité cylindrique porte le tire-ligne P, qui est percé d'un trou pour recevoir l'extrémité M de la tige que la vis P sert à fixer.

En H, la tige G est traversée par la vis R qui vient appuyer sur un ressort S T. C'est l'extrémité de ce ressort qui est soulevée au passage de chaque dent et donne la longueur de l'interruption du trait.

X, manche évidé pour le passage de la tige et du ressort.

Z, Z', règle le long de laquelle glisse le chariot avec une faible pression.

On voit que la même roue peut donner une grande variété de lignes.

Ainsi une roue dentée, à laquelle on a enlevé une dent sur trois, donne des lignes suivies de deux points, etc.

Fig. 7. Modèle de lignes dégradées, rayonnantes et circulaires.

BIOGRAPHIE.

NOTICE SUR LES DERNIERS TRAVAUX D'ADOLPHE BRONGNIART, PAR J. B. DUMAS.

Dès 1822, M. Adolphe Brongniart, préludant aux recherches qui n'ont jamais cessé de l'occuper, publiait un Mémoire sur la classification des végétaux fossiles. En 1875, peu de mois avant l'époque où il fut enlevé aux sciences, il mettait sous les yeux de l'Académie les résultats précieux et inattendus de ses observations sur les graines fossiles. Un large domaine, l'ancienne flore du globe, inexploré, pour ainsi dire, jusqu'à lui, avait pris sa place parmi les mieux connus et les plus dignes d'intérêt, par ce travail d'un demi-siècle, grâce à la puissance de la méthode mise dès ses débuts par M. Brongniart au service des études difficiles auxquelles il se vouait, méthode dont il n'a jamais cessé de faire usage et dont tous ses émules ont accepté l'emploi.

M. Ad. Brongniart était naturaliste de naissance et de tempérament; l'édu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cation avait développé et fortifié en lui cette direction de son esprit. Comment en aurait-il été autrement pour un jeune homme plein d'ardeur qui avait eu le rare bonheur de vivre dans un commerce familier avec Jussieu, Cuvier, Desfontaines, de Candolle, et qui trouvait plus près de lui, pour commenter leurs admirables leçons, le secours d'un père digne de rivaliser avec ces grands génies ? De nos jours, personne n'a possédé au même degré qu'Adolphe Brongniart ce sentiment juste et ce tact délicat de la méthode naturelle, dont il avait recueilli les fortes traditions à leur source et dont il demeurait le confident respectueux et le gardien fidèle.

C'est ainsi que, dès ses premiers pas dans l'étude des végétaux fossiles, loin de se laisser entraîner par des analogies superficielles ou par des ressemblances trompeuses, il repoussait toute pensée d'identification entre les espèces fossiles et les espèces vivantes. Les végétaux fossiles étaient des êtres qu'il entendait classer pour eux-mêmes et ranger en groupes naturels et définitifs s'il le pouvait, artificiels et provisoires s'il le fallait, en les envisageant pour leur propre compte, comme si les plantes vivantes n'existaient pas. Botaniste des époques antédiluviennes, il essayait d'en restituer la flore et le paysage, oubliant d'abord l'existence des plantes qui nous environnent et l'aspect des campagnes qu'elles embellissent.

De cette première considération découle une conséquence qui semble aujourd'hui si naturelle, qu'on a peine à se représenter les efforts qu'Adolphe Brongniart eut à accomplir pour la faire accepter. Personne n'ignore que les ossements fossiles rencontrés par le hasard des fouilles étaient considérés jadis comme les débris d'animaux connus, différant seulement par la taille de ceux qu'on observe aujourd'hui, des restes de géants par exemple. Il fallut un effort de génie et une longue et merveilleuse étude de l'anatomie comparée des animaux actuels pour permettre à Cuvier de caractériser ces fossiles comme représentant des espèces perdues.

Mais quelle différence entre les conditions faites par la nature des choses à l'anatomiste et au botaniste ! Les animaux nagent, volent, sautent, courent ou se meuvent avec lenteur ; leur squelette offre des organes préparés pour la locomotion dans l'eau, dans l'air, sur la terre ou sous sa surface ; la plante est immobile et nul organe de locomotion ne vient diversifier les végétaux entre eux. L'animal est herbivore, carnivore ou omnivore ; de là des variations dans la forme des dents ou des becs et dans la disposition des mâchoires ; de là encore des modifications dans le rôle des membres et de leurs extrémités, tantôt sabots, tantôt griffes : la plante puise dans le sol sa nour-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

riture par des racines qui, le plus souvent, se ressemblent ou à peu près, ayant toutes à remplir la même fonction.

L'étude des plantes vivantes avait concentré l'attention du botaniste sur la fleur et le fruit, c'est-à-dire sur les organes reproducteurs. Or, dans la plupart des plantes fossiles, on ne rencontrait ni fleurs ni fruits, mais seulement des tiges et des feuilles. Il fallait donc créer une nouvelle branche d'anatomie comparée des végétaux et découvrir dans les empreintes laissées par les insertions des feuilles et dans les dispositions variées des vaisseaux des tiges des moyens de comparaison que les fleurs et les graines absentes n'offraient pas au classificateur.

Mais ces moyens obtenus, lorsqu'on avait pu donner aux débris des végétaux fossiles leur véritable signification, il restait encore à faire accepter une conception nouvelle, à laquelle les esprits n'étaient pas préparés. A mesure que les travaux effectués dans les houillères ou dans les carrières avaient mis à nu des empreintes de plantes, on les avait volontiers rapprochées des palmiers, des cactus, des euphorbes. Il fallait écarter toutes ces illusions; il fallait découvrir que si le règne animal à ses débuts offre des formes simples, dont l'organisation s'élève et se complique à mesure qu'on traverse des terrains de plus en plus récents jusqu'à l'époque de l'apparition de l'homme sur la terre, il en est de même des plantes.

Combien d'obstacles, cependant? Il y a cinquante ans, qui aurait consenti à sacrifier une plante rare de nos serres pour fournir à un jeune savant l'occasion d'étudier la structure de sa tige? Où trouver alors des troncs rapportés des régions équatoriales et représentant ces fougères en arbres qui semblaient avoir constitué les dépôts transformés en houillères par l'action du temps? Pour les botanistes, la fleur et le fruit attiraient surtout leur attention et captivaient leur intérêt, et ces organes récoltés avec curiosité et rapportés de loin par tous les voyageurs, comme spécimens de plantes vivantes, étaient précisément ceux qui manquaient à la végétation fossile.

Marchant pas à pas, avec prudence mais avec fermeté, M. Ad. Brongniart répétant sans cesse ses démonstrations, on reconnut cependant avec lui que les espèces fossiles des anciens dépôts différaient absolument des espèces actuelles et que les formes végétales observées dans les terrains de ces époques reculées offraient une simplicité de structure qui les éloignait des formes affectées par les plantes vivantes les plus parfaites, dont la flore fossile des terrains récents se rapproche au contraire beaucoup. Il y avait donc symé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trie entre le progrès des espèces animales et la marche ascendante des espèces végétales.

Pour mettre ces résultats hors de doute, il fallait posséder au plus haut degré l'esprit de la méthode naturelle, avoir acquis cet instinct sûr qui discerne sous tous les déguisements le facies vrai des êtres de la nature, connaître toutes les nuances de la structure microscopique des tissus végétaux, enfin avoir fixé sur le terrain, avec une connaissance approfondie de la stratigraphie, le gisement des dépôts de plantes fossiles.

A l'âge de vingt-sept ans, M. Ad. Brongniart avait déjà parcouru cette brillante carrière scientifique; il avait dégagé quelques règles : les tissus des plantes fossiles sont formés des mêmes éléments anatomiques que ceux des plantes vivantes; leur mode de nutrition devait être le même; les procédés de reproduction ne semblaient pas offrir de différences essentielles; les espèces végétales fossiles différaient toutefois des espèces vivantes; dans l'ordre de leur apparition dans les couches du sol, les plus anciennes offrent une organisation moins complexe; chaque formation géologique, enfin, est caractérisée par une végétation spéciale et distincte. Le temps a confirmé ces découvertes et consacré, par une sanction définitive, les preuves de détail sur lesquelles ces grands principes étaient appuyés et qu'on trouve pour la plupart exposés déjà avec une autorité précoce mais incontestée, dans le *Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles,* publié en 1828.

On ne se rendrait pas compte de la valeur relative de ces résultats, si l'on ne se reportait par la pensée à l'époque où ils furent obtenus et si l'on ne faisait revivre le milieu dans lequel ils se manifestaient. Ad. Brongniart était contemporain d'Élie de Beaumont et d'Agassiz et, comme eux, entouré d'une affectueuse sympathie par Cuvier, de Humboldt et de Candolle. Dans trois directions différentes, tous les trois ont montré le sentiment profond de la nature, la patience de l'observateur et la hardiesse d'une imagination inventive qui sait ouvrir des routes nouvelles et s'arrêter à temps pour ne pas s'égarer dans leur parcours.

M. Ad. Brongniart n'avait que vingt-sept ans, il est vrai, lorsqu'il publiait le premier volume de son histoire des végétaux fossiles, mais déjà il avait visité la France et une grande partie de l'Europe; il avait lié des relations personnelles avec les naturalistes et les ingénieurs les plus éminents du monde civilisé, et il avait vu s'ouvrir devant lui toutes les collections publiques ou privées. Il pouvait dire qu'il avait manié tous les échantillons caractérisés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des plantes fossiles signalées et qu'il avait pris connaissance de toutes les études dont elles avaient été l'objet.

Cet empressement à le servir dans l'accomplissement du travail difficile auquel il s'était consacré, il ne faudrait pas l'attribuer, cependant, à la conviction de ses contemporains; ils étaient loin, je puis l'attester comme témoin, de soupçonner l'importance de ses travaux. Les botanistes dédaignaient des débris qui ne leur disaient rien; les géologues n'y apercevaient pas encore les signes caractéristiques des terrains et des formations; la philosophie naturelle n'avait pas compris à cette époque, éloignée de nous déjà, que la flore antique du globe cachait des mystères d'une importance égale au moins à ceux que la faune fossile venait de révéler par l'étude des grandes races perdues, car on n'avait pas fait en ce moment, comme aujourd'hui, la large part acquise à la conchyliologie fossile dans la détermination des terrains, et les services de M. Alexandre Brongniart n'avaient pas encore été estimés à leur valeur.

L'accueil fait à M. Ad. Brongniart partout où il se présentait pour étudier les plantes fossiles, la libéralité avec laquelle ses désirs étaient satisfaits, les communications empressées dont il était l'objet, il les devait à la solidité de son esprit, à l'étendue de ses connaissances, au charme de son commerce. Un jeune homme si sérieux, si instruit, porteur d'un nom si respecté, ne pouvait pas poursuivre des études chimériques; chacun voulait être agréable à un savant dont la physionomie ouverte attirait et dont l'inaltérable douceur retenait pour toujours.

C'est ainsi que toutes les illustrations scientifiques du temps s'empressèrent de contribuer à l'œuvre et demeurèrent unies à l'auteur par les liens d'une étroite confraternité.

A partir de cette époque, l'attention fut portée sur les plantes fossiles, jusque-là considérées comme d'informes ou même comme d'insignifiants débris. De toutes parts des explorations bien dirigées révélaient des richesses nouvelles; des restes jusqu'alors négligés étaient recueillis avec soin et soumis à une étude attentive. Ad. Brongniart, à qui les matériaux manquaient au début pour son histoire des végétaux fossiles, se trouva bientôt, au contraire, gêné par l'excès des richesses.

Peu à peu, des idées avec lesquelles il y avait à compter tendaient d'ailleurs à s'introduire dans la science. S'il était vrai que les terrains qui renferment les plantes fossiles les plus anciennes n'offraient aucune espèce identique avec les espèces vivantes, pouvait-on en dire autant des plantes recueil-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lies dans les terrains plus modernes ? N'existait-il pas des espèces qui, après avoir végété à la surface de la terre et laissé des traces de leur présence dans des couches du sol récentes, mais appartenant à des époques antérieures à l'apparition de l'homme, auraient continué à se développer pendant la période actuelle ?

Un autre problème se présentait. Tandis que Cuvier expliquait par des créations successives, interrompues par des révolutions, les changements qu'on observe dans la forme et la population des diverses couches du globe, de nouvelles vues à ce sujet s'introduisaient dans la science. Au lieu de ces créations successives et de ces révolutions intermittentes, la théorie de l'évolution cherchait à faire considérer l'apparition de la vie comme ayant eu lieu à l'origine sous une forme rudimentaire et comme ayant donné naissance, par un développement lent et par des transformations continues, à des êtres de plus en plus perfectionnés. Si le règne animal s'était constitué par évolution, ne devait-il pas en être de même, à plus forte raison, du règne végétal ?

Il fallait renoncer, dès lors, à l'idée de la permanence des espèces et admettre l'existence de productions transitoires servant de passage d'une forme simple à une forme plus complexe et tenant le milieu entre les deux.

Comment naît et comment finit une espèce ? Telle était la première question. Comment on passe par degrés sensibles d'une espèce à une autre ? Telle était la seconde.

M. Ad. Brongniart ne se croyait pas assez éclairé pour répondre, soit à l'une, soit à l'autre de ces questions. Dans sa jeunesse, il avait connu Lamarck et Oken ; il avait suivi les leçons de l'auteur de la philosophie anatomique, Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, et il n'avait jamais accepté comme article de foi scientifique l'existence de la matière première de la vie, l'*Urchsleim*, non plus que l'existence d'un plan unique pour toutes les espèces du règne animal. Jusques à la fin de sa vie, nous l'avons vu convaincu qu'on n'avait jamais découvert une forme incontestable de passage d'une espèce vraie à une autre espèce vraie. La permanence des espèces lui paraissait indubitable dans le monde actuel et dans les époques géologiques du passé. Il avait vu, en passant d'une formation à l'autre, des espèces se montrer, d'autres disparaître ; jamais il n'avait vu une espèce se déformer pour revêtir des caractères nouveaux, non plus qu'une espèce naissante revêtir peu à peu, par changements successifs, les caractères définitifs d'un type plus avancé et plus parfait.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Les espèces paraissent, disait-il, à leur début, si tant est qu'on assiste à ce début, telles qu'elles resteront jusqu'au moment où elles disparaissent ; et, quand elles sont rayées du catalogue des vivants, elles ne laissent après elles aucune descendance. »

Les prototypes de formation, réunissant des caractères disparates destinés, en se disjoignant, à produire des êtres n'ayant plus rien de commun entre eux, quoique issus d'une même origine, ne l'avaient point séduit. Il n'y croyait pas, s'appuyant d'ailleurs sur un seul argument : il n'en avait jamais rencontré, il n'en avait jamais vu. « Ce serait cependant étrange, ajoutait-il, qu'après avoir visité toutes les collections de plantes fossiles et manié toutes les espèces connues, un vieux praticien comme moi, n'ait pu rencontrer ou voir aucun de ces merveilleux prototypes qu'on suppose, offrant des associations anomales ou même monstrueuses. »

La transmutation des espèces, l'évolution des espèces sont des doctrines qui n'avaient jamais trouvé son esprit disposé à les accepter, et la permanence des espèces constituait à ses yeux, non un dogme de foi transmis par les ancêtres et légué par la tradition, mais une loi déduite de l'observation et confirmée par les études pratiques de toute sa vie.

Il est digne de remarque, en effet, que l'enthousiasme et la confiance qu'inspirent des découvertes telles que celles du *Bathybius* et même du *Proto-Bathybius* sont en raison inverse de l'étendue des connaissances précises de ceux qui parlent de ces étranges nouveautés. Les vrais naturalistes en font peu de cas ; les chimistes se permettent d'en sourire, tandis que les gens du monde, dont la science de seconde main a été puisée dans quelques leçons suivies à la hâte ou dans quelques livres de rhétorique scientifique, n'hésitent pas à prononcer que le secret de l'organisation et le mystère de la vie sont là et qu'on les a saisis à l'origine même de leur intervention sur la terre.

Est-ce à dire que Ad. Brongniart fût convaincu qu'il n'y avait plus rien à découvrir sur ces sujets, voilés par un doute dont l'homme ne se délivrera peut-être jamais ? Non, assurément. Mais il considérait l'expérience actuelle comme insuffisante pour lui permettre de se prononcer, et il regardait comme dangereuses des opinions dont le premier et le plus clair résultat consiste à dégoûter la jeunesse de l'étude précise des faits, qu'elles conduisent à considérer comme inutile et vaine. A quoi bon s'occuper, en effet, de ces formes de transition, qui n'ont qu'un temps, et le mieux n'est-il pas de poursuivre la découverte de vérités et de lois qu'on appelle immuables pour ne pas dire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

éternelles? Ce sont des illusions auxquelles M. Ad. Brongniart ne s'est jamais abandonné, demeurant fidèle, comme botaniste, à la conception de la nature dont il avait puisé les principes à l'école de Cuvier et à celle de son père Alexandre Brongniart, et dont Agassiz lui-même ne s'est point écarté, comme zoologiste.

Les membres de l'ancien conseil de l'instruction publique et ceux de l'inspection générale de l'Université n'ont point oublié les exposés lucides et d'un sens si droit, que M. Ad. Brongniart leur faisait entendre toutes les fois que les programmes de l'enseignement des sciences naturelles étaient en cause. Les traditions de l'école française revivaient tout entières en lui, et soit qu'il y eût lieu de s'opposer à l'invasion du darwinisme, soit qu'il parût nécessaire de faire prévaloir l'esprit pratique sur les tendances à l'abstraction exagérée, dangereuse importation de l'étranger, on était sûr d'entendre sa parole convaincue entraînant les suffrages et maintenant dans toute leur autorité les principes qu'il avait reçus directement des plus grands maîtres de la science de notre pays.

S'il existait parmi les élèves du Muséum d'histoire naturelle des usages et une solidarité analogues à ceux qu'on observe à l'École normale supérieure et à laquelle on doit la publication des cours de M. Verdet, par exemple, on n'aurait pas à regretter la perte des leçons si belles, si nourries et si complètes, relatives à l'histoire des plantes fossiles, que M. Ad. Brongniart a faites pendant les années 1853, 1855, 1859, 1862, 1865, 1868, 1869, et dans lesquelles, variant son point de vue, il traitait tantôt de la botanique géologique, tantôt des espèces fossiles proprement dites, tantôt de la comparaison approfondie des caractères de ces espèces avec ceux de leurs congénères parmi les plantes vivantes.

N'est-ce pas dans ces sages et savantes leçons qu'il posait les questions suivantes : « Les diverses classes du règne végétal ont-elles existé de tout temps ou bien ont-elles, au contraire, apparu successivement? Les familles actuelles elles-mêmes ont-elles apparu simultanément ou bien ont-elles pris naissance à des époques différentes? » Et quand il répondait : « Nous l'ignorons ! » devant cette ignorance modeste de l'homme qui avait créé la science des végétaux fossiles, comment n'être pas surpris de la facilité avec laquelle les moins autorisés tranchent aujourd'hui ces redoutables problèmes, pleins d'assurance et sans hésitation !

Le caractère de l'enseignement de M. Ad. Brongniart avait pour base la plus stricte probité scientifique, et, comme il savait mieux que personne dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couvrir, dans ces thèses où la science de la nature se met au service des passions, à quel moment précis l'auteur abandonne le rôle de savant pour prendre celui de rhéteur, il se gardait avec soin de tout entraînement. Il n'a jamais prononcé un mot dont il ne fût sûr, émis une opinion dont il ne fût en état de fournir la preuve. Il avait pour système d'exposer devant ses auditeurs les données certaines de l'observation et de l'expérience, enchaînées de manière à former un ensemble étroitement lié, et de les laisser, pour ainsi dire, maîtres de la conclusion.

Jamais dans cet enseignement éloigné de tout charlatanisme on n'entendait formuler comme axiomes ou lois de la nature des opinions personnelles destinées à étonner ou à passionner aux dépens de la certitude, sinon de la vérité, des auditeurs inexpérimentés et confiants. Donner des probabilités, glisser des possibilités comme autant de propositions démontrées, c'est un jeu fort à la mode à présent, dans lequel la vanité du professeur peut se complaire, mais dans lequel l'élève puise le germe de la défiance pour une science qu'il prend bientôt en défaut; dont il ne tarde pas à reconnaître l'impuissance, s'il a l'esprit juste; à laquelle il accorde, non sans dommage, une foi poussée jusqu'à l'absurde, s'il a l'esprit faux.

Les progrès immenses accomplis depuis deux siècles dans l'étude de la nature reposent sur deux principes : observation exacte des faits; interprétation étroite de ces mêmes faits et vérification de cette interprétation par la méthode de l'observation ou de l'expérience. M. Ad. Brongniart a montré souvent devant ses confrères, à l'Académie, qu'il était doué de cette imagination puissante qui découvre les voies nouvelles et de cette faculté créatrice qui fait revivre le passé dans un tableau harmonieux et fidèle. Mais, devant ses élèves, comme professeur, il ne se permettait jamais de telles excursions dans le domaine de la poésie scientifique.

Gardant les vues nouvelles pour le laboratoire, où elles étaient soumises à la discussion la plus sévère, il réservait les tableaux de la nature pour ces solennités académiques où ils trouvaient auprès des lettrés un accueil sympathique et où les gens du monde en recevaient cette impression favorable qui dispose à se rapprocher des sciences. Dans ses cours, M. Ad. Brongniart, plus sévère, se considérant comme chargé d'un sacerdoce, restait avec une honnête fidélité dans les limites des vérités démontrées et rejetait loin de lui les hypothèses, les témérités, les romans.

« Comme on se sent disposé à la circonspection, disait-il, quand on voit les plus grands naturalistes demeurer fidèles à l'immutabilité de l'espèce,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appuyés sur les preuves fournies par l'ensemble de la vie actuelle sur le globe et par les traditions les plus sûres de l'histoire, tandis que ceux qui professent l'opinion contraire n'ont à produire à son profit que des faits équivoques, rares, mal établis et souvent interprétés avec une évidente partialité ! N'oublions pas que, lorsqu'il s'agit des grandes lois de la nature, l'esprit des hommes illustres qui en ont longtemps étudié les mystères s'est formé un instinct qui les conduit à deviner la vérité bien avant qu'elle soit dévoilée. Lorsque Linné, convaincu que la reproduction des plantes s'opérait par voie de fécondation par le concours des deux sexes, divisait le règne végétal en deux grandes sections provisoires : les Phanérogames et les Cryptogames, il était bien mieux inspiré que ceux qui, tranchant la question en sens inverse, décidaient que ces derniers végétaux n'avaient pas besoin d'organes sexuels pour se reproduire et devaient prendre le nom d'Agames. » On sait aujourd'hui lequel avait raison ou de l'instinct large et supérieur de Linné, ou de la vue étroite et bornée de ses critiques.

N'en est-il pas de même à l'égard de la génération spontanée ? La maxime *omne vivum ex ovo*, soutenue d'après l'expérience universelle par les plus éminents esprits, combattue par les partisans de certaines hypothèses ou vues philosophiques, n'a-t-elle pas étendu peu à peu ses démonstrations jusqu'aux dernières limites du monde visible et des dépouilles des terrains connus? La génération spontanée n'est-elle pas forcée, pour trouver le champ dans lequel sa puissance s'exercerait encore ou aurait pu se produire jadis, de le placer dans les infiniment petits que le microscope lui-même ne perçoit pas ou de remonter à ces époques reculées qui n'ont pas laissé de vestiges organiques appréciables et qui nous ramènent au delà des premiers dépôts de fossiles sur la terre ? Poursuivis d'une étape à l'autre et toujours vaincus, les partisans de la génération spontanée, fuyant sans cesse devant des démonstrations sans réplique, et repoussés hors des limites du monde réel, ne trouvent de retraite que dans un monde imaginaire, tandis que les défenseurs de la vieille doctrine restent maîtres absolus du terrain accessible à l'observation.

La question de la permanence des espèces était, pour M. Ad. Brongniart, un phénomène du même ordre. Prêt à convenir que l'idée large de l'espèce, telle que la comprenait Linné, avait été profondément altérée par certains botanistes qui multiplient les espèces à outrance, aussi bien que par ceux qui confondraient volontiers espèces, genres, familles, etc., en un seul type, toutes les études de sa vie l'avaient maintenu dans cette double convic-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion : qu'il y a des espèces définies et que ces espèces sont permanentes.

On a tout lieu de croire, quoi qu'on en dise, que les travaux les mieux conduits n'ont fait que confirmer ces deux opinions et qu'il n'y a rien dans l'étude des plantes vivantes ou dans celle des végétaux fossiles qui soit venu démontrer l'existence d'espèces en voie de transformation ou celle de prototypes disparus ayant laissé en se dédoublant des descendants hétéromorphes remontant à une origine commune.

L'ouvrage que M. Bureau, professeur au Muséum et le collaborateur dévoué de M. Ad. Brongniart, publie en ce moment, sous le titre d'*éléments de botanique fossile*, où sont conservées les traditions de son enseignement, en gardera la trace précieuse.

Les derniers mémoires de M. Ad. Brongniart avaient trait à l'étude des graines fossiles silicifiées des terrains d'Autun et de Saint-Étienne. Son attention avait été particulièrement appelée sur ces fossiles remarquables par M. Renault et par M. Grand'Eury, dont il avait encouragé les recherches avec la plus vive sollicitude et dont il avait, en toute occasion, proclamé les découvertes comme dignes du plus haut intérêt. Devenus des collaborateurs pleins d'ardeur pendant sa vie et demeurés, depuis que les sciences l'ont perdu, les héritiers de sa pensée et les continuateurs de son œuvre, MM. Renault et Grand'Eury n'ont pas cessé d'en poursuivre l'exécution, et c'est en eux que se personnifie la paléontologie végétale comprise à la manière de l'école fondée par M. Ad. Brongniart. Le culte dont ils entourent sa mémoire donne la certitude que le plan qu'il poursuivait recevra sa complète exécution, et que les graines fossiles dont il n'avait pas terminé l'analyse et la détermination, aussi bien que celles dont la découverte se continue chaque jour, seront l'objet de travaux complets, sous le double rapport de la géologie et de l'organographie, faisant connaître la place exacte de leur gisement et le rang qui appartient dans la classification naturelle aux végétaux qui les ont fournies.

L'Académie des sciences et les deux fils de notre illustre confrère, M. Édouard Brongniart, inspecteur des écoles de dessin de la ville de Paris, et M. le docteur Jules Brongniart, ont voulu que tout ce que M. Ad. Brongniart avait terminé avant sa mort fût l'objet d'une publication spéciale, dont les planches avaient été exécutées sous ses yeux et décrites par lui, et dont le texte avait été communiqué en partie à l'Académie des sciences.

On aime à reconnaître le dévouement de l'habile dessinateur auquel a été confiée l'exécution des admirables planches qui donnent tant de prix à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette publication; il a pris la peine d'expliquer lui-même dans la lettre suivante les motifs qui l'attachaient à M. Ad. Brongniart :

« En mémoire de M. Brongniart, cet homme que j'ai eu le bonheur de rencontrer dans ma vie, que j'ai vénéré autant que je l'ai aimé, et que chaque jour j'ai lieu de regretter davantage, j'ai mis dans l'exécution des planches de son dernier ouvrage tous les soins dont j'étais capable. »

C'est ainsi que les meilleurs témoins de sa vie scientifique, MM. Renault, Grand'Eury, Cuisin, ses collaborateurs à des titres divers, prenant à tâche d'honorer son souvenir et d'entourer ses travaux de leur sollicitude, montrent par leur dévouement tout ce que son savoir, sa pénétration, son immense expérience et sa bonté leur avaient inspiré de respect et d'affection.

Je me fais l'interprète des sentiments de l'Académie des sciences et de ceux de la famille de M. Ad. Brongniart, en les remerciant pour le concours qu'ils ont prêté à cette publication, dernier hommage rendu à sa mémoire.

NÉCROLOGIE.

La Société d'encouragement vient d'éprouver en très-peu de temps de nombreuses et cruelles pertes. La mort lui a enlevé successivement trois membres de son Conseil d'administration, M. Paliard, du comité des arts économiques; M. Moll, du comité d'agriculture; M. Personne, du comité des arts chimiques et l'un de ses plus anciens membres, M. Émile Chasles, de l'Académie des sciences.

Nous reproduisons les discours qui ont été prononcés sur leurs tombes.

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. BARRAL, AUX FUNÉRAILLES DE M. MOLL, AU NOM DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE D'AGRICULTURE.

Messieurs, la mort, a dit Sénèque, est une loi sévère. Combien est dure cette vérité ! Notre Compagnie l'éprouve cruellement, car, dans le cours de moins d'une année, elle vient d'être inexorablement décimée. Bourgeois, Léonce de Lavergne, le général Morin, Nadault de Buffon, Victor Borie sont, en quelques mois, descendus dans la tombe, et voici que Louis Moll nous quitte à son tour et tout d'un coup. Il a disparu alors que nous nous réjouissions de le revoir venir prendre place parmi nous, à la rentrée des vacances, au retour des champs où nous espérions qu'il avait été prendre de nouvelles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forces pour continuer cette vie de lutte qui fut toujours la sienne, lutte pour le progrès agricole et le triomphe du bien qu'il poursuivait avec passion. C'est un hommage que lui rendent tous les compagnons de ses longs travaux.

Né à Wissembourg, le 22 novembre 1809, Louis Moll a passé la plus grande partie de son enfance, puis de sa jeunesse, au milieu des populations rurales de l'Alsace et de la Lorraine ; il y avait, dès ses premiers pas dans le monde, appris l'amour de la culture du sol ; cet amour grandit en lui sous Mathieu de Dombasle dont il fut, à Roville, successivement l'élève et le collaborateur.

A l'âge de vingt ans, il était déjà professeur. Dès 1831, il publiait le récit animé de ses premières observations agricoles ; c'était d'un voyage dans les Vosges qu'il rendait compte, dans ce style clair, chaleureux, souvent charmant, qui depuis a toujours caractérisé ses écrits. Il quitta alors l'enseignement agricole de Roville pour devenir cultivateur à ses risques et périls. Mais il était dans sa destinée d'enseigner. Il lui a été donné d'appartenir à la première école d'agriculture établie en France, et à la dernière qui y ait été créée ; s'il a vu périr Roville, il a eu la satisfaction de laisser en pleine prospérité l'Institut national agronomique. Dès 1835, il faisait œuvre d'enseignement général, d'une grande portée pour l'époque, dans une forme modeste, en publiant, sous les auspices de la Société d'agriculture de Nancy et du Conseil général du département de la Meurthe, un traité élémentaire de la science agricole pour les écoles rurales du nord-est de la France.

Nous avons relu les leçons qu'il a ainsi composées, il y aura bientôt un demi-siècle ; son âme s'y trouve tout entière. « Pour réussir, disait-il alors, le cultivateur doit posséder la moralité qui est la première base de succès dans toute entreprise. S'il est religieux, probe, laborieux, rangé, bon, serviable envers tout le monde, ceux qui l'entourent l'imiteront ; il n'aura que de bons voisins et de bons serviteurs. Il doit être avec ses domestiques et ses ouvriers, comme un père avec ses enfants ; passer sur les fautes involontaires ou provenant d'étourderie, d'ignorance ou de maladresse ; mais être inexorable pour toutes celles qui montrent de la corruption ou qui partent d'un mauvais cœur, comme les mauvais traitements envers les animaux. Dans les gens, il doit considérer beaucoup plus la moralité que l'habileté. » Ces paroles le peignent. On peut dire qu'il a toujours prêché d'exemple.

Appelé à occuper, dès l'âge de vingt-huit ans, au Conservatoire des arts et métiers, comme vous l'a dit notre confrère, M. Hervé Mangon, qui au-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jourd'hui a la bonne fortune de diriger ce grand établissement national, la première chaire d'agriculture du monde, M. Moll ne tarda pas à être élu membre de la Société nationale d'agriculture. Il entra dans notre Compagnie en 1843; il y a fait partie de la Section d'économie, de statistique et de législation agricoles. Il revenait de faire un voyage en Algérie; quelque temps après, il publia, sur la colonisation et l'agriculture de nos possessions en Afrique, un livre plein de vues remarquables et de conseils excellents dont heureusement beaucoup ont été suivis.

Les nombreux rapports, les communications incessantes de M. Moll sur les sujets les plus variés, la part considérable qu'il prenait à toutes nos délibérations, sont présents à vos esprits. En évoquer le souvenir, c'est aviver nos regrets et notre douleur; car nous aimions à l'entendre et à suivre ses conseils si pleins de sagesse et de bienveillance, lors même que nous n'adoptions pas ses opinions.

En 1865, ses confrères l'élevèrent à la présidence de notre Compagnie. Le discours qu'il prononça à ce titre dans notre séance solennelle annuelle est un modèle. Nous sortions d'une longue discussion sur la question douanière; il avait voté contre la solution libérale qui fut adoptée. Eh bien! il n'hésita pas à dire, du haut du fauteuil de la présidence : « Quoique j'aie été du petit nombre des opposants, mon devoir est aujourd'hui de maintenir haut et ferme le drapeau que notre Compagnie a adopté. Au fond, d'ailleurs, j'étais d'accord avec la majorité; je n'en différais que sur l'opportunité. Je reconnais que je m'étais trompé. » Et il ajoutait cette phrase, bien digne d'être méditée : « Tandis qu'autrefois une récolte médiocre et même mauvaise était presque toujours plus avantageuse pour le cultivateur qu'une bonne récolte, par la raison toute simple qu'un déficit d'un dixième dans le produit élevait souvent le prix de moitié en sus, aujourd'hui la pleine récolte seule peut nous donner du bénéfice. » C'était battre la charge pour exciter les agriculteurs à monter à l'assaut du progrès. Mais, en même temps, M. Moll demandait avec instance que l'agriculture fût mieux armée et débarrassée des charges et des entraves qui, trop souvent, empêchent ses mouvements.

Notre confrère fut toujours en marche, sans trève ni merci. Heureux ou malheureux, plus souvent malheureux, il ne se découragea jamais. Parmi ses titres à l'estime publique, il faut rappeler ses efforts pour faire adopter l'emploi des engrais liquides; il se mit lui-même à l'œuvre afin de donner

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'exemple ; si le succès n'est pas encore complet, M. Moll a préparé les voies à une bonne solution d'un problème difficile.

A la Société d'encouragement pour l'industrie nationale où il fut appelé à faire partie du Conseil d'administration dès 1846, il ne se montra pas moins laborieux et utile qu'à la Société d'agriculture. De très-nombreux et excellents rapports l'attestent hautement.

La publication de l'*Encyclopédie pratique de l'agriculteur*, qu'il a faite en collaboration avec notre confrère, M. Gayot, a été aussi une œuvre de labeur intrépide.

Il avait donc légitimement conquis la grande autorité qui s'attachait à tous ses écrits, tant en France qu'à l'étranger. Son dévouement désintéressé à la chose publique, à la patrie, à l'agriculture, restera dans la mémoire de tous ; c'est le glorieux héritage de sa famille.

Nous disons donc, au bord de cette tombe, un dernier adieu à un véritable ami du bien, à un cœur chaud, généreux, qui mérite d'être pleuré.

DISCOURS PRONONCÉ AUX OBSÈQUES DE M. J. PERSONNE, PAR M. JUNGFLEISCH.

Messieurs, l'École supérieure de Pharmacie m'a créé le douloureux devoir de venir exprimer ici, en son nom, les regrets cruels que lui cause la perte qu'elle vient de faire. Ce devoir, je vais essayer de l'accomplir, mais la place que Personne occupait parmi nous était trop considérable, les services qu'il rendait à notre enseignement trop appréciés, pour que le malheur qui nous frappe ne soit pas ressenti avec plus de vivacité que je ne saurais le dire.

Depuis plus de quarante années en effet, Personne n'a pas cessé d'appartenir à l'École de Pharmacie. Il y avait conquis peu à peu une situation si parfaitement appropriée à ses qualités personnelles et à son caractère ; il y avait acquis, par sa longue pratique du laboratoire, une telle autorité dans un rôle qui ne saurait s'improviser, que le fardeau abandonné par lui sera bien lourd pour d'autres épaules.

L'existence de l'homme excellent auquel nous venons adresser ici un dernier adieu, est de celles qui peuvent être résumées en quelques mots. La vie de Personne a été faite tout entière de travail opiniâtre et de modestie. Notre collègue était, en effet, comme on dit quelquefois, fils de ses œuvres. Ce qu'il était devenu, il ne le devait qu'à lui-même.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le père de M. Personne exerçait, dans un bourg de la Côte-d'Or, une petite industrie : il avait construit un four à chaux qu'il conduisait lui-même. S'étant aventuré un jour sur la partie supérieure de la masse calcaire, celle-ci s'effondra, engloutissant, avec le père, tout le présent et tout l'avenir de la jeune famille. L'aîné des trois orphelins que laissait le pauvre chaufournier est celui que l'Académie de médecine, le Conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Seine, la Société chimique, la Société d'Encouragement, le corps des Pharmaciens des hôpitaux de Paris et de nombreux savants ont voulu accompagner ici : c'est celui auquel ils viennent payer avec nous un juste tribut d'hommages et de regrets.

Ce rapprochement suffit, je pense, pour montrer ce qu'il a fallu d'énergie, de labeur, de volonté, et j'ajoute d'honorabilité, pour parcourir le chemin qui sépare une telle fin d'un aussi modeste point de départ.

Devenu chef de famille, à un âge où l'on comprend peu d'ordinaire les austères devoirs de cette situation, Personne prit à cœur le rôle qui lui était échu, et ne le quitta plus jusqu'à son dernier jour. Très jeune encore, il dut assumer sa part des charges de la famille, et, un peu par hasard, beaucoup par nécessité, il entra dans l'officine du petit pays qu'il habitait. Ce fait devait décider de son existence tout entière. C'est là, en effet, que, comme tant d'autres qui ont appris aux savants à honorer leurs noms en même temps que leurs découvertes, il a puisé à la fois le goût de la science et l'habitude du travail.

Son stage terminé, il vint à Paris afin d'y conquérir le diplôme de pharmacien. Des difficultés l'y attendaient ; difficultés insurmontables pour d'autres moins bien trempés que lui. Tout d'abord, sans ressources d'aucune sorte, il lui fallut reprendre, par la base, une instruction que les circonstances avaient rendu tout à fait insuffisante. La nécessité lui fut bonne conseillère. Il donna des leçons, fit des conférences à ses condisciples, à peine plus riches que lui, mais plus pauvres de volonté, et en s'efforçant d'instruire les autres, il s'instruisit lui-même.

Un tel effort ne devait pas rester inutile. Interne en pharmacie des hôpitaux de Paris, et lauréat de l'École de pharmacie en 1839, il devenait, quatre ans après, préparateur des cours à la même Ecole, et en 1843, il était nommé, au concours, pharmacien des hôpitaux.

Le plus difficile, peut-être, était fait. C'est à partir de cette époque que M. Personne put consacrer aux recherches de laboratoire le temps que son service d'hôpital et la préparation des cours n'absorbaient pas. C'est quel-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ques années après qu'il se constitua, par une union heureuse, cette famille dont nous ne pouvons aujourd'hui que partager la douleur, et qui fut, dès lors, la consolation en même temps que la préoccupation constante de sa vie.

Il ne me semble pas possible de parler ici, comme il conviendra de le faire ailleurs, des travaux scientifiques de M. Personne. Les réunir, et contribuer à les faire apprécier, ce sont là des devoirs auxquels on ne se soustraira pas. Mais dans la douloureuse circonstance où nous sommes, je veux me borner à rappeler qu'à côté d'une série considérable de mémoires des plus intéressants, et spécialement appliqués à des sujets de pratique pharmaceutique, Personne a publié de nombreux travaux de chimie pure et de chimie physiologique. Je citerai seulement : des recherches sur les oxydes du manganèse, sur le lupulin, sur le chanvre indien, sur l'application du phosphore rouge à la préparation des hydracides et des éthers, application qui est utilisée aujourd'hui par l'industrie ; des expériences fort intéressantes sur la recherche du mercure dans le lait et, en toxicologie, sur l'iodure d'amidon, sur le chloroforme et son altération, sur l'emploi de l'essence de térébenthine comme antidote du phosphore, travail qui, en présence des si nombreux empoisonnements que cause le phosphore, peut être considéré comme un véritable service rendu à l'humanité. Enfin, pour abréger, je ne citerai plus qu'une longue série de recherches relatives à l'hydrate de choral, recherches dont l'intérêt théorique ne le cède en rien à l'importance des applications ; ce travail mérita à notre collègue le prix Barbier, que lui décerna l'Académie des sciences.

Il faut bien l'avouer, la reconnaissance de tous ne vint pas trouver le modeste savant que nous regrettons, aussi vite que ses mérites auraient pu le lui faire espérer. Pendant longtemps, il eut à ressentir les conséquences de ses commencements difficiles, et c'est à un âge où l'on récolte d'habitude, qu'il dut semer encore.

C'est en 1868, seulement, que lui vint la première récompense digne d'un pareil labeur. Il fut nommé chef des travaux chimiques et pharmaceutiques à l'École de pharmacie. Cette époque semble avoir été pour lui le point de départ des années meilleures. Peu de temps après, l'Académie de médecine, appréciant à sa juste valeur ce travailleur infatigable, appelait Personne dans son sein, et mettait ainsi en évidence celui qu'une modestie trop grande avait, autant que les circonstances, maintenu dans l'ombre.

Presque en même temps, il était appelé à faire partie du Conseil de salubrité. Enfin, un cours d'analyse chimique ayant été créé à l'École, notre regretté collègue en fut chargé : ce choix avait été ratifié longtemps à l'avance

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par l'opinion générale. La transformation de ce cours en une chaire a été, hélas ! le rêve de ses derniers jours. Après qu'il eut gagné tout le monde à sa cause, qui est aussi la nôtre, la mort cruelle ne lui donna pas le temps de la voir triompher, et il ne put recevoir l'une des récompenses qu'il ambitionnait le plus.

Pendant son long séjour à l'Ecole de pharmacie et dans les hôpitaux, Personne a formé de nombreuses générations d'élèves. Il a été le maître de la plupart des pharmaciens de France. C'est ainsi que tous nous avons appris à le connaître et à l'estimer. C'est ainsi qu'il s'est créé une véritable légion d'amis respectueux et reconnaissants, dont j'aurais voulu pouvoir exprimer plus dignement les regrets. Pour ses élèves, Personne possédait une qualité qui, chez lui, primait toutes les autres, et que je veux rappeler en terminant. Cette qualité, il la cachait soigneusement, pourrait-on dire, sous des dehors brusques qui ne manquaient pas de surprendre quelque peu les nouveaux venus; mais elle était trop forte pour ne pas éclater bientôt, quoi qu'il en eût, et tous ceux qui l'approchaient ne tardaient pas à reconnaître que la bonté était encore sa vertu dominante.

Je m'arrête, messieurs, et ne veux plus ajouter qu'un mot.

Une existence qui, après avoir été consacrée tout entière au travail, laisse à une famille désolée un nom honoré et respecté, telle a été la vie de l'homme de mérite, aussi modeste que laborieux et bon, auquel nous sommes venus ici dire le dernier adieu.

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. DUMAS, SUR LA TOMBE DE M. ÉMILE CHASLES, AU NOM DE LA SOCIÉTÉ DES AMIS DES SCIENCES.

« L'Académie des Sciences et les Institutions illustres dont M. Chasles était l'honneur vous ont fait partager leur émotion ; une Société de pure bienfaisance, qu'il animait de son souffle charitable, vient à son tour faire entendre près de sa tombe l'expression de ses profonds regrets et de sa douleur.

« M. Chasles, n'était pas moins distingué par le cœur que par le génie. Il appartenait à la Société des Amis des Sciences depuis sa fondation ; il en était membre-né ; il en eût été le président naturel, à la mort de Thenard, si des motifs de santé ne nous avaient forcés à respecter sa liberté. Mais nous savons tous avec quelle conscience scrupuleuse il suivait les travaux de notre Conseil, quel précieux concours il apportait aux progrès de notre œuvre, quel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

empressement il mettait à découvrir, à signaler toute souffrance digne de sollicitude, et avec quelle générosité sa bourse s'ouvrait, discrètement et sans bruit, pour suppléer aux défaillances de nos budgets trop souvent impuissants.

« Les savants auxquels l'âge ou la maladie ont rendu des secours nécessaires, les familles de ceux d'entre eux que la mort a enlevés avant l'heure et qu'ils ont laissées sans appui, perdent en M. Chasles le plus compatissant des témoins de leur douleur, l'avocat le plus pénétrant de leur cause sacrée, le bienfaiteur le plus prompt à leur tendre une main secourable.

« Si les infortunés auxquels nous transmettions ses dons secrets étaient heureux de les recevoir, il se montrait plus heureux lui-même au moment où il nous en confiait la distribution. L'esprit de charité dont il était possédé, cette ardente passion de la bienfaisance qui l'animait, ne connaissaient pas d'obstacles. Sa bonté n'admettait ni délai, ni ajournement, ni objection; souffrance connue devait être souffrance partagée et soulagée. Il vous avait apporté sa renommée, nous avions en partage cette bonté expansive, au cœur large, se multipliant, impatiente et pressante, devant tout malheur à soulager, et disparaissant dès que le bien était accompli.

« La douleur rencontrait toujours M. Chasles, la reconnaissance jamais. C'est sur sa tombe seulement que ceux qui gardent la mémoire de ses bienfaits peuvent venir enfin déposer respectueusement l'expression de leur éternelle gratitude.

« La Société des Amis des Sciences, au nom de toutes ces infortunes soulagées, de ces malheurs consolés, au nom des infirmes, des veuves et des orphelins qui ont reçu ses bienfaits, vient dire un dernier adieu non seulement au savant illustre, mais à l'homme souverainement bon dont elle gardera la mémoire avec tendresse et piété.

« Adieu ! Chasles, adieu ! »

VITICULTURE.

SUR L'UTILITÉ DES POMPES A VAPEUR POUR ÉLEVER L'EAU NÉCESSAIRE AU TRAITEMENT DES VIGNES ENVAHIES PAR LE PHYLLOXERA, PAR M. HERVÉ MANGON, MEMBRE DU CONSEIL (1).

L'emploi de pompes à vapeur destinées à élever les eaux nécessaires au

(1) Communication faite dans la séance du 26 novembre 1880.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

traitement des vignes phylloxérées se multiplie avec rapidité. Les applications de ces appareils se comptent maintenant par centaines et seraient plus nombreuses encore si les propriétaires connaissaient mieux les conditions pratiques de leur établissement et les résultats de leur action. Il m'a donc semblé qu'il y avait utilité à présenter à la Société les notes précises que trois constructeurs de mes amis ont bien voulu me remettre sur cette question.

La Société n'a peut-être pas oublié que j'ai eu l'honneur de l'entretenir, il y a quelque temps, des travaux de submersion entrepris par MM. Baron et Muigaud sur leur propriété de Sainte-Barbe, située sur la commune d'Ambès et par extension sur celle de Montferrand. Ce premier essai ayant parfaitement réussi, malgré les imperfections d'une installation provisoire, M. Baron, ingénieur très compétent en machines et viticulteur éclairé, n'a pas hésité à faire l'achat d'un matériel neuf d'excellente qualité et à l'installer solidement et dans des conditions de stabilité parfaite. La machine à vapeur sort des ateliers de MM. Vehier et Richemond; sa force nominale est de 20 chevaux, mais elle en donnerait sans peine 25 en cas de besoin; cette machine actionne une pompe centrifuge n° 11 de M. Dumont, avec amorçage à vapeur, dont le maniement est extrêment commode. D'après un jaugeage fait avec une exactitude toute scientifique, par M. Baron, l'appareil, ainsi constitué, élève 800 mètres cubes d'eau par heure à 4 mètres de hauteur.

En travail courant, l'élévation moyenne se fait à 3 mètres.

On a rempli un bassin de sept hectares en trois jours de travail continu, sur une profondeur variant de $0^m,25$ à $0^m,50$.

J'ai indiqué d'abord les chiffres d'une observation particulière, en raison du soin tout spécial avec lequel ils ont été recueillis; mais je me hâte d'arriver à des résultats pratiques résultant d'observations nombreuses faites sur de grandes surfaces.

Lorsque l'eau se rencontre à une faible profondeur, on procède toujours par submersion. On a, dans ce cas, à élever de très grandes masses liquides à de faibles hauteurs et les pompes centrifuges de divers systèmes, en raison de leur facilité d'installation, ont été généralement préférées jusqu'à présent. Lorsque les vignes phylloxérées se trouvent à une certaine hauteur au-dessus de l'eau, la submersion deviendrait trop coûteuse et l'on est obligé de recourir à l'emploi des agents chimiques. Mais les composés salins, notamment les sulfocarbonates, doivent être dissous dans un certain volume d'eau avant d'être répandus sur les racines de la vigne et il faut, en général, élever cette eau mécaniquement pour éviter les dépenses de transport des liquides dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des tonneaux ou autres vases portés en voitures. Dans ce dernier cas, le problème à résoudre consiste à élever, à de grandes hauteurs, de faibles volumes d'eau et l'on est ordinairement conduit alors à employer des pompes à piston.

Je mettrai d'abord sous les yeux de la Société deux Notes sur les submersions exécutées avec les pompes centrifuges, et, ensuite, une Note sur les pompes à piston, d'un système particulier, pouvant élever l'eau à des hauteurs extrêmement considérables.

Voici d'abord les renseignements moyens que veut bien me communiquer M. Pilter, bien connu de la Société, rue Alibert 24, à Paris, relativement à cinquante submersions de vignes entreprises et menées à bonne fin par les ingénieurs de sa maison, au moyen de pompes centrifuges de son système :

« Les submersions sont, en moyenne, de 40 à 45 jours. Les vignes ne sont couvertes que pendant 25 à 30 jours, le reste du temps sert à faire le plein.

« La dépense d'eau varie de 1,5 litre à 3 litres d'eau par seconde et par hectare.

« Les grandes propriétés sont les plus avantageuses, les petites perdent plus d'eau par la surface des digues et les crevasses du terrain.

« Une machine de 12 chevaux et sa pompe donnant 120 litres à la seconde, en moyenne, peut submerger 30 à 40 hectares.

« Une machine de 8 chevaux, donnant 80 litres par seconde, ne dépasse pas 12 à 15 hectares, ce dernier chiffre est même trop fort.

« Le prix de revient des submersions, avec machines louées, varie entre 200 et 250 francs l'hectare pour grandes et moyennes propriétés et atteint 300 et 350 pour les petites, non compris les digues.

« Pour les propriétaires qui ont acheté des machines et principalement les syndicats, ce prix baisse sensiblement, mais je n'ai point de documents exacts à ce sujet. »

Voici, en second lieu, les chiffres pleins d'intérêt que veut bien me communiquer M. Jeminy, ingénieur civil, qui a installé, aux environs de Bordeaux, de nombreuses pompes pour submersion :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNÉE 1879-1880.	SUPERFICIE submergée.	HAUTEUR d'élévation de l'eau à basse mer.	FORCE nominale de la machine.	DÉBIT MOYEN des pompes.	DURÉE de l'opération.	Consommation de charbon.
MM.	hectares.	mètres.	chevaux.	à l'heure.	jours.	tonnes.
G. Guignard, Montferrand	27	7,80	25	800m3	60	55
G. Guignard, Montferrand	26	7,80	25	800	55	48
De Carayon-Latour, Arbanats	23	7,60	25	800	55	43
M. Sue, Quinsac	43	5,75	25	950	47	42
Brown, Baurech	36	6,50	20	800	53	41
Beyssac, La Tresne	27	4,80	20	900	52	28
Lawton, Ludon	26	6,00	15	560	57	52
Lawton, Floirac	23	7,00	15	560	50	46
Deysson, Montferrand	5	6,80	7	»	48	9
Deysson, *id.*	7	6,50	7	»	50	10
Prenis, *id.*	12	7,30	15	560	50	19
Prenis, *id.*	15	7,30	15	560	52	21
	270					414

ANNÉE 1880-1881.	SUPERFICIE à submerger.	HAUTEUR d'élévation à basse mer.	FORCE NOMINALE de la machine.	DÉBIT MOYEN des pompes.
MM.	hectares.	mètres.	chevaux.	à l'heure.
Guignard, Montferrand	60	7,80	25	1 300m3
De Carayon-Latour, Arbanats	30	7,60	25	1 200
M. Sue, Quinsac	52	5,75	25	1 500
Duvergier, Quinsac	27	5,60	25	1 500
Tessandre et Michel, Macau	35	5,80	20	800
Baron, Ambès	23	4,50	20	800
Brown, Baurech	50	6,10	20	1 100
Cavalié, Macau	30	5,80	15	600
Caminaja, Ambès	17	7,00	15	600
J. Sue, Quinsac	27	5,80	15	600
Villalard, Montferrand	6	7,00	10	400
	357			

Il serait trop long de discuter tous ces exemples : je me bornerai à faire remarquer que la consommation moyenne de houille a été de $\frac{414}{270} = 1\,533$ kil. par hectare.

Cette quantité de houille est assez peu considérable en elle-même, mais elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produit, par sa combustion, une quantité de travail énorme de plus de 147 millions de kilogrammètres, et l'on reste véritablement confondu en pensant que, dans sa lutte contre le phylloxera, cet insecte à peine visible, l'homme ait à dépenser pour le vaincre cette énorme quantité de travail.

Enfin, je mets sous les yeux de la Société une troisième Note, qui m'a été remise par M. Thirion, mécanicien d'un grand mérite. Cette Note est un véritable mémoire très savant et très pratique. L'auteur établit que les pompes à piston ont, dans tous les cas, un effet utile, supérieur à celui des pompes centrifuges, ce que personne ne conteste. Il s'occupe ensuite du cas spécial de l'élévation de l'eau à de grandes hauteurs, cas auquel les pompes à piston sont nécessairement utilisées, et il termine par une discussion très intéressante sur les conditions d'établissement des tuyaux de refoulement. Le Mémoire de M. Thirion sera très utilement consulté par les propriétaires de vignes.

NOTE DE M. THIRION, INGÉNIEUR, SUR L'EMPLOI, POUR LE TRAITEMENT DES VIGNES PHILLOXÉRÉES, DES POMPES MOBILES A VAPEUR DU SYSTÈME A. THIRION, RUE DE VAUGIRARD, 147, A PARIS. (*Suite de la communication de* M. MANGON.)

Ces pompes forment, en quelque sorte, deux catégories :

Les unes servent simplement à faire de la submersion, c'est-à-dire à prendre l'eau dans une rivière ou dans un cours d'eau, et à la rejeter sur le sol, pour tenir le pied des vignes constamment sous l'eau ;

Les autres sont employées à refouler sur les montagnes, quelquefois jusqu'à une pression de trente atmosphères, l'eau nécessaire au traitement des vignes par les sulfocarbonates.

Ces deux types de pompes, avec leur chaudière et leur machine, sont montées sur un même train à quatre roues, dans le genre des pompes à incendie à vapeur que tout le monde connaît aujourd'hui, de sorte que leur transport, leur installation et leur déplacement s'opèrent avec une facilité beaucoup plus grande qu'avec des machines locomobiles ayant leurs pompes séparées, et commandées par courroies.

La description de ces pompes à vapeur n'est pas longue, car elles forment un ensemble d'une grande simplicité.

La chaudière est verticale, avec le foyer garni de tubes en U à circulation.

La machine à vapeur a deux cylindres, la pompe a deux corps, et les deux appareils, montés sur le même bâti, sont placés l'un en face de l'autre, de sorte que chaque piston à vapeur commande directement un piston de pompe.

Pour obtenir la régularité dans la marche de la machine, la pompe est à double

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

effet, et les tiges des pistons sont conjuguées au moyen d'un arbre à deux coudes d'équerre qui, mis en mouvement par des cadres sur les tiges, règle le mouvement de la machine et des pompes, afin d'avoir un cylindre en plein travail lorsque l'autre est à fin de course.

L'arbre coudé a aussi pour objet de mettre en mouvement par des excentriques les tiroirs de distribution, exactement comme dans les machines à vapeur ordinaires, et de porter un petit volant qui régularise la marche de la machine.

Cette description sommaire démontre combien la pompe à vapeur locomobile est simple. C'est, du reste, à cause de cette simplicité qu'elle donne des résultats très-avantageux, quand on la compare aux pompes centrifuges qui sont généralement employées pour faire la submersion des vignes.

Il est malheureusement assez difficile d'avoir des résultats d'expériences suffisamment exacts pour s'autoriser à les citer ; mais, à défaut de ces renseignements, on peut, à l'aide de quelques chiffres basés sur les expériences connues, apprécier les avantages des pompes à pistons.

On sait qu'une pompe rotative rend environ 35 pour 100 du travail moteur quand elle fonctionne dans des conditions normales. Faut-il encore, pour obtenir ce coefficient de rendement, que la vitesse de la machine ne diminue pas, et que la hauteur d'aspiration reste la même. Si le mécanicien est négligent, si la machine tourne moins vite ou si elle ne tourne pas plus vite lorsque la hauteur d'aspiration augmente, le rendement n'est plus du tout le même, il diminue dans des proportions difficiles à évaluer; c'est-à-dire que pour la même quantité de charbon dépensé, le volume d'eau élevée par la pompe centrifuge peut être considérablement réduit.

Avec la pompe à pistons qui vient d'être décrite, on peut facilement admettre un rendemenl de 75 pour 100 sur le travail moteur, car on évite la courroie qui est une cause de perte fort considérable ; puis, la machine agissant directement sur la pompe, tous les mouvements qui dépensent une certaine force sont supprimés.

Enfin, la pompe à pistons offre un autre avantage non moins grand : si le mécanicien est négligent, et si la pompe tourne moins vite, soit par la négligence du mécanicien, soit parce qu'on aurait besoin d'élever une moins grande quantité d'eau, le débit reste proportionnel au nombre de tours de la machine ; par conséquent, le rendement en eau élevée est toujours proportionnel à la consommation de charbon, quelle que soit la vitesse de la marche.

Une seule critique peut être faite aux pompes à vapeur mobiles : elles ont, en général une chaudière verticale, tandis que les machines qui commandent les pompes centrifuges ont généralement des chaudières tubulaires horizontales ; et l'on considère qu'une bonne chaudière horizontale produit plus de vapeur qu'une bonne chaudière verticale, pour la même quantité de charbon consommé.

Cette différence, quand il s'agit de petites chaudières exposées en plein air, n'est pas aussi grande qu'on le croit; néanmoins, admettons que la chaudière verticale pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duise en vapeur, 0,75 de ce que produit la chaudière horizontale pour une même quantité de charbon brûlé.

En appliquant les rendements ci-dessus aux pompes centrifuges avec chaudières horizontales et aux pompes à piston avec chaudières verticales pour une même quantité de charbon brûlé par chaque appareil,

On trouvera :

Que si la pompe centrifuge débite, par exemple, 350 mètres cubes d'eau à l'heure avec 1 000 kilog. de charbon dépensé, la pompe à pistons débitera 582 mètres cubes à la même hauteur et dans le même temps pour la même quantité de combustible.

Ce qui produit un rendement dans la proportion de 350 à 562 en faveur de la pompe à vapeur à pistons.

Il est évident que pour une installation fixe, on devrait employer la pompe à pistons avec une chaudière horizontale, pour obtenir la plus grande économie possible; mais il ne faut pas perdre de vue que le traitement des vignes oblige à placer les machines dans tous les endroits, et qu'il faut les déplacer quand on a plusieurs vignes à traiter; or, la pompe à vapeur est rendue très-légère à cause du type de chaudière verticale.

En outre, les eaux employées pour alimenter les chaudières sont très-souvent chargées de vase, et, bien qu'on ait à prendre des précautions pour l'alimentation des chaudières de tous les systèmes pour ne pas les engorger, les chaudières verticales à tubes en U des pompes à vapeur ont un grand avantage sur les chaudières horizontales, les tubes se remplacent très-facilement s'ils viennent à brûler, tandis que les accidents de même nature aux chaudières horizontales nécessitent presque toujours un travail d'atelier, et par conséquent un arrêt prolongé.

La comparaison qui vient d'être faite entre les pompes à pistons et les pompes centrifuges montre l'utilisation de chacune d'elles, quand il s'agit de rejeter l'eau au pied de la pompe ou à quelques mètres au-dessus, mais on sait parfaitement que le rendement de la pompe centrifuge n'est plus acceptable lorsqu'elle doit élever l'eau à une certaine hauteur ou la conduire à une grande distance.

Il faut alors employer les pompes à pistons, mais, pour le traitement des vignes phylloxérées, il est nécessaire que ces pompes puissent, dans une certaine mesure, élever une quantité d'eau proportionnelle à la hauteur ou à la distance à laquelle on doit s'en servir.

Les pompes à vapeur, système Thirion, qui sont employées par la Société nationale pour le traitement des vignes phylloxérées remplissent parfaitement ce but, comme on le verra par le tableau ci-après.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU DES POMPES EMPLOYÉES PAR LA SOCIÉTÉ NATIONALE POUR LE TRAITEMENT DES VIGNES PHYLLOXÉRÉES POUR ÉLEVER L'EAU A DE FORTES PRESSIONS.

	VITESSE de la machine par minute.	DÉBIT par heure.	VITESSE de la machine par minute.	DÉBIT par heure.	VITESSE de la machine par minute.	DÉBIT par heure.
1re machine.	avec 12 atmosphères de pression au refoulement : 80 tours.	12 000 litres.	avec 12 atmosphères de pression au refoulement : 160 tours.	24 000 litres.		
2me machine.	avec 16 atmosphères de pression au refoulement : 80 tours.	23 000 litres.	avec 8 atmosphères de pression au refoulement : 160 tours.	46 000 litres.		
3me machine.	avec 25 atmosphères de pression au refoulement : 60 tours.	15 000 litres.	avec 12 atmosphères de pression au refoulement : 120 tours.	30 000 litres.	avec 6 atmosphères de pression au refoulement. 150 tours.	37 000 litres.
4me machine.	avec 16 atmosphères de pression au refoulement : 60 tours.	22 500 litres.	avec 8 atmosphères de pression au refoulement : 120 tours.	45 000 litres.	avec 6 atmosphères de pression au refoulement. 105 tours.	56 250 litres.

Les résultats mentionnés ci-dessus démontrent bien que les pompes à vapeur peuvent envoyer de l'eau partout où la nécessité l'exige; et que, dans une certaine limite, elles ont un débit proportionnel à la hauteur de refoulement, ce que bien des appareils ne peuvent pas faire.

Lorsqu'on doit refouler l'eau à une grande distance, il faut aussi tenir compte du diamètre des tuyaux de conduite.

La Société pour le traitement des vignes phylloxérées croit devoir mettre sur ses pompes des tuyaux de refoulement de 70 millim. de diamètre, afin de diminuer l'encombrement et le poids, car cette Société est appelée à transporter son matériel dans toute une partie de la France.

Il est pourtant utile de voir s'il n'y aurait pas avantage, dans les installations particulières, à augmenter le diamètre des conduites pour obtenir moins de perte de charge au refoulement, et, par conséquent, pour avoir une machine moins puissante, dépensant moins de combustible.

Prenons, par exemple, la troisième machine qui fournit 30 000 litres à 120 tours.

Soit 8 litres 33 par seconde :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Supposons un refoulement à 60 mètres de hauteur ;

Longueur de conduites de 1 000 mètres ;

Diamètre des tuyaux $0^m,070$.

La perte de charge dans les conduites sera de $0^m,095$ par mètre de conduite,

Soit $0^m,095 \times 1\,000 = 95$ mètres.

De sorte que la pompe qui élève l'eau à 60 mètres supporte une pression de $6 + 9,5 = 15$ atmosphères et demie.

Le travail est de $8,33 \times 155 = 1\,293$ kilogrammètres.

$$\frac{1\,293}{75} = 17 \text{ chev. } 2.$$

Si la conduite de refoulement, tout en ayant la même longueur de 1 000 mètres avait 10 centimètres de diamètre,

La perte de charge serait de $0^m,0162$ par mètre, soit 16 mètres pour 1 000 mètres.

La pompe supporterait une pression de 7 atmosphères 7, le travail serait de :

$$8,33 \times 77 = 641 \text{ kilogrammètres.}$$

$$\frac{641}{75} = 8 \text{ chev. } 6.$$

Ce qui démontre que l'on peut parfaitement dépenser le double de force quand une installation est mal établie.

Un dernier renseignement peut être utile aux propriétaires qui ont à faire des installations avec de grandes conduites qu'il faut déplacer après le travail exécuté, soit pour débarrasser les chemins, soit pour donner une autre direction aux conduites.

Ils pourront adopter les tuyaux en tôle mince, de qualité supérieure, bien rivée et galvanisée, avec brides à boulons articulés et joints de caoutchouc pour permettre une certaine flexion.

CHEMINS DE FER.

SUR L'ÉTAT DE LA QUESTION DES CHEMINS DE FER TRANS-SAHARIENS, PAR M. LE BARON BAUDE, VICE-PRÉSIDENT DU CONSEIL (1).

Lorsque parut l'ouvrage de M. Duponchel, dans lequel était posée la question des chemins de fer Trans-Sahariens, le mystère qui régnait jusqu'à ce moment sur cette région fut dissipé et on s'occupa, avec intérêt, des communications à ouvrir dans cette vaste contrée que l'on avait crue infranchissable ; une Commission nombreuse fut

(1) Communication faite dans la séance du 10 décembre 1880, à l'occasion d'une brochure présentée par M. Duponchel, ingénieur des ponts et chaussées, intitulée : *Lettre à MM. les membres de la commission supérieure du Trans-Saharien.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nommée pour s'occuper de ces études. Elle fit étudier, au point de vue scientifique et commercial les moyens d'étendre l'influence de la France dans cette partie de l'Afrique et cette extension indéfinie donnée au programme eut pour résultat de faire décider, par M. le Ministre de la guerre, quatre expéditions.

La première, sous la direction de M. Choisy, partant de *Laghouat*, s'est maintenue sur le plateau du *M'zab*, au lieu d'en suivre le pied; elle a confirmé l'opinion que, dans deux directions différentes, il serait possible d'arriver par le chemin de fer au parallèle d'El Goléah, sans rencontrer d'obstacle sérieux.

La deuxième expédition, dirigée par M. Poyanne, ingénieur des ponts et chaussées, devait reconnaître une direction qui longerait la frontière marocaine. Elle n'a pas pu franchir les limites du *Tell algérien*, et, pour le reste, elle a dû s'en rapporter à des renseignements indigènes analogues à ceux qui avaient été recueillis précédemment par M. le général Colomb. Mais ces nouveaux documents sont très-importants et montrent jusqu'à l'évidence que du *Touat* on peut se rendre au coude du Niger par une voie plane et facile, exempte de sables, si, ce qui paraît de plus en plus probable, on n'a pas l'heureuse chance de trouver dans cette direction une vallée continue poursuivant jusqu'au grand fleuve le cours souterrain de l'*O'guir* inférieur.

La troisième expédition inspirée par la préoccupation de donner une voie nouvelle à l'accès de la région du *Soudan*, fut faite sous la direction de M. Soleillet. Parti de *Saint-Louis* (Sénégal), sans escorte, il se proposait d'aboutir à Tombouctou comme première étape, pour revenir vers le Nord par *les Oasis du Touat*, suivant le tracé probablement le meilleur du chemin de fer trans-saharien. Il s'était dirigé vers l'Adror, en suivant, le long du littoral maritime, l'ancien itinéraire de MM. Panet et Vincent. Mais, arrêté et dévalisé à quelques centaines de kilomètres de Saint-Louis, il fut obligé de revenir sans avoir fait un seul pas dans la direction réelle de *Tombouctou*.

La quatrième expédition, dirigée par le colonel Flatters, avait été chargée de reconnaître une autre direction qui, abandonnant la route habituelle des caravanes *de l'Algérie vers le Niger*, aurait traversé les plateaux dépendant du *massif des Hoggars* pour redescendre sur le *Haoussa* et le bassin du *lac Tchad*. Il avait déjà été assez loin dans cette direction, mais il fut arrêté par un parti de *Touaregs* et obligé de dévier de sa route pour prendre celle de *Ghat;* finalement il a dû rentrer en Algérie pour se ravitailler en vivres et en argent.

Cette expédition, par les connaissances variées du personnel nombreux qui la composait, était destinée à donner des renseignements scientifiques d'une bien plus grande portée que celle de M. Soleillet, qui ne pouvait fournir aucune carte, ni même un croquis d'itinéraire permettant de le suivre dans sa marche. Mais M. Duponchel pense que l'une comme l'autre ne pouvait avoir aucun résultat réellement concluant. Toutes ces investigations spéciales lui paraissent désormais superflues. Le désert est assez connu maintenant pour qu'on puisse se rendre compte des obstacles que le terrain ou le sol peuvent présenter à la construction et à l'exploitation d'une voie de che-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

min de fer et de ceux qu'on peut craindre des relations avec les peuplades qui s'y trouvent. Il ne reste plus qu'à se mettre à l'œuvre, et reprenant la question où il l'avait laissée dans sa première publication sur le Trans-Saharien, il voudrait qu'on cessât les hésitations qui ne s'appuient, dit-il, que sur des incidents sans importance ou sur des considérations étrangères au sujet. La ligne directe la plus courte *d'Algérie* au coude du Niger qui est à Bamba en passant par les oasis du *Touat*, est reconnue facile à exécuter, et doit être adoptée sans délai, comme tronc principal commun, sauf à étudier plus tard les embranchements qui pourraient être utilisés soit vers le *lac Tchad*, soit vers le *Gabon*, soit vers le *Sénégal*.

Toute la question doit aujourd'hui se résumer pour nous dans l'organisation des chantiers de travailleurs. M. Duponchel, après avoir parlé du parallèle entre les entreprises par compagnie et celles à l'américaine, comme pour le chemin de fer de New-York au Pacifique, renvoie à un travail spécial qu'il a publié sur la manière dont il comprend comment pourrait être organisée une petite armée industrielle de douze à quinze mille hommes exercés au maniement des armes, bien équipés, bien payés, faisant 1 000 kilomètres de chemin de fer par an.

Je n'ai pas à juger les opinions émises par M. Duponchel soit sur l'extension plus ou moins grande des études préliminaires dans lesquelles cet ingénieur craint qu'on ne se soit attardé, ni sur le choix de la meilleure direction à suivre, ni enfin sur le projet d'organisation du travail, parce que chacune de ces études me semble devoir exiger un examen étendu et approfondi que je suis loin d'avoir pu faire. Mais je constate que peu de projets présentent pour la France plus d'importance que celui du *Trans-Saharien*, et que les études faites jusqu'à ce jour, depuis la proposition de M. Duponchel, ont montré combien sa réalisation était à la fois désirable et facile.

AGRICULTURE.

SUR L'ALIMENTATION ET LE TRAVAIL DES CHEVAUX DE TRAIT, PAR M. A. MUNTZ, CHEF DES LABORATOIRES DE L'INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE (1).

Deux premiers Mémoires sur l'alimentation, publiés dans les *Annales de l'Institut national agronomique*, contiennent principalement des résultats d'expériences. Ils ne présentent d'intérêt que par le grand nombre de déterminations numériques qui y sont contenues. Nous avons à dessein laissé de côté l'historique de la question et les considérations théoriques qui ne nous semblent pas s'appuyer encore sur un ensemble de faits suffisamment précis. Nous continuons à amasser des docu-

(1) Communication faite dans la séance du 26 novembre 1880.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ments et nous ne tirerons de conclusions de ces recherches laborieuses que lorsque nos observations seront assez nombreuses et assez variées pour former une base solide. Les idées si nettes, émises sur cette question par M. Hervé Mangon, nous guident dans ce travail qui est destiné, en partie, à combler les lacunes signalées par l'éminent maître.

Les questions qui touchent à l'alimentation ont, à l'heure qu'il est, au point de vue de l'économie sociale, une importance considérable. Depuis près de cinquante ans, les savants et les praticiens s'efforcent de résoudre les problèmes qui s'y rattachent. Les premières études importantes faites dans cette direction sont celles de M. Boussingault, qui a introduit dans la science la notion des équivalents nutritifs et celle de la ration d'entretien. Depuis cette époque, en Angleterre et en Allemagne, on a fait un nombre d'expériences considérables qui ont amené des résultats pratiques. En France, Baudement a abordé le problème de l'alimentation en donnant à ses études une direction nouvelle et en se plaçant au point de vue élevé qui a rendu ses travaux justement célèbres.

L'alimentation des animaux domestiques peut être envisagée à deux points de vue différents : celui de l'engraissement et celui de la production du travail. Nous avons repris les études faites dans cette direction en nous plaçant plus spécialement à ce dernier point de vue, et nous avons pu le faire dans des conditions telles que les résultats de nos observations présenteront une précision que n'ont pas pu atteindre nos devanciers. Nos expériences ont eu principalement pour but d'étudier, au point de vue économique, la substitution des fourrages et, au point de vue théorique, la relation entre les éléments des fourrages utilisés par l'organisme et le travail exprimé en kilogrammètres. Les études faites dans cet ordre d'idées présentent de grandes difficultés. Si, d'un côté, il est relativement facile de mesurer le travail produit, il l'est bien moins, de l'autre, de déterminer avec quelque précision la nature et la proportion des éléments alimentaires nécessaires à la production de ce travail. Les ressources que nous avons eues à notre disposition nous permettent d'espérer que le problème ainsi posé pourra recevoir une solution.

Pour nous permettre ces recherches, la Compagnie générale des Omnibus a mis à notre disposition le dépôt de Vincennes, avec une cavalerie d'environ 400 chevaux, qui font le service des tramways entre Vincennes et la station du Louvre. Ces chevaux ont été soumis à des régimes différents et strictement déterminés, non seulement comme proportion de denrées alimentaires, mais aussi comme principes immédiats. Chacune des rations expérimentées était donnée à la totalité des animaux en expérience, pendant une durée d'au moins cinq mois. Le travail fourni était d'une grande régularité, surtout au point de vue de la distance parcourue.

Pour apprécier la valeur de la ration dans des conditions nettement déterminées et constantes, on a eu recours à la détermination du poids vif du cheval. Nous avons vérifié, d'ailleurs, par des expériences directes, l'opinion généralement admise, qu'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ration insuffisante se traduisait par une déperdition, et une ration exagérée par une augmentation dans le poids vif. Tout au moins, cette thèse est-elle vraie entre les limites dans lesquelles la pratique peut se placer. Nous avons donc admis que le poids du cheval, toutes choses égales d'ailleurs, constituait un réactif certain pour apprécier la valeur de la ration, et c'est ce poids qui nous a guidé dans les modifications que nous lui avons fait subir. Les conditions favorables dans lesquelles ces recherches ont pu se faire sont les suivantes : 1° Nombre considérable de chevaux avec les renseignements les plus complets; 2° mesure exacte de l'alimentation, tant au point de vue de la nature des fourrages qu'à celui de leur constitution chimique, et rationnement maintenu constant pendant toute la durée de l'expérience; 3° régularité du travail et mesure de la force dépensée; 4° évaluation, par des pesées fréquentes, de l'état des animaux et, par suite, de la valeur de la ration; 5° durée prolongée de chaque expérience, permettant d'atténuer les causes d'erreurs accidentelles; enfin, le concours d'hommes d'une compétence indiscutable, tels que M. Lavalard, administrateur de la Compagnie générale des Omnibus, qui nous a facilité toutes ces recherches et nous a constamment aidé de ses précieux conseils.

La première partie de ce travail contient l'étude des procédés d'analyse employés pour déterminer la valeur alimentaire des fourrages. Outre la description de ces procédés, on y trouve des considérations sur le rôle, comme aliment, des substances peu connues, dont la proportion est souvent considérable et dont la détermination directe présente les plus grandes difficultés. Un examen critique des méthodes usuelles et de la forme sous laquelle on représente généralement les résultats des analyses montre quelles erreurs font commettre nos connaissances imparfaites de la constitution des produits élémentaires du règne végétal. Ces erreurs proviennent surtout de ce qu'on réunit sous une même dénomination, celle d'*extractif non azoté*, des substances dont la composition élémentaire est très-différente, qui sont assimilées par l'organisme animal dans des proportions très-diverses, dont, en un mot, l'apport en éléments utiles est extrêmement variable.

Dans les analyses des denrées qui ont servi à nos expériences, nous avons cherché à donner une plus grande précision à nos résultats; les inconnues sont éliminées dans la limite du possible et leur constitution élémentaire est déterminée en bloc pour chacun des fourrages.

On a aussi déterminé la composition, en principes immédiats, d'une ration expérimentée depuis deux ans et jugée suffisante pour l'entretien de l'animal et la production du travail.

La constance du poids moyen des animaux soumis à cette ration a été vérifiée par 1 448 pesées faites sur 372 chevaux. Ce poids moyen a varié entre 547.5 et 548.7, c'est-à-dire qu'il n'a pas, d'une pesée à l'autre et dans l'intervalle de cinq mois, varié de plus d'un kilog. Il est donc établi que la ration donnée remplissait, dans le cas spécial de nos expériences, les conditions d'une ration de travail théorique. Cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ration nous a servi de base pour opérer le remplacement des fourrages plus chers par les fourrages moins chers et une deuxième série d'expériences a été instituée pour expérimenter la substitution partielle de l'avoine et du foin par des quantités équivalentes de maïs, de féveroles et de paille. La première ration comprenait :

kilog.	
5	d'avoine.
3	de maïs.
1	de féveroles.
0,500	de son.
4,700	de foin.
5	de paille.

2 kilog. d'avoine et 1 kilog. 500 de foin ont été remplacés dans la nouvelle ration par 1 kilog. 500 de maïs, 500 grammes de féveroles et 1 kilog. de paille.

Cette ration contenait sensiblement la même proportion de matières protéiques, avec environ 50 grammes d'amidon en plus. Elle a été donnée pendant cinq mois. Le poids moyen pendant cette période a augmenté progressivement, ce qu'il faut attribuer à cette quantité d'amidon trouvée en plus. Ce poids moyen, déterminé par 2 040 pesées effectuées sur 408 chevaux, a été, pendant le premier mois, 555 kilog., il s'est élevé, après le troisième mois, à 561 et s'est arrêté à la fin à 557. La nouvelle ration a donc été suffisante, et au delà, pour maintenir les chevaux dans un état satisfaisant. Si nous comparons ces deux rations au point de vue économique, en ramenant au même taux le prix de revient des fourrages, nous trouvons que, dans la première série, le prix moyen de la ration a été de 2 fr. 2261, et celui de la ration substituée de 2 fr. 1351 seulement. Il convient de rappeler que chaque centime d'économie réalisée sur la ration dans une exploitation industrielle considérable comme l'est celle de la Compagnie des Omnibus, qui possède une cavalerie de 13 à 14 000 chevaux, se traduit annuellement dans la dépense par une différence de près de 50 000 francs. Cette première substitution nous a donc montré qu'on pouvait, sans introduire de nouvelles denrées dans la ration, et rien qu'en faisant varier les proportions relatives de ces denrées, réaliser une économie notable, sans porter préjudice à l'état du cheval et à la production régulière du travail.

Une troisième série d'expériences conçues dans le même ordre d'idées a été instituée. L'avoine, dont le prix est élevé relativement à la quantité d'éléments nutritifs qu'elle contient, a été diminuée notablement dans la ration; on n'en a plus donné que 1 kil. 500; mais, par contre, on a porté la proportion de maïs à 5 kil. 500, et celle de paille à 6 kil. 400, les autres denrées restent dans la même proportion que dans la série précédente. Cette ration était, au point de vue alimentaire, sensiblement inférieure à l'ancienne. Au lieu de 1 600 grammes de protéine que renfermait celle-ci, elle n'en contenait que 1 490 grammes, soit 110 grammes en moins. Les matières hydrocarbonées se trouvaient aussi en proportions sensiblement moindres, ce qu'il faut attribuer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la qualité inférieure du foin de 1879. Aussi, sous l'influence de ce régime, le poids des chevaux a-t-il diminué. On a effectué 1 448 pesées pendant les cinq mois d'expérience sur 362 chevaux. Le poids moyen qui était à l'origine de 559 kilog. a été à la fin de l'expérience, au mois de février 1880, seulement de 547 kilog. Cette diminution ne doit pas seulement être attribuée à la valeur moindre de la ration, elle est due, en grande partie, au travail très pénible des chevaux pendant la période des neiges. Du reste, le poids moyen trouvé à la fin de l'expérience, n'est pas sensiblement inférieur à ce qu'il était à l'origine de nos essais, à une époque où les chevaux étaient dans un état satisfaisant. Au point de vue économique, cette ration réalisait sur la première une économie de 0 fr. 1337, qui, appliquée à la totalité de la cavalerie de la Compagnie des Omnibus, se traduirait par une différence d'environ 650 000 francs. Il convient de faire remarquer que ce résultat a pu être obtenu sans introduire dans la ration d'autres denrées que celles auxquelles les chevaux étaient habitués.

Outre les aliments naturels, tels que l'avoine, le maïs, le foin, on emploie fréquemment les résidus de certaines industries, connus sous le nom de tourteaux et qui constituent ordinairement un aliment très concentré. Le prix de ces matières est relativement peu élevé. Il y avait donc lieu de rechercher par leur emploi une ration plus économique. On sait que, pour l'engraissement, les résultats ont été avantageux et que l'emploi des tourteaux s'est généralisé. Pour la production du travail la question est moins étudiée, quoique les essais faits jusqu'à ce jour aient paru encourageants. Parmi les tourteaux que l'industrie livre en grande quantité et à bas prix, on peut citer le tourteau de maïs qui contient généralement une quantité de matière azotée voisine de 16 pour 100 et une quantité de matière grasse d'enviren 10 pour 100. Nous avons substitué dans une nouvelle série d'expériences 2 kilog. de tourteaux de maïs à une quantité équivalente de maïs. Cette nouvelle ration, expérimentée pendant cinq mois, a montré que ce remplacement était possible et que, sans porter préjudice à l'état du cheval, elle suffisait pour la production régulière du travail demandé. Cependant, il y a lieu de faire observer que, dans toutes les expériences où la proportion d'avoine a été très notablement diminuée, l'ardeur des animaux s'est trouvée amoindrie. Il convient donc de regarder l'avoine comme un aliment stimulant, agissant non seulement par les éléments nutritifs qu'il contient, mais encore par une sorte de principe excitant, encore mal défini par les auteurs. Il y a donc lieu, à notre avis, de conserver toujours dans la ration de travail une certaine quantité de cette denrée.

En résumé, ces premiers essais ont montré, au point de vue de la substitution des fourrages, que l'on pouvait modifier la composition de la ration sans inconvénient pour l'état du cheval et la production du travail, et réaliser ainsi des économies notables, à la condition, toutefois, d'opérer ces substitutions en s'appuyant sur l'analyse immédiate des fourrages qui permettra de donner, sous des formes très variées, les mêmes quantités d'éléments utiles.

Nous arrivons maintenant à la partie de ce travail qui traite plus spécialement des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

relations entre les substances alimentaires et la force qu'elles produisent par l'intermédiaire de l'organisme vivant.

Trois données sont nécessaires pour obtenir ce résultat : 1° La mesure du travail fourni par le cheval, tant pour la traction des voitures que pour le transport de son propre corps ; 2° la digestibilité des fourrages permettant de déterminer la quantité réelle d'aliments utilisés par l'animal ; 3° la mesure de la qualité de ces aliments qui ont été employés à la production du travail. Nous ne parlerons pas ici des deux premières données, dont l'étude n'est pas entièrement terminée. Nous nous arrêterons seulement à la troisième.

On appelle ration de travail la somme d'aliments nécessaires au cheval, effectuant un travail déterminé, pour produire ce travail et subvenir en même temps aux besoins de son organisme. On appelle ration d'entretien la somme d'aliments nécessaire au cheval pour se maintenir à un état déterminé sans effectuer aucun travail extérieur. Nous avons déterminé plus haut la composition de la ration de travail ; déterminons maintenant la composition de la ration d'entretien.

En retranchant le dernier chiffre du premier, on obtient la somme d'aliments nécessaire à la production du travail que nous nous occupons de mesurer.

Pour déterminer la ration d'entretien, on a donné à des chevaux restant dans un état de repos complet des fractions variables de la ration de travail, en conservant le même rapport entre les différentes denrées, jusqu'à ce qu'on fût arrivé, par des tâtonnements, à maintenir sensiblement invariable le poids de l'animal. On a été ainsi conduit à admettre que pour les chevaux sur lesquels nous avons opéré et dont le poids moyen est peu différent de 550 kilog., les 5/12 de la ration de travail étaient nécessaires à l'entretien du cheval ; 7/12 de cette ration sont donc employés pour la production du travail extérieur consistant dans le transport du corps de l'animal et la traction des voitures.

Le travail effectué a été mesuré pour chaque série d'expériences au point de vue de la distance parcourue qui a varié de 16.4 à 17 kilomètres par jour. Des mesures dynamométriques ont été faites dans les diverses conditions de service ; nous les continuons pour arriver à des résultats moyens.

Nous réunissons ainsi une à une les données nécessaires pour résoudre le problème complexe que nous nous sommes posé, en essayant de donner à nos chiffres toute la précision compatible avec des recherches de cette nature.

Cette partie de la science manquait de faits suffisamment nombreux et précis. Nous espérons pouvoir au moins combler cette lacune.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 29 octobre 1880.

Présidence de M. DUMAS, président.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Vacance dans le comité des arts chimiques.* — M. *Le Blanc* fait, au nom du comité des arts chimiques, un Rapport pour demander la déclaration d'une vacance parmi les membres de ce comité, par suite de la mort de M. *Lamy*.

Cette vacance est déclarée par le Conseil. Le comité présentera la liste des candidats pour la remplir, et l'élection aura lieu dans la séance du 12 novembre.

Vacance dans le comité des arts économiques. — M. le colonel *Sebert* fait, au nom du comité des arts économiques, un Rapport pour demander la déclaration d'une vacance parmi les membres de ce comité, par suite de la mort de M. *Lissajous*.

Cette vacance est déclarée par le Conseil. L'élection aura lieu dans la séance du vendredi 12 novembre.

Conférence sur les miroirs magiques par M. Bertin, avec la collaboration de M. Duboscq. — (Cette conférence a paru au cahier de novembre, p. 617.)

M. le *Président* remercie M. *Bertin* et M. *Duboscq* de cette remarquable exposition, qui a été écoutée avec la plus grande attention par l'assemblée, frappée de la clarté des explications et du spectacle vraiment magique des expériences.

M. le *Président* annonce à l'assemblée la présence au Bureau de M. *Graham Bell*, le jeune et illustre inventeur du téléphone articulant et du photophone. Il rappelle qu'un décret mémorable ayant institué en France un prix de 50 000 francs en faveur de l'auteur de l'application la plus utile de l'électricité, ce prix a été décerné, pour la première fois, à M. *Ruhmkorff;* après quelques années de suspension, il vient de l'être à M. *Graham Bell* pour la découverte du téléphone articulant.

M. *Graham Bell* a répondu à cet acte de justice de la science française, par une nouvelle et brillante découverte, celle du photophone dont il est venu lui offrir les prémices, et dont M. *Antoine Bréguet*, qui veut bien lui servir d'interprète, va exposer les principes et démontrer les propriétés.

Je ne veux pas, ajoute M. *Dumas*, retarder le plaisir que va vous procurer l'exposé, fait par M. *Bréguet*, de ces étonnants phénomènes, qui semblent tenir plutôt d'un rêve ambitieux de la science humaine que des réalités précises où elle doit se renfermer, et je m'empresse de souhaiter la bienvenue, parmi nous, à M. *Graham Bell*, sûr d'être, en cette occasion, le traducteur fidèle des sentiments de l'assemblée. (Cette conférence a paru, comme la précédente, au cahier de novembre, p. 632.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Après la séance, les auditeurs passent dans la salle de réunion des comités, où un silence suffisant permet d'entendre les sons produits par le rayon de lumière électrique qui traverse la grande salle.

Séance du 12 *novembre* 1880.

Présidence de M. BAUDE, Vice-Président.

CORRESPONDANCE. — M. *Callier*, horloger, quai Saint-Michel, 13, à Paris, écrit pour remercier la Société de la médaille d'or qui lui a été décernée au sujet de ses procédés pour le réglage des chronomètres.

M. *Meillant* (J.), ouvrier mécanicien, rue Amelot, 34 *bis*, à Paris, présente un sifflet de sûreté pour prévenir les explosions des machines à vapeur. (Arts mécaniques.)

MM. *Thuasne et Cie*, concessionnaires du service de vidange de nombreux établissements militaires, envoient un Mémoire sur les dépôts d'engrais désinfectés par le système *Goux*. (Arts mécaniques.)

M. *Saillot* (H.), concessionnaire des brevets *Ch. Girard* et *Pabst*. Lettre à M. le Ministre de l'agriculture sur les vidanges des villes. (Arts économiques.)

M. *Casalonga*, ingénieur conseil, rue des Halles, 15, à Paris. Loi du Luxembourg sur les brevets d'invention, brochure in-8°, Charleville, 1880. (Comité du commerce.)

M. *Thirion* (Ch.), boulevard Beaumarchais, 95, envoie à la Société un exemplaire d'un ouvrage intitulé : *Le Congrès international de la propriété industrielle, tenu à Paris en* 1878. (Commerce.)

M. *de Laboulaye*, en présentant cet ouvrage à la Société, fait remarquer que l'auteur recommande, à l'instar de ce qui se passe aux États-Unis d'Amérique, l'*examen préalable*, sur lequel il avait lui-même attiré l'attention de la Société, le 9 janvier de cette année.

Il signale, en même temps, une publication très-remarquable du journal anglais l'*Engineering*, qui, à chacun de ses numéros, dans un article intitulé : *Illustrated patent record*, donne, avec des figures bien exécutées, l'analyse de tous les brevets importants pris en Angleterre, réalisant ainsi pour ce pays, aux frais du journal, la belle publication que fait le *patent office* pour les États-Unis d'Amérique.

M. *Casaramon*, rue Sainte-Françoise, 7, à Marseille, demande un secours pour faire breveter et adopter un mors pour chevaux, qui s'oppose aux accidents provenant des chevaux emportés. (Agriculture.)

M. *Cardouat* (Jean), forgeron, à Cocumont (Lot-et-Garonne), demande un secours pour faire breveter une charrue qu'il a inventée et dont il envoie la description et le dessin. (Agriculture.)

M. *Bozin* (Alfred), d'Auchy-aux-Bois (Pas-de-Calais, envoie un certain nombre de numéros du *Propagateur* et du *Bélier*, dans lesquels il traite de la destruction

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des animaux nuisibles, des impôts, des faillites et de la fraude des alcools. (Agriculture.)

M. *Chatenet* (Martin), rue des Maraîchers, 88, à Paris, demande l'appui de la Société pour faire adopter un engrais chimique destructeur du phylloxera. (Agriculture.)

M. le docteur *Coutarel* (C.-L.), à Roanne, lettre et brochure in-8°, sur la maladie phylloxérique et son traitement, à l'aide du drosogène. (Agriculture.)

M. *Thirion* (Ch.) envoie six volumes dernièrement publiés de la collection des comptes rendus sténographiques des congrès et conférences à l'Exposition de 1878. (Dépôt à la bibliothèque.)

M. *Maistrasse*, remet à la Société le résultat des travaux qu'elle avait autorisés pour déceler la présence du plomb dans l'étamage et pour vérifier l'utilité de l'emploi du fer-blanc galvanique pour remplacer les pierres lithographiques. (Comités des arts chimiques et des beaux-arts.)

M. *Viney* (Hubert), à Chaumont, lettre relative à l'annonce d'un procédé pour désinfecter les caisses d'épuration du gaz. (Arts chimiques.)

M. *Kaversa-Vincey*, à Chaumont, lettre relative à la désinfection des fosses d'aisances. (Arts économiques.)

M. *Jean* (Y.), rue des Merciers, 28, à La Rochelle, indication du procédé qu'il emploie pour durcir les pierres tendres et les rendre propres à la lithographie. (Beaux-arts.)

M. *Henault* (P.-H.), tailleur, à Paris, rue de Richelieu, 99, présente à la Société une série de tarifs différentiels et spéciaux sur toutes les questions relatives à l'habillement pour hommes. (Commerce.)

M. *Souday*, ingénieur-chimiste, à Marseille, présente le liquomètre *Émile Deiss* pour mesurer le titre d'un liquide alcooliqne. (Arts mécaniques.)

M. *Delaurier* (Émile), rue Daguerre, 71, fait envoyer à la Société par M. *Desnos*, boulevard Magenta, 11, à Paris, les Mémoires avec dessins suivants :

Machine magnéto-électrique rationnelle. (Arts économiques.)

Moulins à vent et moulins perpétuels. (Arts mécaniques.)

Emploi de l'agitation des vagues. (Arts mécaniques.)

Navires insubmersibles. (Arts mécaniques.)

Concentrateur solaire perfectionné. (Arts économiques.)

M. *Mallet* (A.), ingénieur civil, rue de La Rochefoucauld, 30, à Paris, envoie des documents sur les résultats obtenus par l'emploi des locomotives Compound sur les chemins de fer secondaires. (Arts mécaniques).

M. *Simmond*, surintendant du département des expositions internationales au Cristal-Palace, annonce que les Directeurs ont pris leurs dispositions pour organiser une série d'expositions industrielles ; ils se proposent de commencer par celle des lainages, de la laine et de ses applications diverses, qui aura lieu en 1881, de juin à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

octobre. Ils demandent que la Société d'encouragement leur donne son concours. (Arts mécaniques et agriculture.)

M. *Poirier* (F.), commis épicier, rue des Saussaies, 5, à Paris, a inventé un moulin tamiseur pour pulvériser les matières nuisibles à la respiration. (Arts mécaniques.)

M. *Fromentin* (G.), avenue de Neuilly, 119, près Paris, alimentateur automoteur des chaudières. (Arts mécaniques.)

M. *Raffard* (N.-J.), rue Vivienne, 16, à Paris, frein équilibré pour la mesure de très-petites forces. (Arts mécaniques.)

M. *Rigat*, rue du Bayle, 3, à Bar-le-Duc, détails nouveaux sur un siphon perfectionné. (Arts mécaniques.)

M. *Durand* (A.) présente le dessin et la légende d'une machine à calculer de son invention. (Arts économiques.)

M. *Blancoud*, place Dauphine, 17, à Paris, demande que les engrenages des machines soient isolés par une grille, de manière à rendre impossibles les accidents qui surviennent lorsque les vêtements d'un ouvrier sont pris dans un engrenage. Il se félicite d'avoir été assez heureux pour empêcher un de ces accidents dans une visite qu'il a faite à une filature. (Arts mécaniques.)

M. *Jamain*, constructeur mécanicien, membre de la Société, envoie le prospectus des compteurs à eau qu'il a inventés et qui sont exploités par une société, avenue Percier, 8 *bis*, à Paris. (Arts mécaniques.)

M. *Gaudot* (J.-C.), ouvrier, rue des Partants, 4, à Paris, mécanisme pour la taille des roues d'engrenage. (Arts mécaniques.)

M. *Otto Lelm*, rue Duphot, 12, à Paris, présente à la Société un appareil pour prendre des copies écrites en noir, qu'il nomme l'*autocopiste noir*. (Arts économiques.)

M. *Cefrey* (Edmond), 1, rue Kléber, au Havre. Tableau de sonnerie électrique, présenté par M. *Doray*, correspondant de la Société au Havre. (Arts mécaniques.)

M. *Ulmann* (J.-G.), rue Richer, 42, à Paris. Régulateur automatique par expansion. (Arts mécaniques.)

M. *Housse*, rue de la Folie-Méricourt, 34, et chez M. *Peltier*, constructeur-mécanicien, rue Fontaine-au-Roi, 10, à Paris. La Parisienne, pompe nouvelle à bielle hydraulique. (Arts mécaniques.)

M. *Lebourdais* (Louis), rue Rochechouart, 38, à Paris. Système de serrure dont le mécanisme peut arrêter et signaler toute tentative d'effraction par fausses clefs. (Arts mécaniques.)

M. *Goueslain* (A.), rue de Flandre, 41. Robinet à vis perfectionné avec un spécimen. (Arts mécaniques.)

M. *Sengrün* (H.), constructeur-mécanicien, à Épinal, rappelle l'envoi qu'il a fait d'un dossier relatif à sa machine à trois cylindres. (Arts mécaniques.)

M. *Bourdier* (Gabriel), avocat sériculogue, de Montbayer (Dordogne), rue la Ville-Lévêque, 28, et chez M. *Agnelly*, son correspondant, commissionnaire-courtier en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soie, à Alais (Gard). Machine à double effet inventée par M. *Tastevin*, filant et moulinant la soie des cocons sauvages. (Arts mécaniques.)

M. *Straton*, rue Monsigny, **1**, Hôtel Monsigny. Nouveau système de comptabilité s'adaptant à tous les calculs de l'industrie. (Arts économiques.)

Envois des membres du conseil et des correspondants. — M. l'amiral *Pâris* membre de l'Académie des sciences et du conseil d'administration de la Société, envoie, pour la bibliothèque, la première livraison de l'ouvrage qu'il publie sous le titre de : *Souvenirs de marine conservés ou collection de plans de navires et de bateaux de tous pays tracés pour les constructeurs ou marins*. Atlas in-folio.

M. le *Président* exprime à M. l'amiral *Pâris*, les remerciements du conseil pour l'envoi de cette belle publication qui sera déposée à la bibliothèque de la Société.

MM. *Lawes* (J.-B.) et *Gilbert* (J.-H.), à Rothamstead, correspondants anglais de la Société, adressent pour la bibliothèque :

Memoranda of the origin plan and results of the field and other experiments, etc ;

Our climate and our wheat-crops ;

On the home produce ;

Results of experiments on the mixed herbage of permanent meadow (part 1st).

M. *Breton* (Philippe), membre correspondant de la Société à Grenoble. *Étude sur les orbites hyperboliques et sur l'existence probable d'une réfraction stellaire*. Un vol. in-8. Paris, **1880**, Gauthier-Villars. (Bibliothèque.)

M. le *Président* adresse des remerciements aux auteurs de ces envois, et en ordonne le dépôt à la bibliothèque.

MM. les *Secrétaires* signalent les ouvrages suivants dans la partie imprimée de la correspondance :

MM. *Jannetaz*, *Vanderheym*, *Fontenay* et *Coutance*, diamants et pierres précieuses, bijoux, joyaux, orfèvrerie. Beau volume in-8 illustré. Envoi de M. *Rothschild*, éditeur, rue des Saint-Pères, **13**. (Comité des beaux-arts.)

Société royale de Dublin, *Scientific proceedings* de **1877** à **1879**.

M. le comte *Du Moncel*, membre du conseil. Notice sur la vie et les travaux de M. *Gaugain*. Caen, **1880**. Brochure in-8. (Bibliothèque.)

M. *Guillemin* (André). *Le Monde physique*, 1re et 2e série. Grand in-8 illustré. Paris, **1880**. Envoi de MM. Hachette et Cie. (Arts économiques.)

M. *Gauthier* (Ch.), ingénieur civil. *Description de deux lacs de la région du Caucase, riches en sulfate de soude*. Paris, **1880**. Brochure in-8. (Comité des arts chimiques.)

Patronage industriel des enfants de l'ébénisterie. Distribution des prix de la quatorzième année. (Comité de l'architecture et des beaux-arts.)

M. *Poulain* (César). *Lettre sur l'agriculture et les traités de commerce*. Paris, **1880**. In-8. (Comité de l'agriculture.)

M. *Kupfferschlaeger* (Is.), professeur, à Liége (Belgique). *Appréciation des nou-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

velles théories chimiques. Paris, 1880. Envoi de M. Savy, libraire. (Comité des arts chimiques.)

Bulletin du ministère des travaux publics, statistique et législation comparée. In-8, livraisons de juin et de juillet 1880.

Notice sur les dessins, modèles et ouvrages du *Ministère des travaux publics* pour l'Exposition universelle de Melbourne en 1880. Paris, 1880. Un vol. in-8 illustré. (Architecture et beaux-arts.)

Annuaire statistique de la France, 3e année, 1880, dressé par le Ministère de l'agriculture et du commerce, service de la statistique générale de la France. Paris, 1880. Un vol. in-8. (Commerce.)

M. *Rondot* (Natalis), président de la 4e section de la Commission permanente des valeurs. *Le commerce et l'industrie et le prix des matières textiles dans l'année* 1879. Broch. in-8. Paris, 1880. (Commerce.)

M. *Planat*, rédacteur en chef de la *Semaine des constructeurs*, cours de constructions civiles. 1re partie : Chauffage et ventilation des lieux habités. Un beau vol. grand in-8 illustré. Envoi de Ducher, éditeur. (Architecture et beaux-arts.)

Ministère des travaux publics, ports maritimes de la France, tome IV, d'Ouessant au Poulinguen. Paris, 1880. Un vol. grand in-8, avec atlas in-folio de cartes et plans. (Architecture et beaux-arts.)

La *Typologie Tucker*, recueil de l'imprimerie et de la lithographie. Broch. in-4.

The temnograph, par Rymer Jomes. Machine à lever les plans et à niveler. Brochure in-8, extraite des *Proceedings* de l'institution des ingénieurs civils de Londres. (Arts mécaniques.)

RAPPORT DES COMITÉS. — Le conseil, après avoir entendu les rapports de M. *Le Blanc* et de M. *Sebert* demandant la déclaration de deux nouvelles vacances, vote cette déclaration : 1° pour le comité des arts chimiques en remplacement de M. *Chevallier ;* 2° pour le comité des arts économiques en remplacement de M. *Paliard.*

L'élection pour remplir ces vacances sera faite, conformément au règlement, dans la séance du 26 novembre.

COMMUNICATIONS. — *Télémètres à retournement et à collimation.* — M. le colonel *Sebert* présente à la Société un *télémètre à retournement et à collimation, applicable au service à terre et au service à bord, imaginé par M. Le Cyre, ingénieur civil,* 11, *avenue Trudaine.*

M. le *Président* remercie M. *Le Cyre* et M. le colonel *Sebert* de cette très-intéressante communication. Il fait remarquer la précision inespérée qui résulte de ces recherches, pour des mesures effectuées dans des conditions aussi difficiles, soit à cause de l'instabilité de l'observateur, soit par suite de la brièveté du temps donné pour l'observation. (Cette communication paraîtra au *Bulletin.*)

M. le *Président* remercie également M. *Jacob de Marre* de la brochure avec atlas qu'il a donnée à la Société, et dans laquelle sont résumées les recherches faites,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jusqu'à présent, sur la télémétrie. Cet ouvrage sera déposé à la bibliothèque.

Indigotine artificielle. — M. *Rosenstiehl*, fait une communication sur les procédés de M. *Baeyer* pour la préparation artificielle de l'indigotine.

M. le *Président* remercie M. *Rosenstiehl* de cette intéressante communication qui répond à l'une des demandes de la Société, laquelle a provoqué la recherche de procédés synthétiques pour reproduire artificiellement les matières naturelles utiles aux arts. Un problème de ce genre a été résolu, il y a quelques années, par la découverte de l'alizarine artificielle; malheureusement elle a eu pour résultat de faire concurrence à l'un des produits importants de l'agriculture de quelques régions de la France. Des craintes de ce genre ne se produiront pas pour l'*indigotine* qui a été, jusqu'ici, un produit végétal exotique, et l'industrie française peut saluer, sans regret, les perfectionnements dans les arts tinctoriaux que la découverte de M. *Baeyer* permet d'espérer. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Élection d'un membre du comité des arts chimiques. — Le candidat proposé par le comité et dont les titres ont été examinés par le conseil en comité secret, est M. *Vincent*, professeur à l'École centrale des arts et manufactures.

Un scrutin est ouvert par M. le *Président* et le dépouillement des votes fait, par le bureau, donne l'unanimité des voix à M. *Vincent*.

En conséquence, M. le *Président* proclame M. Vincent membre du comité des arts chimiques. Cette élection sera soumise à la ratification de l'assemblée générale à sa plus prochaine réunion.

Élection d'un membre du comité des arts économiques. — Le candidat proposé par le comité et dont les titres ont été discutés par le conseil est M. *Bertin*, sous-directeur de l'École normale supérieure. Un scrutin est ouvert par M. le *Président* et le dépouillement des votes fait par le bureau, donne l'unanimité des suffrages à M. *Bertin*.

En conséquence, M. le *Président* proclame M. Bertin membre du comité des arts économiques. Cette élection sera soumise, dans la prochaine assemblée générale, à la sanction de la Société.

Séance du 26 *novembre* 1880.

Présidence de M. de la Gournerie, membre du comité des arts économiques.

Correspondance. — M. *Martial*, avenue Parmentier, 46, à Paris demande à la Société, au nom de M. *Parrot* aîné (Ch.), fabricant de bois durci, rue Charlot, 40, de faire examiner un système de pavage en bois préparé, qu'il nomme bois reconstitué. (Arts économiques.)

M. *Pia* (J.), boulevard de Belleville, 34, à Paris, a inventé une machine à remplir et à boucher simultanément les bouteilles et une pompe pneumatique pour faire le vide dans les bouteilles; il demande que la Société les fasse examiner. (Arts mécaniques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Lequy*, ouvrier forgeron, avenue de Bel-Air, 7, à Paris, présente à la Société une machine moissonneuse qu'il a inventée. (Agriculture.)

M. *Hanrez* (Prosper), ingénieur civil, demande l'examen de la Société pour un système mécanique par lequel les wagons d'un chemin de fer peuvent être accrochés à un train en marche ou en être détachés sans arrêter le mouvement. (Arts mécaniques.)

M. *Constant* (J.), à Chavagnac, commune d'Aureil, près Limoges, envoie à la Société des études sur la cause des phénomènes magnétiques. (Arts économiques.)

M. *Poon de Sapincourt,* à Rouen, envoie à la Société un exemplaire d'un rapport sur la pétition adressée à la Chambre des députés par M. *Louis Oviève* relativement aux accidents de fabrique. (Dépôt à la bibliothèque.)

M. le *Ministre des travaux publics* propose l'échange du Bulletin de ce ministère (Statistique de législation comparée) contre les publications de la Société. (Commission du Bulletin.)

M. *J. de la Gournerie,* membre du Conseil, fait hommage à la Société d'un exemplaire de ses études économiques sur l'exploitation des chemins de fer. Brochure de 200 pages grand in-8° (*Gauthier-Villars.*)

M. *Barral*, membre du Conseil, envoie un exemplaire d'une brochure intitulée : Discours sur les irrigations, prononcés à Perpignan, à Grenoble et à Gap.

M. *Haton de la Goupillière*, membre du Conseil, envoie un exemplaire d'une brochure in-8°, ayant pour titre : De l'échauffement produit par l'affaissement des terrains.

Des remerciements sont adressés aux auteurs de ces envois et les ouvrages seront déposés à la Bibliothèque.

M. *Goudet* (Jules), rue Constantine, 9, à Lyon, propose un appareil pour arrêter les chevaux emportés. (Agriculture.)

M. *Racotta* (C.-N.), à Bucharest, président du comité central de la Société d'agriculture roumaine, qui publie un journal hebdomadaire, le *Moniteur agricole,* demande l'échange de cette publication contre celle de la Société d'encouragement. (Commission du *Bulletin.*)

M. *Monduit*, architecte, avenue de Clichy, 41, demande l'examen de la Société pour une collection de modèles de coupe de pierre reproduits par le moulage et qui forme un enseignement complet de ce genre d'étude. (Construction et beaux-arts.)

M. *de Laboulaye*, secrétaire, signale au Conseil un tour de force remarquable de zincographie fait en Angleterre, qui consiste en une réduction au quart des feuilles de l'*Engineering*, contenant le résumé hebdomadaire illustré que publie ce journal pour les patentes prises dans le Royaume-Uni. Il attire l'attention du Conseil sur la parfaite netteté des caractères de cette impression qu'on ne peut lire qu'avec une loupe et dont les détails sont irréprochables.

COMMUNICATIONS. — *Vignes phylloxerées. Emploi des pompes à vapeur.* —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Mangon* présente des documents sur l'utilité des pompes à vapeur pour élever l'eau nécessaire au traitement des vignes envahies par le phylloxera.

Il met aussi sous les yeux du Conseil une note de M. *Thirion*, et il demande qu'elle soit publiée dans le *Bulletin*.

La communication de M. *Mangon* et la note de M. *Thirion* sont renvoyées à la commission du *Bulletin*. (Ces deux documents sont insérés dans le présent cahier de décembre.)

Alimentation et travail des chevaux de trait. — M. *Muntz* (A.), chef des laboratoires de l'Institut agronomique, rue Pernelle, 8, à Paris, expose à la Société les recherches qu'il a faites sur l'alimentation et sur la production du travail des chevaux dans la Compagnie générale des Omnibus.

M. le *Président* remercie M. *Muntz* de cette intéressante communication. (Ce travail est inséré dans le présent cahier.)

ELECTION D'UN MEMBRE DU COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES. — Les candidats proposés par le comité et dont les titres ont été examinés par le Conseil en comité secret, sont :

En première ligne, M. *Jungfleisch*.

En deuxième ligne, *ex æquo* et par ordre alphabétique, MM. *Bardy* et *Rosenstiehl*.

Le scrutin est ouvert par M. le *Président*, et le dépouillement des votes donne un grande majorité pour l'élection de M. *Jungfleisch*.

En conséquence, M. le *Président* proclame M. JUNGFLEISCH membre du comité des arts chimiques. Cette élection sera soumise à la ratification de l'assemblée générale de la Société.

ELECTION D'UN MEMBRE DU COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES. — Le candidat présenté par le Comité et dont les titres ont été examinés par le Conseil en comité secret est M. *Ser*, ingénieur civil, professeur à l'École des arts et manufactures.

Un scrutin est ouvert par M. le *Président*, et le dépouillement par le bureau donne l'unanimité des votes pour l'élection de M. *Ser*.

En conséquence, M. le *Président* proclame M. SER membre du comité des arts économiques. Cette élection sera soumise à la ratification de l'assemblée générale de la Société.

PROGRAMME DES PRIX MIS AU CONCOURS PAR LA SOCIÉTÉ. — M. le *Président* proclame le programme des prix mis au concours par la Société pour les six années de 1881 à 1886. Il se compose, 1° de six grandes médailles; 2° de cinquante-quatre prix divers, dont dix grands prix, neuf prix spéciaux pour le comité des arts mécaniques, vingt prix pour le comité des arts chimiques, huit prix pour le comité des arts économiques, sept prix pour le comité de l'agriculture. Ces prix s'élèvent à la somme de 120 800 fr.

M. le *Président* donne lecture de la liste de ces prix; il annonce que le programme détaillé sera distribué gratuitement au secrétariat de la Société.

NOMINATION D'UN MEMBRE PERPÉTUEL. — M. le *Président* présente à la Société une demande faite par la famille de M. PALIARD, dont la Société déplore la perte récente,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'effet de faire inscrire son nom parmi ceux des membres donateurs-perpétuels. — Sur la proposition de M. le *Président*, le Conseil vote à l'unanimité cette inscription.

NOMINATIONS DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société : MM. *Jungfleisch*, professeur à l'École de pharmacie ; *Desain*, architecte en chef de la Préfecture de police ; *Poillon*, ingénieur, à Paris.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE LA SOCIÉTÉ. — M. le *Président* annonce que la Société se réunira en assemblée générale le 10 décembre prochain, afin de procéder à l'élection des membres du bureau pour 1881 et à la ratification des élections faites par le Conseil en 1880.

Séance générale du 10 *décembre* 1880.

Présidence de M. DUMAS, président.

NOMINATIONS. — M. le *Président* annonce à l'assemblée que la Société est réunie en assemblée générale pour procéder à l'élection des membres du Bureau du Conseil d'administration pour 1881 et à la ratification des nominations des membres du Conseil faites pendant l'année 1880.

M. le *Président* invite les membres de la Société à inscrire leur nom sur le registre de présence et à déposer leur vote dans l'urne qui est placée au milieu de la salle.

CORRESPONDANCE. — M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* adresse à la Société deux exemplaires des tables générales du Catalogue des brevets d'inventions pris en 1879 et, en double exemplaire, les numéros 4, 5 et 6, 1re et 2e partie du même Catalogue pour 1880. (Bibliothèque.)

M. *Asaert* (J.), rue Ramponneau, 27, boulevard de Belleville, présente à la Société une machine servant à débiter, broyer et piler les bois des Indes. (Arts mécaniques.)

M. *Davin*, lithographe, avenue de la Gare, 25, à Nice, demande l'examen d'un nouveau genre de dessin décoratif fait sur pierre lithographique. (Beaux-arts.)

M. *Mouraille* (Édouard), successeur de Peyrus-Cousins, à Toulon (Var), envoie une note sur le graissage des machines à vapeur, avec les dessins d'un graisseur perfectionné. (Arts mécaniques.)

M. *Hesling* (Pierre), brigadier de la douane, à Landres, par Audun-le-Roman (Meurthe-et-Moselle) ; invention ayant pour objet de protéger, pendant la nuit, les habitants d'une maison contre toute surprise extérieure. (Arts économiques.)

M. *Rudolf* (N.), chef des ateliers de constructions mécaniques aux faïenceries de Sarreguemines, présente à la Société un avant-train moteur, pour voitures routières et autres applications. (Arts mécaniques.)

Le *Président* de l'Académie royale des sciences et lettres de Cadix envoie à la Société d'encouragement le compte rendu de la séance d'inauguration de l'année académique 1880-1881 de cette Académie. (Dépôt à la Bibliothèque.)

M. *Chotteau* (Léon) envoie à la Société des exemplaires d'une brochure in-8 con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tenant des documents pour servir aux négociateurs du traité franco-américain. (Comité du commerce.)

M. *Gilbert* (J. H.), correspondant de la Société, président de la Section de chimie de l'Association britannique, à Swansee, en 1880, envoie un exemplaire du discours qu'il a prononcé à l'ouverture de la session. (Remerciements et dépôt de la brochure à la Bibliothèque.)

M. *Moissan* (Henri), envoie un exemplaire d'une thèse qu'il a soutenue sur les oxydes métalliques de la famille du fer. (Dépôt à la Bibliothèque.)

M. *Chandelon* (S.), correspondant de la Société, professeur à l'Université de Liège, envoie un exemplaire de sa brochure sur l'explosion de la poudrerie royale de Wetteren. (Bibliothèque.)

Un anonyme, sous la devise : *Il purifie*, envoie un Mémoire pour concourir au prix proposé par la Société pour la fabrication économique et l'emploi industriel de l'ozone. (Comité des arts chimiques.)

• *Chemins de fer Trans-Saharien.* — M. *Baude* présente à la Société une brochure de M. *Duponchel*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, intitulée : *Lettre à MM. les membres de la Commission supérieure du Trans-Saharien* et, à cette occasion, il rend compte de l'état dans lequel se trouve cette question en ce moment.

M. le *Président* remercie M. *Baude* de la présentation de cette brochure qui est renvoyée à la Commission du *Bulletin*. (Cette communication est insérée dans le présent cahier.)

Nécrologie. — M. le *Président* annonce au Conseil la mort de M. Moll, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'Institut agronomique, officier de la Légion d'honneur. M. *Moll* faisait, depuis trente-cinq ans, partie du comité d'agriculture dans le Conseil de la Société, et ses collègues n'oublieront jamais l'esprit clair et pratique qu'il apportait dans l'examen des affaires qui lui étaient soumises et la bienveillance simple et naturelle qui lui assurait la sympathie de tous ceux qui l'ont connu.

M. le *Président* fait aussi connaître une autre perte très-regrettable pour la Société et pour l'industrie, celle de M. Aubin (Jules), l'inventeur des meules blutantes qui constituent une des plus remarquables découvertes qui aient été faites, depuis longtemps, dans la meunerie, et que la Société d'encouragement a été heureuse de signaler en décernant à M. *Aubin* une médaille d'or.

Rapports des comités. — M. le colonel *Sebert* lit, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur un appareil pour la reproduction autographique de l'écriture et des dessins, présenté par M. *Otto Lelm*, demeurant rue Duphot, 12, à Paris.

Le comité pense que l'appareil est appelé à rendre d'utiles services au commerce, à l'industrie ainsi qu'aux administrations, et qu'il y a lieu d'en propager l'emploi. Il propose d'approuver son Rapport et d'en ordonner l'insertion au *Bulletin* de la Société.

Ces conclusions, mises aux voix, sont adoptées par le Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Diamants et pierres précieuses. — M. *Ernest Dumas* lit, au nom du comité des beaux arts, un Rapport sur une monographie de la joaillerie.

L'ouvrage que présente à la Société M. *Rotschild* (éditeur, 13, rue des Saints-Pères, à Paris), sous le titre de : *Diamants et pierres précieuses*, est à la fois un beau livre d'étrennes et une histoire très-complète à tous les points de vue des matériaux utilisés par la joaillerie et la bijouterie dans tous les temps et chez tous les peuples. Quatre auteurs d'une compétence indiscutable : MM. *Jannettaz*, *Coutance*, *Vanderheym* et *Fontenay*, ont concouru, chacun pour la partie se rattachant à ses études spéciales, à mettre sous les yeux du lecteur, dans un ordre méthodique, tout ce qui concerne ces produits naturels.

Les notions minéralogiques et chimiques, les procédés industriels d'exploitation et d'appropriation, la valeur commerciale, et les applications artistiques sont présentés avec une grande exactitude et une clarté à laquelle de nombreux dessins très-nets et très-soignés ajoutent beaucoup de charme.

Ce bel ouvrage est donc, en somme, un beau livre et un livre utile qui vient se joindre heureusement à la série des publications scientifiques élégantes faites, depuis quelques années, par M. *Rotschild*.

Moulin tamiseur. — M. *de Laboulaye* fait, au nom du comité des arts mécaniques, un Rapport sur le moulin tamiseur de M. *Poirier*.

L'appareil construit par M. *Poirier*, dit le rapporteur, paraît assez simple pour pouvoir être mis à un prix modéré à la disposition des épiciers et des pharmaciens qui peuvent en faire un usage fréquent ; en conséquence, le comité propose d'aider, par votre suffrage et la publicité du *Bulletin*, à sa propagation, persuadé que cet appareil pourra rendre d'utiles services.

Les conclusions de ce Rapport, mises aux voix, sont adoptées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Liquide inflammable sans danger.* — M. *Kordig* (C.), présente à la Société un liquide inflammable, doué de propriétés spéciales singulières.

Ce liquide est très inflammable ; il brûle avec une lumière aussi blanche que le gaz ; mais cette flamme ne produit pas la combustion des corps sur lesquels ce liquide est versé.

M. Kordig montre des vases dans lesquels il brûle ce liquide et desquels sort une flamme qui n'échauffe pas le bec qui la produit. Ces vases sont à plusieurs becs, quelquefois en sens inverse; lorsqu'ils tombent et que le liquide se répand sur le parquet, un tapis ou même du foin ou de la paille, il n'en résulte aucun incendie, le liquide brûlant sans communiquer le feu aux objets environnants. Un doigt trempé dans ce liquide et allumé peut servir à allumer des bougies sans qu'on ressente de brûlure, et le bec d'une lampe qu'on vient d'éteindre ne fait ressentir à la main aucune chaleur incommode.

M. *Kordig* termine ses expériences en plongeant un mouchoir dans le liquide et en montrant que, après la combustion avec flamme vive du liquide dont il est imbibé,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aucun fil de ce mouchoir n'a été atteint par le feu. La même expérience, faite sur un chapeau dont il est coiffé, a donné une flamme volumineuse sans que le chapeau ait été altéré.

M. le *Président* remercie M. *Kordig* de ses curieuses expériences et charge les comités de chimie et des arts économiques d'en faire l'étude. Dès à présent, il fait remarquer que ce liquide est très-carburé, ce qui explique la blancheur et l'intensité de sa flamme, et qu'il est très-volatil, puisqu'il bout à 32 degrés, de sorte que sa vaporisation abaisse la température du support qui se trouve ainsi protégé contre les altérations qu'y produirait la combustion de la vapeur du liquide.

SCRUTIN POUR LES ÉLECTIONS. — Avant de lever la séance, M. le *Président* annonce à l'assemblée le résultat négatif du vote pour les élections. Le nombre des votants constaté par le scrutin est inférieur à 100, nombre prescrit par le paragraphe premier de l'article 37 des statuts de la Société.

Une nouvelle assemblée générale aura lieu le 24 décembre courant et le scrutin pour la nomination du bureau et pour la ratification des nominations faites par le Conseil sera valable, quel que soit le nombre des votants, en vertu du 4e paragraphe du même article des statuts.

Séance du 24 décembre 1880.

Présidence de M. BAUDE, vice-président.

NOMINATION DU BUREAU POUR 1881. — M. le *Président* annonce que la Société est réunie en assemblée générale pour procéder à l'élection des membres du bureau du Conseil d'administration pour l'année 1881, et à la ratification des nominations des membres de ce Conseil, qui ont été élus pendant l'année 1880.

Il rappelle qu'un scrutin ouvert à ce sujet, dans l'assemblée du 10 de ce mois, n'a pas donné un nombre de votants suffisant et conforme aux prescriptions de l'art. 37 des statuts, ce qui a obligé à réunir de nouveau la Société dans l'assemblée d'aujourd'hui. Il invite les membres présents à inscrire leur nom sur le registre des votants et à déposer leur bulletin de vote dans l'urne qui est placée au milieu de la salle.

CORRESPONDANCE. — M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* envoie pour la Bibliothèque de la Société le tome VII de la Statistique générale de la France, année 1877, que son ministère vient de publier. Il envoie aussi pour la Bibliothèque les parties de la collection des rapports du jury des récompenses de l'Exposition universelle de 1878, qui ont paru jusqu'à ce jour, et annonce qu'il en enverra les autres parties au fur et à mesure de leur publication. (Des remerciements sont adressés à M. le Ministre et les volumes reçus seront déposés à la Bibliothèque.)

M. *Lemoine* (Henri), président du patronage des Enfants de l'ébénisterie, rue des Tournelles, 17, à Paris, demande à la Société, pour 1881, la continuation de la subvention qu'elle accorde tous les ans à cette œuvre. (Commission des fonds.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Rengade* (Pierre), fondeur constructeur, à Agen (Lot-et-Garonne), présente à l'examen de la Société la pompe rotative *Averseng* qu'il construit. (Arts mécaniques.)

M. *Poillon* (A,), ingénieur, constructeur mécanicien, boulevard Montparnasse, 158, à Paris, demande à la Société de faire examiner la pompe *Greindl*, qu'il construit et applique aux irrigations. Il envoie une collection de documents sur les essais faits avec cette pompe dans la marine à Brest et dans l'industrie. (Arts mécaniques.)

M. *Franck* (Léon), ingénieur, rue de Châteaudun, 54, à Paris, envoie des documents qui font connaître les résultats obtenus par l'application qui vient d'être faite à partir du 25 novembre dernier de sa locomotive sans foyer, à la traction, sur les tramways de Lille à Roubaix pour une distance de 2 211 mètres qui est parcourue 11 fois par jour par le convoi, de deux voitures traînées par la locomotive à eau chaude. Ce parcours comprend des pentes de 4 0/0 et se trouve placé en partie dans les rues étroites, où la voie n'a que 6^{m},50 et parfois 4^{m},50 de largeur entre les bordures et où la circulation des voitures ordinaires est assez active. (Arts mécaniques.)

M. *Martin* (A. T.), horloger de précision, rue Royale, 37, à Orléans, présente à la Société une pendule à double compensation, dilatation métallique et pression atmosphérique, et diverses autres inventions dans l'horlogerie de précision. (Arts mécaniques.)

M. *Leroy* (A.), avenue Aubert, 22 *bis*, à Vincennes (Seine), demande que la Société fasse examiner un nouveau modèle d'hélice pour la marine. (Arts mécaniques.)

M. *Grare* (Arthur), à Compiègne, envoie des documents sur les perfectionnements nouveaux qu'il a faits à son apppareil pour mouvement perpétuel. (Arts mécaniques.)

M. *Mourceau*, fabricant de tapisseries, rue de la Ferme-des-Mathurins, 16, à Paris, présente au nom de M. *Routier* (E.), fabricant de tapis à Smyrne, une communication sur la fabrication et le commerce des tapis turcs dits de Smyrne.

M. le *Président* remercie M. *Routier* et M. *Mourceau* de cette communication, et charge le comité du commerce d'en faire l'examen.

Nécrologie. — M. le *Président* annonce à la Société la mort de M. *Personne*, membre du comité des arts économiques dans le Conseil d'administration, de l'Académie de médecine, du Conseil d'hygiène et de salubrité, professeur à l'École de pharmacie. Il exprime les vifs regrets que cette mort a causés au Conseil, et surtout aux membres du comité des arts économiques dont la sympathie la plus affectueuse était acquise depuis longtemps à M. *Personne*.

M. *de Laboulaye*, secrétaire, annonce la mort de M. *Chasles*. Qu'il me soit permis, dit-il, de rappeler à la Société la perte douloureuse que la France et le monde savant viennent de faire en la personne de M. *Chasles*. Il n'appartenait pas à un de nos comités, mais il était un des plus anciens membres de la Société, et une des personnes qui s'intéressaient le plus à ses travaux. Ce n'est pas ici le lieu de rappeler les nombreux travaux scientifiques qui ont illustré son nom : nous ne voulons que dire un mot du théorème si connu sous le nom de *théorème de Chasles* par lequel il a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

établi que tout mouvement élémentaire d'un corps pouvait se ramener à une rotation, ce qui a permis d'établir, de la manière la plus simple et la plus satisfaisante la théorie des organes des machines, et a fourni la base du dévoloppement donné de nos jours à la cinématique. En donnant le moyen de faire progresser la théorie géométrique des machines, M. *Chasles* a donc rendu à l'industrie un service de l'ordre le plus élevé, et ce n'est que justice que la Société d'encouragement pour l'industrie s'associe aux hommages rendus à l'illustre savant par les hommes les plus éminents de notre pays.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Gravures photographiques.* — M. *Davanne* fait, au nom du comité des beaux-arts, un Rapport sur les gravures photographiques présentées par M. *Arents*, 43, *rue Tournefort*, à Paris.

Le comité propose de remercier M. *Arents* de son intéressante communication et d'ordonner l'insertion du présent Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil.

DÉPOUILLEMENT DU SCRUTIN. — M. le *Président*, assisté de MM. les *Secrétaires*, procède au dépouillement du scrutin et constate que les propositions du Conseil ont réuni l'unanimité des suffrages exprimés par quarante-huit votants.

En conséquence, il proclame la composition du Bureau pour l'année 1881.

Président : M. J. B. DUMAS.

Vice-présidents : MM. le baron BAUDE, le baron THÉNARD, Edmond BECQUEREL, l'amiral DE CHABANNES.

Secrétaires : MM. Eugène PELIGOT, Ch. DE LABOULAYE.

Censeurs : MM. le général MENGIN-LECREULX, le comte de MONY-COLCHEN.

Trésorier : M. GOUPIL DE PREFELN.

Il déclare aussi que, par le même vote de l'Assemblée générale, les élections faites par le Conseil depuis la dernière Assemblée générale sont ratifiées ainsi qu'il suit :

Pour la commission des fonds : M. THIRION, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Pour le comité des arts chimiques : MM. VINCENT et JUNGFLEISCH.

Pour le comité des arts économiques : MM. BERTIN et SER.

Pour le comité de l'agriculture : M. RONNA.

Pour le comité des constructions et des beaux-arts : M. GEOFFROY.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE

DES NOUVEAUX MEMBRES ADMIS EN 1880

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MM.

Armengaud aîné fils, ingénieur civil, à Paris.
Béchet, chef du contentieux à la Compagnie française pour l'éclairage au gaz du centre et du midi, à Paris.
Bertin, sous-directeur de l'École normale supérieure, à Paris.
Bonnaz, à Paris.
Bourguignon, manufacturier, à Donchery (Ardennes).
Callier, horloger de l'observatoire et fournisseur de la marine de l'État, à Paris.
Desain, architecte en chef de la Préfecture de Police.
Duchesne frères, maroquiniers, à Paris.
Garnier (Charles), membre de l'Institut et architecte de l'Opéra.
Germain fils, manufacturier, à Nîmes.
Grammont, affineur de métaux, à Pont-de-Chérui (Isère).
Guelle, fabricant de corsets, à Paris.
Jungfleish, professeur à l'École de pharmacie, à Paris.

MM.

Jousset, imprimeur-typographe, à Paris.
Lamotte, à Paris.
Lallemand, ingénieur-civil, à Paris.
Ladrey, directeur de la station agronomique de la Côte-d'Or, à Paris.
Lebon (Georges), capitaine d'artillerie attaché au comité d'artillerie, à Paris.
Leblond, chef de bureau au Ministère de l'agriculture et du commerce.
Lemoine (Gaston), éditeur de musique, à Paris.
Mamelzer, ingénieur-mécanicien, à Paris.
Michaelis, ingénieur civil, à Luxembourg.
Plassiard, ingénieur en chef en retraite, à Lorient.
Picq, ingénieur-mécanicien, à Tarbes.
Poillon, ingénieur des arts et manufactures, à Paris.
Redier, horloger-mécanicien, à Paris.
Siegfried (Jacques), négociant, à Paris.
Thirion, ingénieur en chef en retraite, 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 DIX-NEUVIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

(Troisième série — tome VII.)

(La lettre (P) à la suite d'un article indique qu'il ne s'agit que d'une présentation.)

A.

Achard. Simplifications à son frein électrique pour les chemins de fer, **227**. (Rappel méd. or), **397**.
Anthoni. Moyen pratique d'amortir les ébranlements et les vibrations qui résultent de l'emploi des marteaux mécaniques (concours) (encouragement), **377**.
Arentz. Photo-gravure en creux ou en relief, **495**, **765**.
Argenteuil (marquis *d'*). Situation de sa fondation, **435**.
Armengaud jeune. Sur les moteurs à gaz à l'Exposition universelle de **1878**, **531**.
Arsonval (*d'*). Emploi du téléphone comme galvanomètre (P), **222**.
Asaert. Machine à débiter, broyer et piler les bois des Indes (P). **761**.
Ashmore et *White*. Construction d'un gazomètre colossal en Angleterre, **209**.
Aubin (*Jules*), membre et lauréat de la Société, sa mort, **762**.
Audouin. Son brûleur à gaz donnant une lumière d'une grande intensité, **308**.
Averseng. Pompe rotative (P), **764**.
Avril. Instruments à dessiner (méd. arg.), **410** **713** (pl. **121**).

B.

Babey. Fabrication mécanique des guipures (méd. or), **398**.
Baeyer. Indigotine artificielle, **757**.
Ballé (*A.*). Système de fermeture pour les flacons de conserves (P), **223**.
Barker (*Ch.*). Sa mort, **211**.
Bapts. Situation de sa fondation, **436**.
Barral. Discours prononcé sur la tombe de M. *Moll* (*Louis*), **728**.
— Discours sur les irrigations, **758**.
Barrault (*Émile*). Son opinion sur l'examen préalable en matière de brevets, **134**.
Baude (baron). L'enquête du Sénat sur les chemins de fer d'intérêt général, **11**.
— Sur les dépenses d'entretien de la voie des chemins de fer en France, **74**.
— Sur l'état de la question des chemins de fer Trans-Sahariens, **743**.
— (*Elphège*). Situation de sa fondation, **440**.
Bazin (*Alfred*). Communications sur la destruction du phylloxera (P), **752**.
Belgrand. Sur son œuvre conçue et exécutée pour le service des eaux de Paris, **551**.
Belle et *Gaspard*. Fabrication d'objets en nickel massif, **215**.
Benoist-Duportail. Méthode pour la résolution gé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nérale des équations numériques de tous les degrés (P), 495.
— Traduction en vers français de fables d'Ésope et de Phèdre (P), 495.
Bérard. Sur des becs de gaz donnant une lumière d'une grande intensité, 304 (pl. 117).
Berne. Système de ventilation des fosses d'aisance (P), 218.
Bertin. Conférence sur les miroirs magiques, 617.
— Son entrée au Conseil, comme membre du comité des arts économiques, 757.
Bertrand. Sur l'œuvre conçue et exécutée par M. *Belgrand*, pour le service des eaux de Paris, 551.
Bisschop. Prix du concours pour un petit moteur destiné à un atelier de famille décerné à M. *de*, 376.
Bizot. Tiroir pour détente variable (P), 340.
Blain (Constant). Contremaître (méd. br.), 423.
Blanchard (Louis-Alexandre). Contremaître (méd. br.), 423.
Blancoud. Sur les moyens d'empêcher les accidents causés par les machines (P), 754.
Blavier (A.). Application de l'éclairage électrique aux ardoisières d'Angers (pl. 120), 593.
Bolin (S.). Système de frein automatique pour la scie circulaire (P), 338.
Boillé. Nivelettes perfectionnées (méd. br.); 416.
Boitel. Système de fermeture du bas des portes (P), 218.
Bon (de). L'ostréiculture (P), 217.
Bouchon. Situation de sa fondation, 439.
Bourgeois (Dr). Brochure sur l'hygiène des appartements (P), 494.
Bourbier. Sorte de papier pour le crayon lithographique (P), 171.
Bourdier. Machine pour filer et mouliner la soie des cocons sauvages (P), 755.
Bozerian. Projet de loi relatif à la protection des noms commerciaux et à l'usurpation des récompenses industrielles, 452.
Bregand (Louis). Ouvrier (méd. br.), 423.
Bréguet (Antoine). Conférence sur le photophone, 621.
Breton (Philippe). Étude sur les orbites hyperboliques et sur l'existence probable d'une réfraction stellaire, 755.
Brongniart (Adolphe). Notice sur les derniers travaux de M., par *J. B. Dumas*, 717.
Brouardel. Enregistreur sec de la pression du gaz, 224.
Burns (J. H.). Ses expériences pour détruire le doryphora par la levure de bière (P), 212.

C.

Cabiallavetta (Louis). Ouvrier (méd. br.), 423.
Cacheux. Sur les moyens pratiques de remédier à la cherté des loyers des classes laborieuses aux environs de Paris (P), 211.
Callier. Balancier compensateur pour chronomètre de marine (méd. or). 398.
Cancel (Henry). Matrice à charger les cartouches (P), 171.
Carpentier. Frein dynamométrique, 445 (dessins sur bois).
Carré. Situation de sa fondation, 437.
Cavasier. Lampe à vent brûlant l'essence minérale et destinée aux laboratoires, aux souffleurs de verre (P), 171.
Casalonga. Mémoire sur l'Exposition universelle de 1878 (P), 339.
— Brochure sur la loi du Luxembourg, 752.
Cefrey (Édouard). Tableau de sonnerie électrique (P), 754.
Chabrand (E.) et *A. Paulet.* Écrou indesserrable (P), 332.
Chaine (Antoine). Ouvrier (méd. br.), 424.
Chambrier. Appareil de télégraphie électrique imprimeur à cadran, 562.
Chardon. Émulsion sèche au bromure d'argent (méd. plat.), 404.
Chartrain (Modeste). Contremaître (méd. br.), 424.
Chasles (Émile). Sa mort, 765.
— Discours prononcé sur sa tombe, par M. *J. B. Dumas*, 734.
Chatenet (Martin). Engrais chimique destructeur du phylloxera (P), 753.
Chevalier (Michel). Son Mémoire sur la jonction des deux Océans, 34.
Chevallier (membre du Conseil). Discours prononcé sur sa tombe par M. *Planchon*, 58.
Chevallier (frères). Lisses métalliques pour le tissage (méd. arg.), 410.
Cholleau (Léon). Documents pour servir aux négociateurs du traité franco-américain, 761.
Christofle. Observations au sujet du nickel massif de MM. *Gaspard* et *Belle*, 215.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Christofle et *Bouilhet*. Situation de leurs fondations, **437, 438.**
Clémandot. Conférence sur le verre faite à l'Exposition universelle de **1878, 320.**
Clément-Desormes (*Alphonse*). Sa mort, **169.**
Colladon (*D*). Simplification des appareils audiphones américains destinés aux sourds-muets, **163** (dessins sur bois).
Collignon (*Ed.*). Rapport sur le compteur dit cinémomètre de M. *Jacquemier*, **61** (pl. **110** et dessins sur bois).
— Rapport sur l'étude de M. *Alfred Durand-Claye* relative à la stabilité de la coupole projetée par *Bramante* pour la basilique de Saint-Pierre de Rome, **117.**
— Rapport sur le dispositif imaginé par M. *Perrolaz* pour la transformation du mouvement circulaire en mouvement rectiligne, **229** (dessin sur bois).
— Rapport sur les freins dynamométriques de M. *Carpentier* et de M. *Marcel Deprez*, **445** (dessins sur bois).
Collin. Sur l'unification de l'heure, **341.**
Comberousse (*de*) et *Eugène Rouché*. Traité de géométrie (4e édition) (P), **220.**
Combe d'Alma. Emploi du liège dans les constructions (P), **116.**
Coquillon. Appareil destiné à la détermination rapide du grisou dans l'atmosphère des mines, **301** (pl. **116**) (méd. arg.), **411.**
Constant. Études sur la cause des phénomènes magnétiques (P), **758.**
Coret. Appareil dit thermo-signal automoteur (méd. br.), **417.**
Couget (*Eugène*). Contremaître (méd. br.), **424.**
Corenwinder et *Contamine*. Nouvelle méthode pour analyser avec précision les potasses du commerce (P), **211.**
Couhin. Son opinion sur l'examen préalable en matière de brevets, **140.**
Coutance. Le corail, son histoire naturelle, sa pêche, etc., **658.**
Coutarel (Dr). Sur la maladie phylloxérique et son traitement à l'aide du drosogène (P), **753.**
Coze. Ses recherches sur les becs à gaz donnant une lumière intense (P), **306.**
Crépin. Avertisseur et enregistreur de variations de niveau d'une rivière éclusée, **501** (pl. **118**).
Crozet (*Louis-Joseph*). Quantièmes appliqués aux montres (méd. arg.), **411.**

D.

Daguin. Rapport sur le projet de loi relatif à la protection des noms commerciaux et à l'usurpation des récompenses, proposé par M. *Bozerian*, **452.**
Dailly (*Adolphe*). Note sur les recoltes de blé d'hiver obtenues de **1822** à **1878**, chez MM. *Dailly* père et fils, à Trappes (Seine-et-Oise), **243.**
Dandois. Nouveau genre de vitraux métalliques (P), **330.**
Dantony et *Singrün*. Machine à vapeur à trois cylindres (P), **218.**
Darte. Lampe pour huiles minérales supprimant les explosions (P), **331.**
— Système d'impression décorative sur porcelaine (P), **338.**
Davanne. Communication sur les effets de gravure produits par des procédés photographiques sur l'argenture des glaces, par M. *Leclère*, **212.**
— Rapport sur le grand prix d'Argenteuil accordé à M. *Poitevin*, **359.**
— Rapport sur le concours relatif au perfectionnement des applications de la photographie, **393.**
— Rapport sur les jeux de géographie et d'histoire, par M. *Latry*, **569.**
— Rapport sur les effets de gravure produits par des procédés photographiques sur l'argenture des glaces, par M. *Leclère*, **507.**
— Rapport sur les gravures photographiques présentées par M. *Krentz*, **765.**
Davin. Nouveau genre de dessin décoratif sur pierre lithographique (P), **761.**
Davis (amiral). Rapport sur les canaux et chemins de fer interocéaniques, **36.**
Debraux (*Désiré*). Ouvrier (méd. br.), **425.**
Deckert (*Jean-Thiébaut*). Chaudronnier (méd. br.), **425.**
Deiss (*Émile*). Liquomètre (P), **753.**
Delabrousse (*François-Gilles*). Ouvrier (méd. br.), **425.**
Delaquil (*Jean-Eugène*). Ouvrier tisseur (méd. br.), **425.**
Debray. Observations au sujet du nickel massif de MM. *Gaspard* et *Belle*, **216.**
Defoy et *Moreau*. Procédé pour le dressage des chevaux (méd. arg.), **412.**
Degremont. Enveloppes pour les tuyaux de vapeur (méd. br.), **417.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Delanois (*Léopold*). Nouveau genre de cubillot (P), **210.**
Delaurier (*Émile*). Divers Mémoires de mécanique et d'électricité (P), **753.**
Delesse. Sur de graves accidents produits par l'acide carbonique dans la houillère de Rochebelle, **143** (pl. **113**).
Deleuil. Nouvelle balance de laboratoire, **9** (dessin sur bois) (rap. méd. or), **399.**
Deprez (*Marcel*). Frein dynamomique, **445** (dessins sur bois).
— Synchronisme électrique de deux mouvements, **497.**
— Mesure de l'énergie d'un courant électrique, **498.**
Desbourdes (*Jean*). Ouvrier (méd. br.), **426.**
Descartes (*Auguste*). Ouvrier (méd. br.), **426.**
Deschamps. Fabrication des biscuits (P), **494.**
Desgranchamps. Machine à fraiser perfectionnée (P), **340.**
Devaux (*Henri-Denis*). Ouvrier (méd. br.), **426.**
Duboscq. Miroirs magiques, **617.**
Dufresne. Rapport sur les produits de la manufacture de Gien, **178** (méd. or), **399.**
Dufour et *Rouaix*. Palette pour essayer les huiles (méd. br.), **419.**
Dumas (président). Communication au sujet de l'impôt sur le sucre.
— Communication relative au phylloxera, **240.**
— Remarques au sujet du nickel malléable, **339.**
— Sur les gaz retenus par occlusion dans l'aluminium et le magnésium, **463.**
— Notice sur les derniers travaux d'*Adolphe Brongniart*, **717.**
— Discours prononcé sur la tombe de M. *Émile Chasles*, **734.**
— (*Ernest*). Rapport sur l'ouvrage intitulé : *Diamants et pierres précieuses*, présenté par M. *Rotschild*, éditeur, **762.**
Du Moncel. Sur l'unification de l'heure à Paris, **481** (dessins sur bois).
— Sur le photophone de *Graham Bell*, **604.**
— Notice sur la vie et les travaux de M. *Gaugain*, **755.**
Duperray. Mémoire sur les tissus de Tarare, Saint-Quentin, Alsace, dans lequel est indiqué le moyen de reconnaître leur valeur d'après le poids (P), **494.**
Duponchel. Sur le chemin de fer Trans-Saharien, **743.**
Durand-Claye (*Alfred*). Étude sur la stabilité de la coupole projetée par *Bramante* pour la basilique de Saint-Pierre de Rome, **117.**
— Procédé pour distinguer le brai de gaz du bitume naturel, **560.**
Durand. Machine à calculer (P), **754.**

F.

Fariola (*Alexandre*). Ouvrier fondeur (méd. br.), **426.**
Fauler. Situation de sa fondation, **438.**
Favre. Membre correspondant du Conseil. Notice nécrologique par M. *F. Le Blanc*, **195.**
Fenon. Système de remise à l'heure (méd. plat.), **405.**
Fleitmann. Procédés pour la production du nickel massif, **215.**
Fleurant (*Jean-Léonide*). Chef de service (méd. br.), **426.**
Fleury (*Pierre-Louis*). Ouvrier (méd. br.), **427.**
Folacci. Système de chariot pour le déchargement des gros blocs de pierre (méd. arg.), **412.**
Fonvielle et *Lontin*. Giroscope électro-magnétique, **332.**
Fougerousse (*A.*). Patrons et ouvriers de Paris (P), **171.**
Francq (*Léon*). Locomotive sans foyer (méd. plat.), **406.**
— Résultats obtenus avec cette machine sur les tramways de Lille à Roubaix, **764.**
Franqueville (*Ch. de*). Sur l'état des chemins de fer en Angleterre (P), **220.**
Fréminville (*de*). Conférence faite à l'Exposition universelle de **1878**, sur les machines à vapeur Compound comparées aux machines *Corliss*, **83.**
Frémont (*Joseph-Frédéric-Alexandre*). Ouvrier (méd. br.), **427.**
Fromentin. Alimentateur automoteur des chaudières (P), **754.**

G.

Gagnage. Sur les moyens de recueillir la matière première pour la fabrication du papier (P), **494.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Gaiffe (*A.*). Réglement de la participation et de la caisse de secours en faveur des ouvriers de sa fabrique (P), **494**.
Gambier. Nouveau système de chauffage par le gaz (P), **223**.
Ganne (*J. B.*). Appareil pour garantir les ouvriers contre les accidents des scies circulaires (méd. br.), **417**.
Garella. Son projet de percement de l'isthme de Panama, **34**.
Garnier (*Charles*). Grande médaille Jean Goujon décernée à M., sur le rapport de M. *Rossigneux*, **364**.
Gaspard et *Belle*. Fabrication d'objets en nickel massif, **215**.
Gaudot. Mécanisme pour la taille des roues d'engrenage (P), **754**.
Gaugain. Notice sur la vie et les ouvrages de M., par M. le comte *Du Moncel*, **755**.
Gauthier (*H.*). Description de deux lacs de la région du Caucase, riches en sulfate de soude, **755**.
Geoffroy (*Édouard*). Son entrée au Conseil comme membre du comité des constructions et des beaux-arts, **223**.
Gendarme (*François-Antonin*). Ouvrier (méd. br.), **427**.
Gilbert fils. Manufacture de crayons (méd. or), **400**.
Gilbert (*J. H.*) et *Lawes* (*J. B.*). Ouvrages divers d'agriculture, **755**.
Girard (*Aimé*). Rapport sur les appareils pour l'analyse des betteraves de M. *Olivier-Lecq*, **119** (pl. **112**).
Godierre (*Jean-François*). Ouvrier (méd. br.), **427**.
Godin (*Louis-Joseph-Auguste*). Ouvrier (méd. br.), **428**.
Goelzer et *Marini*. Nouveau brûleur pour le gaz (P), **213**.
Goëtz. Travaux de culture (encouragement), **392**, **494**.
Gogniaux (*Alexandre*). Ouvrier (méd. br.), **428**.
Goudet (*J.*). Appareil pour arrêter les chevaux emportés (P), **758**.
Goueslain. Robinet à vis perfectionné (P), **754**.
Gournerie (*de la*). Rapport sur les épures-reliefs de M. *Magnuski* pour l'étude de la géométrie descriptive, **72**.
— Études économiques sur l'exploitation des chemins de fer, **758**.
Goux. Son système pour désinfecter les dépôts d'engrais (P), **752**.
Graham Bell. Photophone, **604**, **621** (dessins sur bois).
Grare (*Arthur*). Mouvement perpétuel (P), **765**.
Gratz (*W.*). Appareil chargeur pour les foyers de chaudières à vapeur (P), **210**.
Greindl, Pompe du système (P), **764**.
Guilbot. Procédé pour la gravure chimique en relief d'une photographie ou d'un cliché pour être imprimé typographiquement (P), **210**.
Guignet (*Ernest*). Machine à vapeur de faible consommation de houille (P), **211**.
Guillemard et *Lecourt*. Substitution de la chlorophylle aux sels de cuivre pour la conservation des fruits, légumes verts, etc. (méd. arg.), **413**.
Guizol (*Jean-Chrysostome*). Cantonnier-chef (méd. br.), **428**.

H.

Hanrez (*Prosper*). Mécanisme pour accrocher ou détacher les wagons d'un train sans arrêter le mouvement (P), **758**.
Haton de la Goupillière. De l'échauffemennt produit par l'affaissement des terrains, **758**.
Hauvel (*Ch.*). Surchauffeur différentiel de vapeur (P), **331**.
Hélouis. Préparation de fils de cuivre rosette renfermant un fil de platine au centre (P), **337**.
— Passementerie à lames irisées (méd. plat.), **496**.
Hénault. (P. H.). Série de tarifs différentiels et spéciaux sur toutes les questions relatives à l'habillement pour hommes (P), **753**.
Hennion (*Antoine*). Ouvrier (méd. br.), **428**.
Hersent. Prix Elphège Baude décerné à M., **374**.
Hesling. Moyens de sûreté contre toute surprise extérieure (P), **761**.
Hesse et *Siemens*. Nouveau four pour la céramique (P), **332**.
Hofmann (*A. W.*). Biographie de M. *Dumas* (P), **339**.
Homberg. Notice sur M., membre du Conseil, par M. *Rousselle*, **354**.
Houdart. Dosage de l'extrait sec des vins (méd. arg.), **412**.
Housse. La Parisienne, pompe nouvelle à bielle hydraulique (P), **754**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

I.

Idrac. Procédé de dessiccation rapide des bois (encouragement), **391**.
Izard (*Jacques*). Ouvrier agricole (méd. br.), **429**.

J.

Jacob de Marre. Brochure sur la télémétrie, **757**.
Jacquemart. Procédés pour déceler la présence de l'alcool dans les mélanges (méd. arg.), **413**.
Jacquemier. Compteur dit cinémomètre, **61** (pl. **110** et dessins sur bois).
Jahan (*Denis*). Ouvrier mouleur (méd. br.), **429**.
Jamain. Compteurs à eau (P), **754**.
Jamin. Lampe électrique automatique, **486** (dessins sur bois).
Jarre. Hausses mobiles sur barrages, **231** (dessins sur bois).
Jean. Procédé pour rendre utilisable en lithographie les pierres tendres et spongieuses (P), **494**.
— Indication de son procédé, **753**.
Jourdain (*Maurice*). Organisation de l'association des propriétaires de chaudières à vapeur de Paris (méd. or), **400**.
Jungfleisch. Discours prononcé sur la tombe de M. *Personne*, membre du Conseil, **731**.
— Son entrée au Conseil comme membre du comité des arts chimiques, **759**.

K.

Kaversa-Vincey. Désinfection des fosses d'aisance (P), **753**.
Kordig. Liquide inflammable sans danger. **763**.
Kuhlmann fils. Sur l'explosion d'un appareil à acide sulfurique, **281**.
Rupfferschlaeger. Appréciation des nouvelles théories chimiques (P). **756**.

L.

Laboulaye (*Ch. de*). De la loi qui régit les brevets d'invention en France, **131**.
— Notice sur l'invention du gaufrage du papier peint (P), **171**.
— Rapport sur la machine à encoller les fils de MM. *Tulpin* frères, **173** (pl. **114** et dessin sur bois).
— Rapport sur les nouveaux tissus de M. *Lecaisne-Maréchal*, **451**.
— Sur les instruments de dessin de M. *T. Avril*, **714** (pl. **121**).
— Signale comme un tour de force remarquable de zincographie la réduction au quart de feuilles de l'*Engineering*, **759**.
— Rapport sur un moulin tamiseur de M. *Poirier*. **763**.
Labrousse (*Ch.*). Moyen de rendre les navires insubmersibles (P), **219**.
Lacroix (*P.*). Pompes pneumatiques (méd. br.), **418**.
Lacroze (*Jules*). Système entièrement métallique de voie de chemins de fer (P), **344**.
Ladrey (*C.*). Traité d'œnologie (P), **211**.
Lafite (*E.*). Scie locomobile (P), **213**.
Lan. Sur la métallurgie à l'Exposition universelle de **1878**, **99**, **189**, **260**.
Landry (*Jean-Baptiste*). Ouvrier (méd. br.), **429**.
Laurent. Fabrication d'instruments de précision (méd. or), **400**.
Laval. Crémeuse centrifuge, **457** (dessins sur bois).
Laville. Sonnerie trembleuse (méd. br.), **418**.
Lavollée. Rapport sur les vœux des agriculteurs du Nord demandant la diminution de l'impôt sur le sucre, **285**.
Latry. Jeux de géographie et d'histoire, **569**.
Lawes (*J. B.*) et *Gilbert* (*J. H.*). Ouvrages divers d'agriculture, **755**.
Le Blanc (*Félix*). Notice sur M. *Favre*, membre correspondant du Conseil, **195**.
— Rapport sur l'appareil de M. *Orsat* pour l'analyse industrielle des gaz, **295** (pl. **116**).
— Rapport sur l'appareil de M. *Coquillon* destiné à la détermination rapide du grisou dans l'atmosphère des mines, **301** (pl. **116**).
— Sur le concours pour l'utilisation des résidus de fabrique, **378**.
— Observations au sujet des becs de gaz donnant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une lumière d'une grande intensité, 310.
— Notice sur *Jean-François de la Morinière*, 347.
Lebourdais. Système de serrure empêchant et signalant toute tentative d'effraction par fausses clefs (P), 754.
Lecaisne-Maréchal. Nouveaux tissus, 451.
Leclère. Effets de gravure produits par des procédés photographiques sur l'argenture des glaces, 507
Lecourt et *Guillemard*. Substitution de la chlorophylle aux sels de cuivre dans la conservation des fruits, légumes verts, etc. (méd. arg.), 413.
Le Cyre. Télémètre à retournement et à collimation, 756.
Legrand. Rapport sur le compte des recettes et dépenses de la Société, pour les exercices 1876, 1877, 1878, 432.
— Situation de sa fondation, 438.
Lemoine (*F.*). Système de canot de sauvetage (P), 338.
Léonard (*Joseph*). Contremaître (méd. br.), 430.
Lepaute (*Henri*) fils. Avertisseur et enregistreur des variations de niveau d'une rivière éclusée, 501 (pl. 118).
Leguy. Machine moissonneuse (P), 758.
Leroy. Nouveau modèle d'hélice pour la marine (P), 765.
Lissajous, membre du Conseil. Nouvelle de sa mort, 343.
Lontin et *de Fonvielle*. Giroscope électro-magnétique, 332.
Luuyt (*F.*). Rapport sur les causes des explosions des générateurs à vapeur dans les sucreries (P), 211.
Luynes (*V. de*). Rapport sur les cristaux et verres décorés de M. *Monot*, 69 (pl. 111).
— Rapport sur l'aéromètre thermique pour l'essai des huiles, par M. *Pinchon*, 509.
— Et *Henri Peligot*. Rapport sur une nouvelle balance de laboratoire de M. *Deleuil*, 9 (dessin sur bois).
Lyon-Caen (*Léon*). Son opinion sur l'examen préalable en matière de brevets, 137.

M.

Machet (*Pierre-Eugène*). Ouvrier décorateur (méd. br.), 430.
Magnin (*C.*). Couleur rouge pour la porcelaine grand feu (P), 223.
Magnuski. Epures-reliefs pour l'étude de la géométrie descriptive, 72,
Maigrot (*Henri*). Contremaître (méd. br.), 430.
Maistrasse. Travaux pour déceler la présence du plomb dans l'étamage et pour vérifier l'utilité de l'emploi du fer blanc galvanisé pour remplacer les pierres lithographiques, 753.
Malézieux. Travaux publics aux États-Unis d'Amérique, 512.
Mallet. Bec à gaz donnant uue lumière intense, 307.
Mallet (*A.*). Emploi des locomotives *Compound* sur les chemins de fer secondaires (P), 753.
Malo (*Léon*). Note sur l'état actuel de l'industrie de l'asphalte, 468.
Manès. Méthode d'affinage du cuivre, 276.
Mangon (*Hervé*). De l'influence du climat sur les récoltes dans la région du N.-O. du département de la Manche, 79.
— Observations au sujet de l'exploitation des tramways, 189.
— Note sur la crémeuse centrifuge de M. *Laval*, 457 (dessins sur bois).
— Sur l'utilité des pompes à vapeur pour élever l'eau nécessaire au traitement des vignes phylloxérées, 735.
Manoury d'Ectot (M^me^ *de*). Notice sur la vie et les découvertes de *Nicolas Leblanc* (P), 332.
Marcadier. Machine à détirer les tissus (méd. plat.), 407.
Marie. Nouveau genre de tablettes alimentaires (P), 217.
Marini et *Goelzer*. Nouveau brûleur pour le gaz (P), 213.
Marot (*L.*). Dosage par liqueurs titrées de la potasse et de l'acide carbonique (P), 223.
Marteau (*A.*). Sur le rachat des grands réseaux de chemins de fer (P), 214.
Martin (*Abel*). Prix du concours relatif à un procédé pour rendre les tissus et bois ininflammables, décerné à M., 384.
Martin (*A. T.*). Pendule à double compensation, etc. (P), 765.
Massignon. Note sur l'extraction des parfums (P), 331.
Maurel. Rouleau-buvard (P), 331.
Meillant (*J.*). Sifflet du sûreté pour prévenir les explosions de machines à vapeur (P), 752.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mékarski. Système de voiture automobile à air comprimé (méd. plat.), 407.
Menier. Situation de sa fondation, 439.
Mercier (*A.*). Appareil pour éviter les collisions des chemins de fer (P), 216.
Meunier (*Stanislas*)..La chimie et la géologie agricoles (P), 217.
Milly (*de*). Situation de sa fondation, 438.
Moissan. Thèse sur les oxydes métalliques de la famille du fer (P), 761.
Moll (*Louis*), membre du Conseil. Sa mort, 762.
— Discours prononcé sur sa tombe, par M. *Barral*, 728.
Monduit. Collection de modèles de coupe de pierres reproduits par le moulage (P), 759.
Monot. Cristaux et verres décorés, 69 (pl. 111) (méd. or), 401.
Monrocq. Extension donnée à la substitution des plaques de zinc aux pierres lithographiques, 566.
Mony-Colchen (comte *de*). Rapport au nom des censeurs, sur la comptabilité de la Société pour les exercices 1876, 1877, 1878, 441.
Morane (*Paul*). Machine à couler les bougies (méd. or), 401.
Moreau. Grilles artistiques forgées (méd. plat.), 408.
Moreau et *Defoy*. Procédé pour le dressage des chevaux (méd. arg.), 412.
Morin (général). Discours prononcé sur sa tombe par M. *Tresca*, 277.
Morinière (*de la*). Notice sur, par M. *F. Le Blanc*, 347.
Mouraille. Sur le graissage des machines à vapeur (P), 761.
Mourceau. Présentation d'une communication de M. *Routier* sur la fabrication et le commerce des tapis turcs, dits de Smyrne, 765.
Muntz (*A.*). Sur l'alimentation et le travail des chevaux de trait, 745.

N.

Nouguier (*Hippolyte*). Contremaître (méd. br.), 430.

O.

Olivier-Lecq. Appareils pour l'analyse des betteraves, 119 (pl. 112).
Orsat. Appareil destiné à l'analyse industrielle des gaz, 295 (pl. 116) (méd. plat.), 408.
Otto Lelm. Autocopiste noir, 754, 762.
Ovième (*Louis*). Pétition adressée à la Chambre des députés sur les accidents de fabrique (P), 758.

P.

Paliard, membre du Conseil, sa mort, 756.
Páris (amiral). Sur le sciage de la glace pour le dégagement des navires, 204 (dessins sur bois).
— Première livraison de l'ouvrage qu'il publie sous le titre de : *Souvenirs de marine conservés ou collection de plans de navires et de bateaux de tous pays tracés pour les constructeurs ou marins*, 755.
Parrot aîné (*Ch.*). Système de pavage en bois préparé (P), 758.
Paulet (*A.*) et *E. Chabrand*. Écrou indesserrable (P), 332.
Pauly (*P.*). Observations relatives aux concrétions des bouilleurs des générateurs à vapeur (P), 213.
Peaucellier. Son système articulé dit réciprocateur, 229.
Peligot (*Eugène*). Sur la Saccharine, 465.
Peligot (*Henri*) et *de Luynes*. Rapport sur une nouvelle balance de laboratoire de M. *Deleuil*, 9 (dessin sur bois).
Pellet. Cyanofer ou papier sensible pour la reproduction des dessins (méd. arg.), 414.
Pelte. Système de propulseur des navires par l'air comprimé (P), 116, 331.
Péreire (*Isaac*). Prix de 100 000 francs mis au concours, 166.
Perissé. Son opinion sur l'examen préalable en matière de brevets, 139.
— Mémoire sur la ventilation et le chaffage de l'École Monge (P), 494.
Perrier (*François*). Ouvrier tourneur (méd. or), 431.
Perrolaz. Dispositif réalisant la transformation du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mouvement circulaire en mouvement rectiligne, 229 (dessin sur bois).
Personne, membre du Conseil, sa mort, 765.
— Discours prononcé sur sa tombe, par M. *Jungfleisch*, 731.
Petil (Ch. G.). Procédé de phototypographie (P), 171 (encouragement), 393.
Petsche. Mémoire sur les dépenses d'entretien de la voie des chemins de fer en France, 74.
Pia (J.). Machine à boucher les bouteilles; pompe pneumatique pour faire le vide dans les bouteilles (P), 758.
Piat (Charles). Contremaître (méd. br.), 431.
Pierre. Procédés pour la destruction du phylloxera (P), 494.
Pierrot (Eug.). Machine suppléant au manque d'eau dans les usines hydrauliques (P), 216.
Pihet. Rapport sur les robinets graisseurs pour cylindres et tiroirs de machines à vapeur de M. *Rous*, 234 (pl. 115).
— Rapport sur les attaches métalliques pour la jonction des courroies et des cordes à boyaux employées dans les transmissions de mouvement, par M. *Violette*, 237 (pl. 115).
— Rapport sur le concours pour un moyen pratique d'amortir les ébranlements et les vibrations qui résultent de l'emploi des marteaux mécaniques, 377.
Pinchon. Aéromètre thermique pour l'essai des huiles (méd. arg.), 415.
Pizzetta (Jules). La pisciculture (P), 217.
Planat. Chauffage et ventilation des lieux habités (P), 756.
Planchon. Discours prononcé sur la tombe de M. *Chevallier*, membre du Conseil, 58.
Poirier (F.). Moulin tamiseur pour pulvériser les matières nuisibles à la respiration, 754, 763.
Poon de Sapincourt. Rapport sur la pétition adressée à la Chambre des députés, par M. *Louis Oviève* relativement aux accidents de fabrique, 758.
Popelin (Claudius). Rapport sur l'extension donnée à la substitution des plaques de zinc aux pierres lithographiques, par M. *Monrocq*, 566.
Poillon. Pompe système *Greindl*, et essais faits avec cet appareil dans la marine, à Brest et dans l'industrie (P). 764.
Poitevin. Grand prix d'Argenteuil décerné à M., sur le rapport de M. *Davanne*, 359.
Pouillet. Son opinion sur l'examen préalable en matière de brevets, 142.
Poulain (César). Lettre sur l'agriculture et les traités de commerce (P), 756.
Puiraveau (J.). Cuve à fond mobile pour empêcher l'altération des vins en vidange (P), 218.

Q.

Quequet. Extinction rapide des feux de cheminées (méd. arg.), 415.

R.

Raffard (N. J.). Frein dynamométrique équilibré pour la mesure d'un petit moteur (P), 494.
— De très petites forces (P), 754.
Reclus et *Wyse*. Leur projet de canal interocéanique par l'isthme de Panama, 47.
Renard. Procédé pour empêcher les feuilles de verre à vitre de s'iriser, 323.
Reynier. Lampe électrique (méd. plat.), 409.
— Pile électrique nouvelle, 495.
Reuille (Elie). Nouvelle machine à diviser (P), 213.
Rhodes. Son invention de l'appareil audiphone pour les sourds-muets, 163, 213.
Rigat. Siphon perfectionné (P). 754.
Risler. Note sur le livre de M. *Ronna* traitant du blé aux États-Unis d'Amérique, 313.
— Rapport sur les travaux de M. *Goëtz* relatifs à la culture intensive des prairies à base de graminées, 392.
Rondot (Natalis). Le commerce et l'industrie et le prix des matières textiles dans l'année 1879, 756.
Ronna. Son entrée au Conseil comme membre du comité de l'agriculture, 221,
— Son livre sur le blé aux États-Unis d'Amérique, 313.
Rosenstiehl. Nouvelle méthode pour la détermination des couleurs complémentaires, et applications (méd. or), 402.
— Sur les procédés de M. *Baeyer* pour la préparation de l'indigotine artificielle, 757.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rossigneux. Rapport sur les titres de M. *Ch. Garnier* à la grande médaille Jean Goujon, **364**.
Rouaix et *Dufour*. Palette à essayer les huiles (méd. br.), **419**.
Rouché (*Eugène*) et *de Comberousse*. Traité de géométrie (4e édition) (P), **220**.
Rous (*Edmond*). Robinets graisseurs pour cylindres et tiroirs de machines à vapeur, **234** (pl. **115**) (méd. arg.), **416**.
Rousselle. Sur la situation actuelle des tramways dans le departement de la Seine et sur les résultats de l'exploitation des différentes lignes, **182** (dessins sur bois).
— Notice sur M. *Homberg*, membre du Conseil, **354**.
Roussy (*Palmyre*). Contremaître (méd. br.), **431**.
Routier. Sur la fabrication et le commerce des tapis turcs, dits de Smyrne, **765**.
Roux (*Louis*). Sur la dynamite et les substances explosives, **628** (dessins sur bois).
Roy (*Gustave*). Situation de sa fondation, **440**.
Rudolf. Avant-train moteur pour voitures routières (P), **761**.

S.

Saillot. Sur les vidanges des villes (P), **752**.
Saurel. Graissage des poulies folles (méd. br.), **419**.
Schreuder (veuve). Bibliothèque à casiers multiples (P), **493**.
Sebert. Rapport sur un procédé de dessiccation rapide des bois par M. *Idrac*, **391**.
— Rapport sur l'avertisseur et enregistreur des variations de niveau d'une rivière éclusée, par MM. *Henri Lepaute* fils, **501** (pl. **118**).
— Emploi de l'appareil accélérographe pour la mesure des pressions développées par les gaz de la poudre, etc., **571** (dessins sur bois) (pl. **119**).
— Rapport sur le télégraphe électrique imprimeur à cadran de M. *Chambrier*, **562**.
— Sur le télémètre à retournement et à collimation, applicable au service à terre et au service à bord, par M. *Le Cyre*, **756**.
— Rapport sur un appareil pour la reproduction autographique de l'écriture et des dessins, par M. *Otto Lelm*, **762**.
Seigle (*J.*). Système de coulage pour la céramique (P), **219**.
Ser. Son entrée au Conseil comme membre du comité des arts économiques, **760**.
Siemens et *Hesse*. Nouveau four pour la céramique (P), **332**.
Simmond. Programme d'une série d'expositions de l'industrie, à Londres, en **1881**, **753**.
Singrün et *Dantony*. Machine à vapeur à trois cylindres (P), **218**.
Soustre (*L.*). Nouvel instrument de musique en bois (P), **213**.
Stewart (*Ch.*). Lampe électrique (P), **217**.
Straton. Nouveau système de comptabilité s'adaptant à tous les calculs de l'industrie (P), **755**.
Sugg. Son bec à gaz donnant une lumière de grande intensité, **305**.
Summer-Tainter. Photophone, **605**, **622**.

T.

Taslevin. Machine à filer et mouliner la soie des cocons sauvages (P), **755**.
Tessier. Suspensions automatiques et électro-magnétiques pour la remise à l'heure des pendules et des horloges (P), **494**.
Thirion. Son entrée au Conseil comme membre de la commission des fonds, **172**.
Thirion (*A*). Note sur l'emploi, pour le traitement des vignes phylloxérées, des pompes mobiles à vapeur de son système, **739**.
— Congrès international de la propriété industrielle, tenu à Paris en **1878**.
Thomas de Colmar. Perfectionnements à la machine à calculer de M., par M. *Thomas de Bojano* (méd. or), **403**.
Thomas de Bojano. Perfectionnements à la machine à calculer de M. *Thomas de Colmar* (méd. or), **403**.
Thuasne et comp. Mémoire sur les dépôts d'engrais désinfectés par le système *Goux* (P), **752**.
Tresca. Discours prononcé sur la tombe du général *Morin*, **277**.
— Résumé du rapport sur le concours pour un petit moteur d'atelier de famille. **376**.
Troost. Communication sur les objets en nickel massif fabriqués par MM. *Gaspard* et *Belle*, **215**.
— Rapport sur cette communication, **505**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Rapport sur le concours pour un procédé rendant les tissus et les bois ininflammables, 384.
Tulpin. Machine à encoller les fils, 173 (pl. 114 et dessin sur bois).
Turpin. Fabrication de couleurs inoffensives pour jouets d'enfants (méd. or), 404.

U.

Ulmann (J. G.). Régulateur automatique par expansion (P), 754.

V.

Vaudois (Pierre). Turbine de 30 chevaux alimentée d'une manière spéciale (P), 210.
Verbecq (Antoine). Chef ouvrier (méd. br.), 431,
Vincent (Camille). Prix décerné pour l'utilisation des vinasses de betteraves à M., 378.
— Son entrée au Conseil comme membre des arts chimiques, 757.
Viney (Hubert). Nouveau procédé pour la désinfection des fosses d'aisance (P), 217.
Violette. Membre de la Société. Sa mort, 220.
Violette (J.). Attaches métalliques pour la jonction des courroies et des cordes à boyaux employées dans les transmissions de mouvement, 237 (pl. 115) (méd. br.), 420.
Voisin Bey. Sur le canal interocéanique à travers l'isthme de Panama, 27 (pl. 108 et 109).
— Rapport sur les hausses mobiles sur barrages, de M. *Jarre*, 231 (dessins sur bois).
— Rapport sur le concours pour le prix Elphège Baude, 374.

W.

Willoughby-Smith. Sur le selenium, 623.
White et *Ashmore*. Construction d'un gazomètre colossal en Angleterre, 209.
Wills (T.). Des explosions dans les mines de houille, 147.
Wyse et *Reclus*. Leur projet de canal interocéanique par l'isthme de Panama, 47.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE

ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA SOIXANTE ET DIX-NEUVIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

(*Troisième série — tome VII.*)

(La lettre (**P**) à la suite d'un article indique qu'il ne s'agit que d'une présentation.)

A.

Acide carbonique. Sur de graves accidents produits par l', dans la houillère de Rochebelle, par M. *Delesse*, **143** (pl. **113**).

Acide sulfurique. Sur l'explosion d'un appareil à, par *Kuhlmann* fils, **281**.

Acier. Divers modes d'essai du fer et de l', par M. *Lan*, **189**.

— Sur les nouveaux procédés de fabrication et d'ouvraison des fers, des fontes et des, par M. *Lan*, **260**.

Acoustique. Simplification des appareils audiphones américains, destinés aux sourds-muets, par M. *D. Colladon*, **163**.

Aéromètre, thermique pour l'essai des huiles, par M. *Pinchon* (méd. arg.), **415**; rapport de M. *de Luynes*, **509**.

Agriculture. De l'influence du climat sur les récoltes dans la région N.-O. du département de la Manche, par M. *Hervé Mangon*, **79**.

— Du rendement en viande des animaux de boucherie, **207**.

— Note sur les récoltes de blé d'hiver, obtenues de **1822** à **1878**, chez MM. *Dailly* père et fils, à Trappes (Seine-et-Oise), par M. *Adolphe Dailly*, **243**.

— Le blé aux États-Unis d'Amérique, par M. *Ronna*; note de M. *Risler*, **313**.

— Encouragement accordé à M. *Gœtz* pour ses travaux relatifs à la culture intensive des prairies à base de graminées; rapport de M. *Risler*, **392**.

— Sur l'alimentation et le travail des chevaux de trait, par M. *A. Muntz*, **745**.

— Mémoire par MM. *Thuasne* et comp. sur les dépôts d'engrais désinfectés par le système *Goux* (P), **572**.

— Lettre sur, et les traités de commerce, par M. *César Poulain* (P), **756**.

— Machine moissonneuse, par M. *Leguy* (P), **758**.

Air. Emploi de l', comprimé comme propulseur de bateau, par M. *Pelte* (P), **116**.

Alcool. Procédés pour déceler la présence de l', dans les mélanges, par M. *Jacquemart* (méd. arg.), **413**.

Aluminium. Sur les gaz retenus par occlusion dans l', et le magnésium, par M. *Dumas*, **463**.

Appareils pour l'analyse des betteraves, par M. *Olivier-Lecq*; rapport de M. *A. Girard*, **119** (pl. **112**).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Audiphone pour les sourds-muets, inventé par M. *Rhodes* et simplifié par M. *D. Colladon*, 163 (dessins sur bois), 213.
— Pour éviter les collisions des chemins de fer, par M. *A. Mercier* (P), 216.
— Destiné à l'analyse industrielle des gaz, par M. *H. Orsat;* rapport de M. *F. Le Blanc*, 295 (pl. 116).
— Destiné à la détermination rapide du grisou dans l'atmosphère des mines, par M. *Coquillon;* rapport de M. *F. Le Blanc*, 301 (pl. 116) (méd. arg.), 411.
— Dit thermo-signal automoteur, par M. *A. Coret* (méd. de br.), 417.
— Pour garantir les ouvriers contre les accidents des scies circulaires, par M. *J. B. Ganne* (méd. br.), 417.
— Avertisseur et enregistreur des variations de niveau d'une rivière éclusée, par MM. *Henri Lepaute* fils, sur les indications de M. *Crepin;* rapport par M. *Sebert*, 501 (pl. 118).
— Freins dynamométriques de M. *Carpentier* et de M. *Marcel Deprez;* rapport de M. *Collignon*, 445 (dessins sur bois).
— Demande de l'application d', propres à prévenir les accidents causés par les machines, de M. *Blancoud* (P), 754.
Asphalte. Note sur l'état actuel de l'industrie de l', par M. *Léon Malo*, 468.

B.

Balances. Nouvelle, de laboratoire, par M. *Deleuil;* rapport de MM. *de Luynes* et *Henri Peligot*, 9 (dessin sur bois) (rappel de méd. or, 399).
Balistique. Emploi de l'appareil, dit accélérographe pour la mesure des pressions développées par le gaz de la poudre, etc., par M. *Sebert*, 571. (dessins sur bois) (pl. 119).
Barrages. Hausses mobiles sur, par M. *Jarre;* rapport de M. *Voisin Bey*, 231 (dessins sur bois).
Barff. Procédé pour rendre le fer inoxydable, 560.
Betteraves. Appareils pour l'analyse des, par M. *Olivier-Lecq:* rapport de M. *A. Girard*, 119 (pl. 112).
— Prix décerné à M. *Camille Vincent* pour son procédé d'utilisation des vinasses des; rapport de M. *F. Le Blanc*, 378.
Bibliographie. Patrons et ouvriers de Paris, par M. *A. Fougerousse*, 171.
— Notice sur l'invention du gaufrage du papier peint, par M. *de Laboulaye*, 171.
— Traité d'œnologie, par M. *C. Ladrey*, 211.
— Rapport sur les causes des explosions des générateurs à vapeur dans les sucreries, par M. *F. Luuyt*, 211.
— Sur les moyens pratiques de remédier à la cherté des loyers des classes laborieuses aux environs de Paris, par M. *Cacheux*, 211.
— Nouvelle méthode pour analyser avec précision les potasses du commerce, par MM. *Corenwinder* et *Contamine*, 211.
— Sur le rachat des grands réseaux de chemins de fer, par M. *A. Marteau*, 114.
— La pisciculture, par M. *Jules Pizzetta*, 217.
— L'ostréiculture, par M. *de Bon*, 217.
— La chimie et la géologie agricoles, par M. *Stanislas Meunier*, 217.
— Sur l'état des chemins de fer en Angleterre, par M. *Ch. de Franqueville*, 220.
— Traité de géométrie (4e édition), par MM. *Eugène Rouché* et *de Comberousse*, 220.
— Le blé aux États-Unis d'Amérique, par M. *Ronna;* note de M. *Risler*, 313.
— Compte rendu des congrès et conférences de l'Exposition universelle de 1878, 331.
— Notice sur la vie et les découvertes de *Nicolas Le Blanc*, par Mme *Manoury d'Ectot*, 332.
— Biographie de M. *Dumas*, par M. *A. W. Hofmann* (traduite de l'anglais), 339.
— Mémoire sur l'Exposition universelle de 1878, par M. *Casalonga*, 339.
— Réglement de la participation et de la caisse de secours en faveur des ouvriers de sa fabrique, par M. *Gaiffe* (*A.*), 494.
— Enquête sur la situation agricole de la France, publiée par la Société nationale d'agriculture, 494.
— Mémoire sur la ventilation et le chauffage de l'École Monge, par M. *Perissé*, 494.
— Méthode pour la résolution générale des équations numériques de tous les degrés, par M. *Benoist-Duportail*, 495.
— Le corail, son histoire naturelle, etc., par M. *Coutance*, extrait d'un ouvrage intitulé, diamants et pierres précieuses, 658.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Le Congrès international de la propriété industrielle, tenu à Paris en 1878, 752.
— Loi du Luxembourg sur les brevets d'invention, brochure par M. *Casalonga*, 752.
— Comptes rendus sténographiques des Congrès et conférences à l'Exposition de 1878. Six volumes, 753.
— Souvenirs de marine conservés ou collection de plans de navires et de bateaux de tous pays tracés pour les constructeurs ou marins, par M. l'amiral *Pâris*. Première livraison, 755.
— *Memoranda of the origin plan and results of the field and other experiments, etc., our climate and our wheat crops; on the home produce; results of experiments on the mixed herbage of permanent meadows*, par MM. *J. B. Lawes* et *J. H. Gilbert*, 755.
— Description de deux lacs de la région du Caucase, riches en sulfate de soude, par M. *Gauthier*, 755.
— Étude sur les orbites hyperboliques et sur l'existence probable d'une réfraction stellaire, par M. *Philippe Berton*, 755.
— Ports maritimes de la France, tome IV, d'Ouessant au Poulinguen, *Ministère des travaux publics*, 756.
— Appréciation des nouvelles théories chimiques, par M. *Kupfferschlaeger*, 756.
— Brochure sur la télémétrie, par M. *Jacob de Marre*, 757.
— Études économiques sur l'exploitation des chemins de fer, par M. *J. de la Gournens*, 758.
— Discours sur les irrigations, prononcés à Perpignan, par M. *Barral*, 758.
— Études sur la cause des phénomènes magnétiques, par M. *Constant* (P), 758.
— Rapport de M. *Poon de Sapincourt*, sur une pétition de M. *L. Oviève* adressée à la Chambre des députés, relativement aux accidents de fabrique, 758.
— De l'échauffement produit par l'affaissement des terrains, par M. *Haton de la Goupillière*, 758.
— Annuaire statistique de la France, 3e année, 756; 4e année, 764.
Bibliothèque. Système de, à casiers multiples, par Mme veuve *Schreuder* (P), 493.
Biographie. Notice sur, *François-Jean-Henri de la Morinière*, ancien membre du Conseil (comité des arts mécaniques), par M. *F. Le Blanc*, 347.
— Notice sur M. *Homberg*, ancien membre du Conseil (comité des arts économiques), par M. *Rousselle*, 354.
— Notice sur les derniers travaux d'*Adolphe Brongniart*, par M. *J. B. Dumas*, 717.
— Notice sur la vie et les ouvrages de M. *Gaugain*, par M. le comte *du Moncel*, 755.
Biscuits. Procédés pour la fabrication des, par M. *Deschamps* (P), 494.
Bitume. Note sur l'état actuel de l'industrie du, par M. *Léo Malo*, 469.
— Procédé pour distinguer le brai de gaz du, naturel, par M. *Durand-Claye*, 560.
Bière. Emploi de la levure de, pour détruire le doryphora, par M. *J. H. Burns* (P), 212.
Blé. Note sur les récoltes de, d'hiver obtenues de 1822 à 1878, chez MM. *Dailly* père et fils, à Trappes (Seine-et-Oise), par M. *Adolphe Dailly*, 243.
— Note de M. *Risler* sur un livre de M. *Ronna*, intitulé : *le, aux États-Unis d'Amérique*, 313.
Bouche à feu. Étude de la loi du mouvement de recul d'une, par M. *Sebert*, 571 (dessins sur bois) (pl. 119).
Bougies. Machine à couler les, par M. *Paul Morane* (méd. or), 401.
Brevets d'invention. De la loi qui régit les, en France, par M. *de Laboulaye*, 131.
Bromure d'argent, émulsion sèche au, par M. *Chardon* (méd. plat.), 404.

C.

Calculs. Perfectionnements à la machine à faire les, de M. *Thomas*, de Colmar, par M. *Thomas de Bojano* (médaille d'or), 403.
— Machine à faire les, par M. *Durand* (P), 754.
Canal. Sur le, interocéanique à travers l'isthme américain, par M. *Voisin Bey*, 27 (pl. 108 et 109); description de l'isthme américain, 28; historique des études, 32; compte-rendu sommaire des travaux du Congrès international d'études, 39; conclusions de la commission, 57.
Cartouches. Matrice à charger les, par M. *Henry Cancel* (P), 171.
Céramique. Produits de la manufacture de Gien; rapport de M. *Dufresne*, 178 (méd. or), 399.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Système de coulage pour la, par M. *J. Seigle* (P), **219**.
— Couleur rouge pour la porcelaine grand feu, par M. *C. Magnin* (P), **223**.
— Nouveau four pour la, par MM. *Siemens* et *Hesse* (P), **332**.
Chariot. Système de, propre à faciliter le déchargement des gros blocs de pierre, par M. *Folacer* (méd. arg.), **412**.
Chaudières à vapeur. Appareil chargeur pour les foyers des, par M. *W. Gratz* (P), **210**.
— Observations relatives aux concrétions des bouilleurs des, par M. *Pauly* (P), **213**.
— Organisation de l'association des propriétaires de, à Paris, par M. *Jourdain* (méd. or), **400**.
— Alimentateur automoteur des, par M. *Fromentin* (P), **754**.
Chauffage. Nouveau système de, par le gaz, par M. *Gambier* (P), **223**.
— Et ventilation dans les lieux habités, par M. *Planat* (P), **756**.
Cheminées. Procédé pour l'extinction rapide des feux de, par M. *Quequet* (méd. arg.), **415**.
Chemins de fer. L'enquête du Sénat sur les, d'intérêt général, par M. le baron *Baude*, **11**.
— Sur les dépenses d'entretien de la voie des, en France ; compte rendu d'un mémoire de M. *Petsche*, par M. le baron *Baude*, **74**.
— Appareil pour éviter les collisions de, par M. *A. Mercier* (P), **216**.
— Simplifications à son frein électrique pour les, par M. *Achard*, **227** (rappel de méd. or), **397**.
— Mécanisme par lequel les wagons des, peuvent être accrochés à un train en marche ou en être détachés sans arrêter le mouvement, par M. *Hanrez* (P), **758**.
— Système entièrement métallique de voie de, par M. *Jules Lacroze* (P), **344**.
— Sur la glace en Amérique, **443**.
— Nouvel appareil électrique pour protéger les trains en circulation, **616**.
— Sur l'état de la question des, trans-sahariens, par M. le baron *Baude*, **743**.
— Résultats obtenus par l'emploi des locomotives Compound sur les, secondaires, par M. *A. Mallet*, (P), **753**.
Chevaux. Moyen pour arrêter les chevaux emportés ou vicieux, par M. *Sidot* (méd. br.), **419**.
— Procédé pour le dressage des, par MM. *Defoy* et *Moreau* (méd. arg.), **412**.
— Sur l'alimentation et le travail des, de trait, par M. *A. Muntz*, **745**.
— Moyen pour arrêter les, emportés, par M. *Goudet* (P), **758**.
Chrôme, minerais de, de Californie, **559**.
Cinématique. Dispositif réalisant la transformation du mouvement circulaire en mouvement rectiligne, par M. *Perrolaz* ; rapport de M. *Collignon*, **229** (dessin sur bois).
Chlorophylle. Procédé ayant pour but de substituer la, aux sels de cuivre dans la préparation des conserves de fruits et de légumes verts, par MM. *Lecourt* et *Guillemare* (méd. arg.), **413**.
Climat. De l'influence du, sur les récoltes dans la région N.-O. du département de la Manche, par M. *Hervé Mangon*, **79**.
Commerce. Rapport de M. *Daguin* sur le projet de loi relatif à la *Protection des noms commerciaux et à l'usurpation des récompenses industrielles*, proposé par M. *Bozerian*, **452**.
— Tarifs différentiels et spéciaux sur toutes les questions relatives à l'habillement pour hommes, par M. *Henault* (P), **753**.
— Le, et l'industrie et le prix des matière textiles dans l'année **1879**, par M. *Natalis Rondot*, **756**.
— Documents pour servir aux négociateurs du traité franco-américain, par M. *Léon Chotteau* (P), **761**.
Comptabilité. Rapport de M. *Legrand* sur le compte des recettes et dépenses de la Société, pour les exercices **1876, 1877, 1878** ; rapport au nom des censeurs, par M. le comte de *Mony-Colchen*, **432**.
— Système nouveau de, s'adaptant à tous les calculs de l'industrie (P), **755**.
Compteurs. Construction d'un, dit cinémomètre, par M. *Jacquemier* ; rapport de M. *E. Collignon*, **61** (pl. **110** et dessins sur bois).
— A eau, par M. *Samain* (P), **754**.
Concours. Prix de **100 000** francs mis au, par M. *Isaac Péreire*, **166**.
— Rapport sur le, pour le grand prix d'Argenteuil accordé à M. *Poitevin*, par M. *Davanne*, **359**.
— Rapport de M. *Rossigneux* sur les titres de M. *Ch. Garnier* à la grande médaille de *Jean Goujon*, **364**.
— Rapport de M. *Voisin Bey* sur le, pour le prix *Elphège Baude*, décerné à M. *Hersent*, **374**.
— Résumé du rapport de M. *Tresca* sur le, pour un petit moteur destiné à un atelier de famille (prix décerné à M. *A. de Bissclop*), **376**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Encouragement accordé à M. *Anthoni* pour un moyen pratique d'amortir les ébranlements et les vibrations qui résultent de l'emploi des marteaux mécaniques; rapport de M. *Pihet*, 377.
— Prix décerné à M. *Camille Vincent* pour l'utilisation des résidus de fabrique; rapport de M. *F. Le Blanc*, 378.
— Encouragement accordé à M. *Jean-Abel Martin* pour son procédé rendant les tissus et les bois ininflammables ; rapport de M. *Troost*, 384.
— Rapport de M. *Sebert* sur le, pour un procédé de dessiccation rapide des bois (encouragement accordé à M. *Idrac*, 391.
— Encouragement accordé à M. *Gœtz* pour ses travaux relatifs à la culture intensive des prairies à base de graminées ; rapport de M. *Risler*, 392.
— Encouragement accordé à M. *Ch.-Guillaume Petit* pour le perfectionnement des applications de la photographie ; rapport de M. *Davanne*, 393.
Conseil d'administration. Liste des membres titulaires et des membres honoraires composant le, pour 1880, 3.
Conservation. Procédé ayant pour but de substituer la chlorophylle aux sels de cuivre dans la préparation pour la, des fruits, légumes verts, etc., par MM. *Lecourt* et *Guillemare* (méd. arg.), 413.
Corail. Histoire naturelle, pêche, etc. du, par M. *Coutance*, 658 (dessins sur bois).
Coton. Emploi du, pour la construction des maisons aux États-Unis, 491.
— Mémoire sur les tissus de, de Tarare, Saint-Quentin, Alsace, dans lequel est indiqué le moyen de reconnaître leur valeur, par M. *Duperray* (P), 494.
Couleurs. Recherches pour trouver une, rouge pour la porcelaine grand feu, par M. *C. Magnin* (P), 223.
— Nouvelle méthode pour la détermination des, complémentaires et application qu'on en peut faire dans la décoration, par M. *Rosenstiehl* (méd. or), 402.
— Fabrication de, inoffensives pour la décoration des jouets d'enfants, par M. *Turpin* (méd. or), 404.
— Communication faite, par M. *Rosenstiehl*, sur les procédés de M. *Baeyer* pour la fabrication de l'indigotine artificielle, 757.
Coupole. Étude sur la stabilité de la, projetée par Bramante pour la basilique de Saint-Pierre de Rome, par M. *Alfred Durand-Claye;* rapport de M. *E. Collignon*, 117.
Courroies. Attaches métalliques pour la jonction des, et des cordes à boyaux employées dans les transmissions de mouvement, par M. *J. Violette;* rapport de M. *Pihet*, 237 (pl. 115) (méd. br.), 420.
Crayons. Manufacture de, de M. *Gilbert* fils (méd. or), 400.
Crin végétal. Récolte et préparation du, dans la *Louisiane*, 614.
Crémeuse. Note de M. *Hervé Mangon* sur la, centrifuge de M. *Laval*, 457 (dessins sur bois).
Cristaux. Décoration des, et verres, par M. *Monot;* rapport de M. *de Luynes* (méd. or), 69 (pl. 111).
Cuivre. Méthode d'affinage du, par M. *Manès*, 276.
— Fabrication de fils de, rosette renfermant un fil de platine au centre, par M. *Hélouis* (P), 337.

D.

Dépenses. Rapport de M. *Legrand* sur le compte des recettes et, de la Société pour les exercices 1876, 1877, 1878, 432; rapport au nom des censeurs, par M. le comte de *Mony-Colchen*, 432, 441.
Désinfection. Nouveau procédé pour la, des fosses d'aisance, par M. *Hubert Viney* (P), 217.
Dessin. Instruments à, par M. *Avril* (méd. arg.), 410, 713 (pl. 121).
— Nouveau genre de, décoratif sur pierre lithographique, par M. *Davin* (P), 761.
Discours prononcé sur la tombe de M. *Chevallier*, membre du Conseil, par M. *Planchon*, 58.
— Prononcé sur la tombe du général *Morin*, par M. *Tresca*, 277.
— Prononcé sur la tombe de M. *Moll*, par M. *Barral*, 728.
— Prononcé sur la tombe de M. *Personne*, par M. *Jungfleisch*, 731.
— Prononcé sur la tombe de M. *Émile Chasles*, par M. *Dumas*, 734.
Dressage. Procédé pour le, des chevaux rebelles, par MM. *Defoy* et *Moreau* (méd. arg.), 412.
Dynamite. Sur la, et les substances explosives, par M. *Roux*, 628 (dessin sur bois).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

E.

Eaux. Sur l'œuvre conçue et exécutée par M. *Belgrand* pour le service des, de Paris, par M. *Bertrand*, 551.
— Emploi de l'agitation des vagues, par M. *E. Delaurier* (P), 753.
Éclairage. Lampe pour l', électrique, par M. *Ch. Stewart* (P), 217.
— Sur des becs de gaz donnant une lumière d'une grande intensité, par M. *Bérard*, 304 (pl. 117); observations de M. *F. Le Blanc*, 310.
— Lampe pour huiles minérales, supprimant les explosions, par MM. *Darte* (P), 331.
— Lampe électrique à incandescence, par M. *Reynier* (méd. plat.), 409.
— Automatique, par M. *Jamin*, 486 (dessins sur bois).
— Application de l', électrique aux ardoisières d'Angers, par M. *Blavier*, 593 (pl. 120.
Écrou. Système d', indesserrable, par MM. *A. Paulet* et *E. Chabrant* (P), 332.
Électricité. Nouvelle propriété des courants démontrée par le giroscope de MM. *de Fonvielle* et *Lontin*, 332.
— Pile électrique nouvelle, par M. *Reynier*, 495.
— Synchronisme électrique de deux mouvements, par M. *Deprez*, 497.
— Mesure de l'énergie d'un courant, par M. *Deprez*, 498.
— Rapport au Président de la République française sur une Exposition internationale d', pour 1881, 611.
Enseignement. Épures-reliefs pour l', de la géométrie descriptive, par M. *Magnuski;* rapport de M. *de la Gournerie*, 72.
— Jeux de géographie et d'histoire, par M. *Latry;* rapport de M. *Davanne*, 569.
— Collection complète de modèles de coupe de pierre reproduits par le moulage et qui forme un, complet de ce genre d'étude, par M. *Monduit* (P), 759.
Enquête. Sur l', du Sénat sur les chemins de fer d'intérêt général, par M. le baron *Baude;* exposé, 11; 1re sous-commission, classement des chemins de fer d'intérêt général, 13; 2e sous-commission, voies et moyens d'établissement et d'exploitation, 14; 3e sous-commission, tarifs, 16; tarifs généraux, 18; tarifs spéciaux, 20; comment l'État est maître des tarifs des chemins de fer des grandes Compagnies, 22; conclusions de la sous-commission des tarifs, 25; conclusions générales, 26.
— Sur la situation agricole de la France, publiée par la Société nationale d'agriculture, 494.
Étamage. Moyen de déceler la présence du plomb dans l', par M. *Maistrasse* (P.), 753.
Explosions. Sur des, produites par l'acide carbonique dans la houillère de Rochebelle, par M. *Delesse*, 143 (pl. 113).
— Des, dans les mines de houille; conférence par M. *T. Wills*, 147.
— Sur l', d'un appareil à acide sulfurique, par M. *Kuhlmann* fils, 281.
— Sifflet de sûreté pour prévenir les, de machines à vapeur, par M. *J. Meillant* (P), 752.
Exposition universelle de 1878. Conférence faite par M. *de Fréminville* sur les machines à vapeur Compound comparées aux machines *Corliss*, 83.
— Sur la métallurgie à l', par M. *Lan*, 99, 189, 260.
— Conférence sur le verre faite à l', par M. *Clémandot*, 320.
— Conférence sur la dynamite et les substances explosives, par M. *Louis Roux*, 628 (dessin sur bois).
— Conférence faite sur les moteurs à gaz, par M. *Armengaud* jeune, 531.
— Internationale d'électricité. Rapport au Président de la République française sur un congrès des électriciens et d', pour 1881, 611.
— Organisation d'une série d', de l'industrie en 1881, au Cristal Palace, à Londres, par M. *Simmond*, 753.

F.

Faïence. Produits en, de la manufacture de Gien; rapport de M. *Dufresne*, 178 (méd. or), 399.
Fer. Sur les divers modes d'essai du, et de l'acier, par M. *Lan*, 189.
— Sur les nouveaux procédés de fabrication et d'ouvraison des, fontes et aciers, par M. *Lan*, 260

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Procédé pour rendre le, inoxydable, par M. *Barff*, 560.
— Thèse sur les oxydes métalliques du, par M. *Moissan* (P), 761.
Fer blanc. Sur l'utilisation des rognures de fer blanc, 493.
— Son emploi pour remplacer les pierres lithographiques, par M. *Maistrasse* (P), 753.
Fermeture. Système de, du bas des portes, par M. *Boitel* (P), 218.
— Système de, pour les flacons de conserves, par M. *A. Ballé* (P), 223.
Fils. Machine à encoller les, par MM. *Tulpin ;* rapport de M. *de Laboulaye*, 173 (pl. 114 et dessin sur bois).
— Préparation de, de cuivre rosette renfermant un fil de platine au centre, par M. *Hélouis* (P), 337.
Fondations de M. le marquis *d'Argenteuil*, 435.
— De M. *Bapst*, 436.
— De MM. *Christophe* et *Bouilhet*, 437.
— De Madame la princesse *Gallitzen*, 437.
— De M. *Carré*, 437.
— De M. *Fauler* (industrie des cuirs), 438.
— De M. *Legrand* (industrie de la savonnerie), 438.
— De M. *Christofle* et *Bouilhet* (artistes industriels), 438.
— De M. *de Milly* (industrie de la stéarine), 438.
— De *Baccarat* (industrie de la cristallerie), 439.
— De M. *Menier* (industrie des arts chimiques), 439.
— De M. *Bouchon*, de la Ferté-sous-Jouarre, 439.
— Grand prix de la Société d'encouragement, 440.
— De M. *Gustave Roy* (industrie cotonnnière), 440.
— De M. *Elphège Baude* (matériel des constructions), 440.
Fosses d'aisance. Nouveau procédé pour la désinfection des, par M. *Hubert Viney* (P), 217
— Système de ventilation des, par M. *Berne* (P), 218.
— Désinfection des, par M. *Kaversa-Vincey* (P), 753.
— Désinfection des caisses d'épuration du gaz (P), 753.
Four. Nouveau, de verrerie, par M. *Monot ;* rapport de M. *de Luynes*, 70 (pl. 111).
— Nouveau, à action continue pour la cuisson des objets céramiques, par MM. *Siemens* et *Hesse* (P), 332.
Frein, Simplification à son, électrique, pour les chemins de fer, par M. *Achard*, 227 (rappel de méd. or), 397.
— Système de, automatique pour la scie circulaire, par M. *S. Bohn* (P), 338.
— Système de, dynamométrique équilibré, pour la mesure de la force d'un petit moteur très-délicat, par M. *Raffard* (*N. J.*) (P), 494.
— Système de, dynamométrique de M. *Carpentier* et de M. *Marcel Deprez* ; rapport de M. *Collignon*, 415 (dessins sur bois).
— Équilibré pour la mesure des petites forces, par M. *J. N. Raffard* (P), 754.

G.

Gaz. Appareil destiné à l'analyse industrielle des, par M. *H. Orsat ;* rapport de M. *F. Le Blanc*, 295 (pl. 116) (méd. plat.), 408.
— Sur les, retenus par occlusion dans l'aluminium et le magnésium, par M. *Dumas*, 463.
— Moteurs à, à l'Exposition universelle de 1878, par M. *Armengaud* jeune, 531.
Gaz d'éclairage. Construction d'un gazomètre colossal en Angleterre, par MM. *Ashmore* et *White*, 209.
— Nouveau brûleur pour le, par MM. *Marini* et *Goelzer* (P), 213.
— Système de chauffage par le, par M. *Gambier* (P), 223.
— Enregistreur sec de la pression du, par M. *Brouardel*, 224.
— Sur des becs de, donnant une lumière d'une grande intensité, par M. *Bérard*, 304 (pl. 117) ; observations de M. *F. Le Blanc*, 310.
— Résumé du rapport de M. *Tresca* accordant le prix des arts mécaniques à M. *A. de Bisschop* pour son petit moteur à, 376.
Géométrie. Épures-reliefs pour l'enseignement de la, descriptive, par M. *Magnuski* ; rapport de M. *de la Gournerie*, 72.
Giroscope. Nouveau, électro-magnétique, par MM. *de Fonvielle* et *Lontin*, 332.
Glace. Sur le sciage de la, pour dégager les navires, par M. l'amiral *Pâris*, 204 (dessins sur bois).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Glycérine. Fabrication de la, en Europe et ses diverses applications, 284.
Graissage. Robinets pour le, des cylindres et tiroirs des machines à vapeurs, par M. *Rous;* rapport de M. *Pihet*, 234 (pl. 115).
— Godet pour le, des poulies folles, par M. *Saurel* (méd. br.), 419.
— Des machines à vapeur et godet graisseur, par M. *Mouraille* (P), 761.
Gravure. Procédés pour la, chimique en relief d'une photographie ou d'un cliché pour être ensuite imprimée en typographie, par M. *Guilbot* (P), 210.
— Effets de, produits par des procédés photographiques sur l'argenture des glaces, par M. *Leclère;* communication de M. *Davanne*, 212; rapport de M. *Davanne*, 507.
— Photographique, par M. *Arentz*, 495, 765.
Guipures. Fabrication mécanique des, par M. *Ch. Babey* (méd. or), 398.

H.

Horlogerie. Sur l', américaine, 283.
— Sur l'unification de l'heure, par M. *Collin*, 341.
— Balancier compensateur pour chronomètres de marine, par M. *Callier* (med. or), 398.
— Système de remise à l'heure et autres travaux d', par M. *Fenon* (méd. platine), 405.
— Quantièmes appliqués aux montres, par M. *Louis-Joseph Crozet* (méd. arg.), 411.
— Suspensions automatiques et électro-magnétiques, pour la remise à l'heure des pendules et des horloges, par M. *Tessier* (P), 494.
Horlogerie électrique, à Paris, par M. le comte *du Moncel*, 481 (dessin sur bois).
— Pendule à double compensation, dilatation métallique et pression atmosphérique, etc., par M. *Martin* (P), 765.
Houille. Sur de graves accidents produits par l'acide carbonique dans les mines de, de Rochebelle, par M. *Delesse*, 143 (pl. 113).
— Des explosions dans les mines de; conférence par M. *T. Wills*, 147.
— Appareil destiné à la détermination rapide du grisou dans l'atmosphère des mines de, par M. *Coquillon;* rapport de M. *F. Le Blanc*, 301 (pl. 116).
Huiles, aéromètre thermique pour l'essai des, par M. *Pinchon* (méd. arg.), 415.
— Palette à essayer les, par MM. *Rouaix* et *Dufour* (méd. br.), 419.
Hygiène. Brochure sur l'. des appartements, par M. le Dr *Bourgeois* (P), 494.

I.

Impôts. De l', sur le sucre; communication de M. *Dumas*, 127.
— Rapport de M. *Lavollée* sur les vœux des agriculteurs du Nord, demandant la diminution de l', sur les sucres, 285.
Impression. Système d', décorative sur porcelaine, par MM. *Darte* (P), 338.
Incombustibilité. Encouragement accordé à M. *Jean-Abel Martin*, pour son procédé réalisant l', des tissus et des bois; rapport de M. *Troost*, 384.
Incrustations. Observations sur les, qui se forment dans certains cas dans les bouilleurs des générateurs, par M. *Pauly* (P), 213.
Instruments de musique. Nouvel, en bois, par M. *L. Soustre* (P), 213.
Instruments de précision. Nouvelle balance de laboratoire, par M. *Deleuil*; rapport de MM. *de Luynes* et *Henri Peligot*, 9 (dessin sur bois) (rappel de méd. or), 399.
— Cinémomètre de M. *Jacquemier*; rapport de M. *Sebert*, 61 (Pl. 110).
— Nivelettes perfectionnées pour le tracé des pentes sur le terrain, par M. *Boillé* (méd. br.), 416.
— A dessiner, par M. *Avril* (méd. arg.), 410, 713 (pl. 121).
— Machine à diviser, par M. *Elie Reuille* (P), 213.
— Fabrication d', par M. *Laurent* (méd. or), 400.
— Liquomètre de M. *Émile Deiss* (P), 753.
— Télémètres à retournement et à collimation de M. *Le Cyre*, 756.
Irisation. Origine présumée du procédé d', du verre, 325.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J.

Jouets. Couleurs inoffensives pour la décoration des, d'enfants, par M. *Turpin* (méd. or), 404.
Jeux de géographie et d'histoire, par M. *Latry;* rapport de M. *Davanne*, 569.

L.

Lampe. Système de, à vent, brûlant l'essence minérale, destinée aux laboratoires, aux souffleurs de verre, par M. *Cavasier* (P), 171.
— Nouvelle, électrique, par M. *Ch. Stewart* (P), 217.
— Système de, pour huiles minérales, supprimant les explosions, par MM. *Darte* (P), 331.
— Système de, électrique à incandescence par M. *Reynier* (méd. de platine), 409.
Liège. Emploi du, dans les constructions, par M. *Combe d'Alma* (P), 116.
Liquide inflammable doué de propriétés spéciales, par M. *Kordig*, 763.
Liste des membres titulaires et des membres honoraires du Conseil d'administration pour 1880, 3.
— Des médailles de différentes classes décernées aux industriels dans la séance générale du 9 juillet 1880, 394.
— Des médailles de bronze décernées aux ouvriers et contre-maîtres dans la même séance, 420.
Lithographie. Procédé pour rendre utilisables en, les pierres tendres et spongieuses, par M. *Jean* (P), 494, 753.
— Extension donnée à la substitution des plaques de zinc aux pierres de, par M. *Monrocq;* rapport de M. *Claudius Popelin*, 566.
— Emploi du fer blanc galvanique pour remplacer les pierres de, par M. *Maistrasse* (P), 753.
Locomotive. Système de, sans foyer, par M. *Léon Francq* (méd. plat.), 406.
— Résultats obtenus par ce système, sur les tramways de Lille à Roubaix, 764.

M.

Machines à vapeur. Sur les, dites Compound, comparées aux machines *Corliss*, par M. *de Fréminville*, 83.
— Système de, de faible consommation de houille, par M. *Ernest Guignet* (P), 211.
— Machine à trois cylindres, par MM. *Dantony* et *Singrün* (P), 218.
— Tiroir pour détente variable des, par M. *Bizot* (P), 340.
Machines hydrauliques. Turbine de 30 chevaux alimentée d'une manière spéciale, par M. *Pierre Vaudois* (P), 210.
Machines diverses. Machine à encoller les fils, par MM. *Tulpin;* rapport de M. *de Laboulaye*, 173 (pl. 114 et dessin sur bois).
— Scie locomobile, par M. *E. Lafite* (P), 213.
— Machine suppléant au manque d'eau dans les usines hydrauliques, par M. *Eug. Pierrot* (P), 216.
— Machine à fraiser perfectionnée, par M. *Desgranchamps* (P), 340.
— Machines à couler les bougies, par M. *Paul Morane* (méd. or), 401.
— Perfectionnements à la machine à calculer de M. *Thomas*, de Colmar, par M. *Thomas de Bojano* (méd. or), 403.
— A détirer les tissus, par M. *Marcadier* (méd. plat.), 407.
— Nouvel organe de, par M. *Charles Bourdon* (méd. arg.), 410.
— Electro-magnétique rationelle, par M. *Émile Delaurier* (P), 753.
— Moulin à vent et moulin perpétuel, par M. *Émile Delaurier* (P), 753.
— Concentrateur solaire perfectionné, par M. *Émile Delaurier* (P), 753.
— Pour la taille des roues d'engrenages, par M. *Gaudot* (P), 754.
— A boucher simultanément les bouteilles, par M. Pia (P), 758.
— A débiter, broyer et piler les bois des Indes, par M. *Asaert* (P), 761.
Maisons. Emploi du coton pour la construction des, aux États-Unis, 491.
— Moyens pour protéger pendant la nuit les habitants des, contre toute surprise extérieure, par M. *Hesling* (P), 761.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Médailles. Rapport de M. *Bossigneux* sur les titres de M. *Ch. Garnier* à la grande médaille des constructions et des beaux-arts de Jean Goujon, 364.
— D'argent décernée à M. *Idrac* pour son procédé de dessiccation rapide des bois ; rapport de M. *Sebert*, 391.
— Liste des, de différentes classes décernées aux industriels dans la séance générale du 9 juillet 1880, 394.
— Liste des, de bronze décernées aux ouvriers et contre-maîtres dans la même séance, 420.
Métallurgie. Sur la, à l'Exposition universelle de 1878, par M. *Lan*, 99 ; production des hautes températures, 103 ; préparation des matériaux réfractaires, 107 ; construction des fourneaux de diverses sortes, 108 ; matériel mécanique des usines sidérurgiques, 110 ; divers modes d'essai des fers et aciers ; leur classification, 189 ; nouveaux procédés de fabrication et d'ouvraison des fontes, fers et aciers, 260 ; quelques observations sur la métallurgie des métaux autres que le fer, 274.
— Nouveau genre de cubilot, par M. *Léopold Delanois* (P), 210.
Mines. Sur de graves accidents produits par l'acide carbonique dans la, de houille de Rochebelle, par M. *Delesse*, 143 (pl. 113).
— Des explosions dans les, de houille, conférence par M. *T. Wills*, 147.
— Appareil destiné à la détermination rapide du grisou dans l'atmosphère des, par M. *Coquillon ;* rapport de M. *F. Le Blanc*, 301 (pl. 116) (méd. arg.), 411.
— Sur la profondeur de quelques-unes des, les plus profondes de l'Europe, 491.
Moulins. Tamiseur pour pulvériser les matières nuisibles à la respiration. par M. *Poirier*, 754.
Miroirs magiques. Conférence sur les, faite par M. *Bertin*, avec la collaboration de M. *Dubocq*, 617.
Moteur. Résumé du rapport de M. *Tresca* accordant le prix des arts mécaniques au petit, à gaz pour atelier de famille de M. *A. de Bisschop*, 376.
— A gaz à l'Exposition universelle de 1878, par M. *Armengaud* jeune, 531.
Mouvement. Dispositif réalisant la transformation du, circulaire en mouvement rectiligne, par M. *Perrolaz ;* rapport de M. *Collignon*, 229 (dessin sur bois) (méd. br.), 418.
— Attaches métalliques pour la jonction des courroies et des cordes à boyau employées dans les transmissions de, par M. *Violette ;* rapport de M. *Pihet*, 237 (pl. 115).
— Synchronisme électrique de deux, par M. *Deprez*, 497.
— Perpétuel, perfectionnements à son, par M. *Arthur Grare* (P), 765.

N.

Navires. Système de propulsion par l'air comprimé pour les, par M. *Pelte* (P), 116, 331.
— Sur le sciage de la glace pour dégager les, par M. l'amiral *Pâris*, 204 (dessins sur bois).
— Moyen de rendre les, insubmersibles, par M. *Ch. Labrousse* (P), 219.
— Insubmersibles, par M. *Émile Delaurier* (P), 753.
— Modèle d'hélice pour, par M. *Leroy* (P), 765.
Nécrologie. Discours prononcé sur la tombe de M. *Chevallier*, membre du comité des arts chimiques, par M. *Planchon*, 58.
— Notice sur M. *Alphonse Clément-Desormes*, 169.
— Notice sur M. *Favre*, membre correspondant du Conseil, par M. *F. Le Blanc*, 195.
— Mort de M. *Charles Barker*, inventeur du levier pneumatique, 211.
— Mort de M. *Violette*, membre de la Société, 220.
— Discours prononcé sur la tombe du général *Morin*, par M. *Tresca*, 277.
— Mort de M. *Lissajous*, membre du Conseil, 343.
— Mort de M. *Louis Moll*, membre du conseil. Discours prononcé sur sa tombe, par M. *Barral*, 728.
— Mort de M. *Personne*, membre du Conseil. Discours prononcé sur sa tombe, par M. *Jungfleisch*, 731.
— Mort de M. *Emile Chasles*, membre de la Société. Discours prononcé sur sa tombe, par M. *Dumas*, 734.
Nickel. Fabrication d'objets en, massif pur, par MM. *Gaspard* et *Belle ;* communication de M. *Troost*, 215 ; observations de MM. *Christofle* et *Debray*, *ib.* ; rapport de M. *Troost*, 505.
— Remarques au sujet du nickel malléable, par M. *Dumas*, 339.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

O.

Optique. Instruments d', par M. *Laurent* (méd. or), 400.

P.

Papier. Sorte de, pour le crayon lithographique, par M. *Bourbier* (P), 171.
— Système de, buvard monté sur rouleau, par M. *Maurel* (P), 331.
— Fabrication d'un, sensible pour la reproduction des cartes, dessins et plans, par M. *Pellet* (méd. arg.) (P), 414.
— Considérations générales sur les moyens de recueillir la matière première pour la confection du papier, par M. *Gagnage* (P), 494.
Parfums. Note sur l'extraction des, par MM. *Massignon* (P), 331.
Pavage. Système de, en bois préparé, dit bois reconstitué, par M. *Parrot* aîné (P), 758.
Passementerie. Métallique irisée, par M. *Hélouis* (méd, plat.), 496.
Photographie. Procédés pour la gravure chimique en relief d'une, ou d'un cliché pour être ensuite imprimé en typographie, par M. *Guilbot* (P), 210.
— Effets de gravure produits sur l'argenture des glaces par des procédés de, par M. *Leclère*; communication de M. *Davanne*, 212. Rapport, 507.
— Rapport de M. *Davanne*, sur les travaux de M. *Poitevin* et sur ses titres au grand prix d'Argenteuil, 359.
— Émulsion sèche au bromure d'argent, par M. *Chardon* (méd. plat.), 404.
Photo-gravure. Spécimen de, en creux ou en relief, par M. *Arentz*, 495.
Photophone. Sur l'appareil dit, *de M. Graham Bell*, par M. *Du Moncel*, 604.
— Sur le, de M. *Graham Bell*, conférence faite par M. *Antoine Breguet*, 622 (dessins sur bois).
Phototypographie. Procédé de, par M. *Ch. G. Petit* (P), 171 ; rapport de M. *Davanne* lui accordant un encouragement, 292.
Phylloxera. Communication relative au, vastatrix, par M. *Dumas*, 240.
— Description de plusieurs procédés pour la destruction du, par M. *Pierre* (P), 494.
— Communications sur la destruction du, par *Alfred Bazin* (P), 752.
— Engrais chimique pour la destruction du, par M. *Martin Chatenet* (P), 753.
— Sur le, et son traitement par le drosogène, par le Dr *Coutarel* (P), 753.
Platine. Fabrication de fils de cuivre rosette renfermant un fil de, au centre, par M. *Hélouis* (P), 337.
Pompes. Pneumatique, par M. *P. Lacroix* (méd. br.). 418.
— Sur l'utilité des, à vapeur pour élever l'eau nécessaire au traitement des vignes phylloxérées, par M. *Hervé Mangon*, 735.
— Note de M. *Thirion* sur l'emploi, pour le traitement des vignes phylloxérées des, mobiles à vapeur de son système, 739.
— Système de, appelée la Parisienne, à bielle hydraulique, par M. *Housse* (P), 754.
— Pneumatique pour faire le vide dans les bouteilles, par M. Pia (P), 758.
— Du système Greindl, présentée par M. *Poillon*. et essais faits avec cette, dans la marine, à Brest, et dans l'industrie (P), 764.
— Rotative du système *Averseng*, présentée par M. *Rengade* (P), 764.
Porcelaine. Décoration sur, par des impressions en taille douce et lithographie, par MM. *Darte* (P), 338.
Potasse. Dosage par liqueurs titrées de la, et de l'acide carbonique, par M. *L. Marot* (P), 223.
Prairies. Encouragement accordé à M. *Gœtz* pour ses travaux relatifs à la culture intensive des, à base de graminées; rapport de M. *Risler*, 392.
— Documents sur sa nouvelle méthode de culture pour les, artificielles, par M. *Gœtz*, 494.
Prix. Programme d'un, de 100 000 francs proposé par M. *Isaac Péreire*, 166.
— Rapport sur le concours pour le grand prix d'Argenteuil accordé à M. *Poitevin*, par M. *Davanne*, 359.
— Rapport de M. *Voisin Bey* sur le concours pour le prix *Elphège Baude*, décerné à M. *Hersent*, 374.
— Résumé du rapport de M. *Tresca* sur le con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cours pour un petit moteur destiné à un atelier de famille (prix décerné à M. *A. de Bisschop*), 376.
— Encouragement accordé à M. *Anthoni* pour un moyen pratique d'amortir les ébranlements et les vibrations qui résultent de l'emploi des marteaux mécaniques; rapport de M. *Pihet*, 377.
— Décerné à M. *Camille Vincent* pour l'utilisation des résidus de fabriques; rapport de M. *F. Le Blanc*, 378.
— Encouragement accordé à M. *Jean-Abel Martin* pour son procédé rendant les tissus et les bois ininflammables ; rapport de M. *Troost*, 384.
— Encouragement accordé à M. *Gœtz* pour ses travaux relatifs à la culture intensive des prairies à base de graminées; rapport de M. *Risler*, 392.
— Encouragement accordé à M. *Ch.-Guillaume Petit* pour le perfectionnement des applications de la photographie; rapport de M. *Davanne*, 392.
— Programme des, et médailles mis au concours par la Société pour les années 1881, 1882, 1883, 1884, 1885, 1886, 673.
Procès-verbaux des séances du Conseil. Séance ordinaire du 9 janvier 1880, 115; — du 23 janvier, 171; — du 13 février, 210; — du 27 février, 213; — du 12 mars, 216; — du 9 avril, 218; — du 23 avril, 222;— du 14 mai, 330 ; — du 28 mai, 337 ; — du 11 juin, 340; — du 25 juin, 343; — générale du 9 juillet (récompenses), 345; — du 23 juillet, 493; — du 29 octobre, 752; — du 12 novembre, 753; — du 26 novembre, 758; — du 10 décembre, 760; — du 24 décembre, 764.
Propulsion. Système de, d'un bateau par l'air comprimé, par M. *Pelle* (P), 116, 331.

R.

Récoltes. De l'influence du climat sur les, dans la région N.-O. du département de la Manche, par M. *Hervé Mangon*, 79.
— Note sur les, de blé d'hiver obtenues de 1822 à 1878, chez MM. *Dailly* père et fils, à Trappes (Seine-et-Oise), par M. *Adolphe Dailly*, 243.
Régulateur automatique par expansion, par M. *Ulmann* (P), 754.
Résidus. Prix décerné à M. *Camille Vincent* pour l'utilisation des, de fabrique; rapport de M. *F. Le Blanc*, 378.
Robinets. Système de, pour le graissage des cylindres et des tiroirs des machines à vapeur, par M. *Rous;* rapport de M. *Pihet*, 234 (pl. 115) (méd. arg.), 416.
— Système de, à vis perfectionné, par M. *Gouslain* (P), 754.

S.

Saccharine. Sur la, par M. *Eugène Peligot*, 465.
Sauvetage. Système de canot de, par M. *F. Lemoine* (P), 338.
Selenium. Propriétés du, 606.
Serrurerie. Grilles artistiques forgées, par M. *Moreau* (méd. plat.), 408.
— Mécanisme de, empêchant et signalant toute tentative d'effraction par fausses clefs, par M. *Lebourdais* (P), 754.
Scie. Sur l'emploi de la, pour dégager les navires emprisonnés par les glaces, par M. l'amiral *Pâris*, 204 (dessins sur bois).
— Système de, locomobile, par M. *E. Lafite* (P), 213.
— Frein automatique pour la, circulaire, par M. *S. Bohn* (P), 338.
— Appareils pour garantir les ouvriers contre les accidents de la, circulaire par M. *J. B. Ganne* (méd. br.), 417.
Séances du Conseil d'administration. (Voy. **Procès-verbaux.**)
— Séance générale du 9 juillet 1880 (récompenses), 345.
Siphon perfectionné, par M. *Rigat* (P), 754.
Soie. — Machine de M. *Tastevin*, filant et moulinant des cocons sauvages (P), 755.
Sonnerie. Appareils d'appel à, trembleuse, par M. *Laville* (Méd. br.), 418.
— Électrique, tableau de, par M. *Cefrey* (P), 754.
Sourds-muets. Sur une simplification des appareils audiphones américains destinés aux, par M. *D. Colladon*, 163 (dessin sur bois), 213.
Stabilité. Etude sur la, de la coupole projetée par *Bramante* pour la basilique de Saint-Pierre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Rome, par M. *Alfred Durand-Claye ;* rapport de M. *E. Collignon*, **117**.

Statistique. Ce que rapporte le tabac dans les pays de grande consommation, **208**.

— Sur la fabrication de la glycérine en Europe et ses diverses applications, **284**.

— Quelques chiffres relativement à l'importance de la télégraphie électrique, **330**.

Substances alimentaires. Nouveau genre de tablettes, par M. *Marie* (P), **217**.

Substances explosives. Conférence sur la dynamite et les, par M. *Louis Roux*, **628** (dessin sur bois).

Sucre. Communication relative à l'impôt sur le, par M. *Dumas*, **127**.

— Rapport de M. *Lavollée* sur les vœux des agriculteurs du Nord, demandant la diminution de l'impôt sur le, **285**.

T.

Tabac. Ce que rapporte le, dans les pays de grande consommation, **208**.

Tarifs. Comment l'Etat est maître des, des chemins de fer des grandes Compagnies, **22**.

Tapis, présentation faite par M. *Mourceau* d'un Mémoire de M. *Routier* sur la fabrication et le commerce des tapis turcs, dits de Smyrne, **765**.

Télégraphie électrique. Quelques chiffres relatifs à l'importance de la, **330**.

— Appareil de, imprimeur à cadran, par M. *Chambrier* ; rapport de M. *Sebert*, **562**.

Téléphone. Emploi du, comme galvanomètre, par M. *d'Arsonval* (P), **222**.

Tissage. Lisses métalliques pour le, par MM. *Chevallier* frères (méd. arg.), **410**.

Tissus. Machine à détirer les, par M. *Marcadier* (méd. plat.), **407**.

— Nouveaux, de M. *Lecaisne-Maréchal ;* rapport par M. *de Laboulaye*, **451**.

Tramways. Sur la situation actuelle des, dans le département de la Seine et sur les résultats de l'exploitation des différentes lignes, par M. *Rousselle*, **182** (dessin sur bois) ; observations à ce sujet, par M. *Hervé Mangon*, **189**.

— Sur les, de la Grande-Bretagne, **615**.

Travaux publics. Sur le canal interocéanique à travers l'isthme américain, par M. *Voisin Bey*, **27** (pl. **108** et **109**).

— Rapport de M. *Rossigneux* accordant à M. *Ch. Garnier* la grande médaille de Jean Goujon pour ses travaux de l'Opéra, **364**.

— Rapport de M. *Voisin Bey* accordant le prix *Elphège Baude* à M. *Hersent* pour ses travaux au port de Toulon, **374**.

— Aux États-Unis d'Amérique, par M. *Malézieux*, **512**.

— Sur l'œuvre conçue et exécutée par M. *Belgrand* pour le service des eaux de Paris, par M. *Bertrand*, **551**.

Tunnel du Saint-Gothard, **492**.

Tuyaux. Système d'enveloppe pour les, de vapeur, par M. *Degremont* (méd. br.), **417**.

V.

Vapeur. Surchauffeur différentiel de, par M. *Ch. Hauvel* (P), **331**.

Ventilation. Système de, des fosses d'aisances, par M. *Berne* (P), **218**.

Vernis. Nouveau, pour protéger les surfaces métalliques, **282**.

Verres. Décoration des, et cristaux, par M. *Monot ;* rapport de M. *de Luynes*, **69** (pl. **111**) (méd. or), **401**.

— Lampe à vent employant l'essence minérale et destinée au soufflage du, par M. *Cavasier* (P), **171**.

— Conférence sur le, à l'Exposition universelle de 1878, par M. *Clémandot*, **320**.

— Procédé pour empêcher les feuilles de, à vitre de s'iriser, par M. *Renard*, **323**.

Viande. Du rendement en, des animaux de boucherie, **207**.

Vibrations. Rapport de M. *Pihet* accordant un encouragement à M. *Anthoni* pour son procédé pratique pour amortir les ébranlements et les, qui résultent de l'emploi des marteaux mécaniques, **377**.

Vidanges. Lettre à M. le *Ministre de l'agriculture* sur les vidanges des villes, par M. *H. Saillot* (P), **752**.

Vinasses. Prix décerné à M. *Camille Vincent* pour son procédé d'utilisation des vinasses de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

betteraves : rapport de M. *F. Le Blanc*, **378**.

Vins. Cuve à fond mobile pour empêcher l'altération des vidanges, par M. *J. Puiraveau* (P), **218**.

— Procédé de dosage pour l'extrait sec des, par M. *Houdart* (méd. arg.), **412**.

Viticulture. Communication relative au phylloxera, par M. *Dumas*, **240**.

— Sur l'utilité des pompes pour élever l'eau nécessaire au traitement des vignes phylloxérées, par M. *Hervé Mangon*, **735**.

— Note de M. *Thirion* sur l'emploi, pour le traitement des vignes phylloxérées, des pompes à vapeur de son système, **739**.

Vitraux. Nouveau genre de, métalliques, par M. *Dandois* (P), **330**.

Voiture. Système de, automobile à air comprimé, par M. *Mekarski* (méd. plat.), **407**.

— Avant-train moteur pour, routière et autres applications, par M. *Rudolf* (P), **761**.

Z.

Zinc. Extension donnée à la substitution des plaques de, aux pierres lithographique, par M. *Monrocq;* rapport de M. *Claudius Popelin*, **566**.

Zincographie. Réduction au quart de feuilles de l'*Engineering*, signalée par M. *de Laboulaye*, comme un tour de force remarquable de, **759**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES PLANCHES ET DES DESSINS.

PLANCHES.

Pages.

Pl. 108, *double*. Carte de l'isthme américain. 15
Pl. 109, *triple*. Carte de l'isthme de Panama. 16
Pl. 110, *simple*. Cinémomètre, par M. Jacquemier. 117
Pl. 111, *double*. Four de la cristallerie de Pantin, par M. Monot. 118
Pl. 112, *simple*. Appareils pour l'analyse des betteraves, par M. Olivier Lecq. 173
Pl. 113, *simple*. Explosion d'acide carbonique dans la concession houillère de Rochebelle. 174
Pl. 114, *double*. Machine à encoller les fils, par MM. Tulpin. 229
Pl. 115, *simple*. A. Robinets graisseurs par M. Rous. — B. Système de jonction des courroies, par M. Violette. 284
Pl. 116, *simple*. A. Appareils destinés à l'analyse industrielle des gaz, par M. Orsat. — B. Appareil pour la détermination rapide du grisou, par M. Coquillon. 345
Pl. 117, *double*. Becs de gaz pour lumière de grande intensité. 346
Pl. 118, *triple*. Appareil avertisseur et enregistreur des variations de niveau d'une rivière éclusée, par MM. Henry Lepaute fils. 561
Pl. 119, *triple*. Appareil dit accélérographe pour la mesure des pressions développées par les gaz de la poudre et l'étude de la loi du mouvement de recul d'une bouche à feu, par M. le colonel Sebert. 617
Pl. 120, *simple*. Application de l'éclairage électrique aux ardoisières d'Angers. 618
Pl. 121, *double*. Machines à dessiner de M. Avril. 713

DESSINS.

Balance de M. Deleuil. — 1 figure. 11
Tracé fourni par le cinémomètre de M. Jacquemier. — 1 figure. 67
Application du cinémomètre à l'observatoire de Montsouris. — 2 figures. 68
Appareil audiphone de M. Colladon. — 1 figure. 105
Vue perspective de l'encolleuse de MM. Tulpin. — 1 figure. 176
Tramways de Paris. Diagramme des efforts de traction. — 2 figures. . . . . 186 et 187
Sciage de la glace pour dégager les navires, par l'amiral Pâris. — 2 figures. . . . 205 et 206
Transformation du mouvement circulaire en mouvement rectiligne, par M. Perrolaz. — 1 figure. 229
Hausses mobiles de M. Jarre. — 3 figures. 234
Frein de M. Carpentier. — 1 figure. 449

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Frein de M. Marcel Deprez. — 2 figures. 450
Crémeuse centrifuge de M. Laval. — 2 figures. . . . . 460 et 461
Plan de Paris sur lequel sont indiqués les réseaux télégraphiques qui relient les horloges municipales à l'horloge de l'Observatoire. — 1 figure. 484
Lampe électrique automatique, par M. Jamin. — 2 figures 487
Éprouvette de poudrerie, par M. le colonel Sebert. — 1 figure. 576
Tracé obtenu avec l'accélérographe de M. le colonel Sebert. — 1 figure. 582
Vues perspectives de l'appareil dit accélérographe de M. le colonel Sebert, — 2 figures. . . 585
Tracé obtenu avec l'accélérographe. — 1 figure. 587
Photophone de Graham Bell. — 4 figures. . . . . 624 à 627
Appareil pour essayer la dynamite. — 1 figure. 636
Description du corail. — 10 figures. . . . . 661 à 665

Paris.— Imprimerie de Mme Ve Bouchard-Huzard, rue de l'Éperon, 5;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires