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

Titre général : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre du volume : 1884. 83e année. 3e série, tome 11

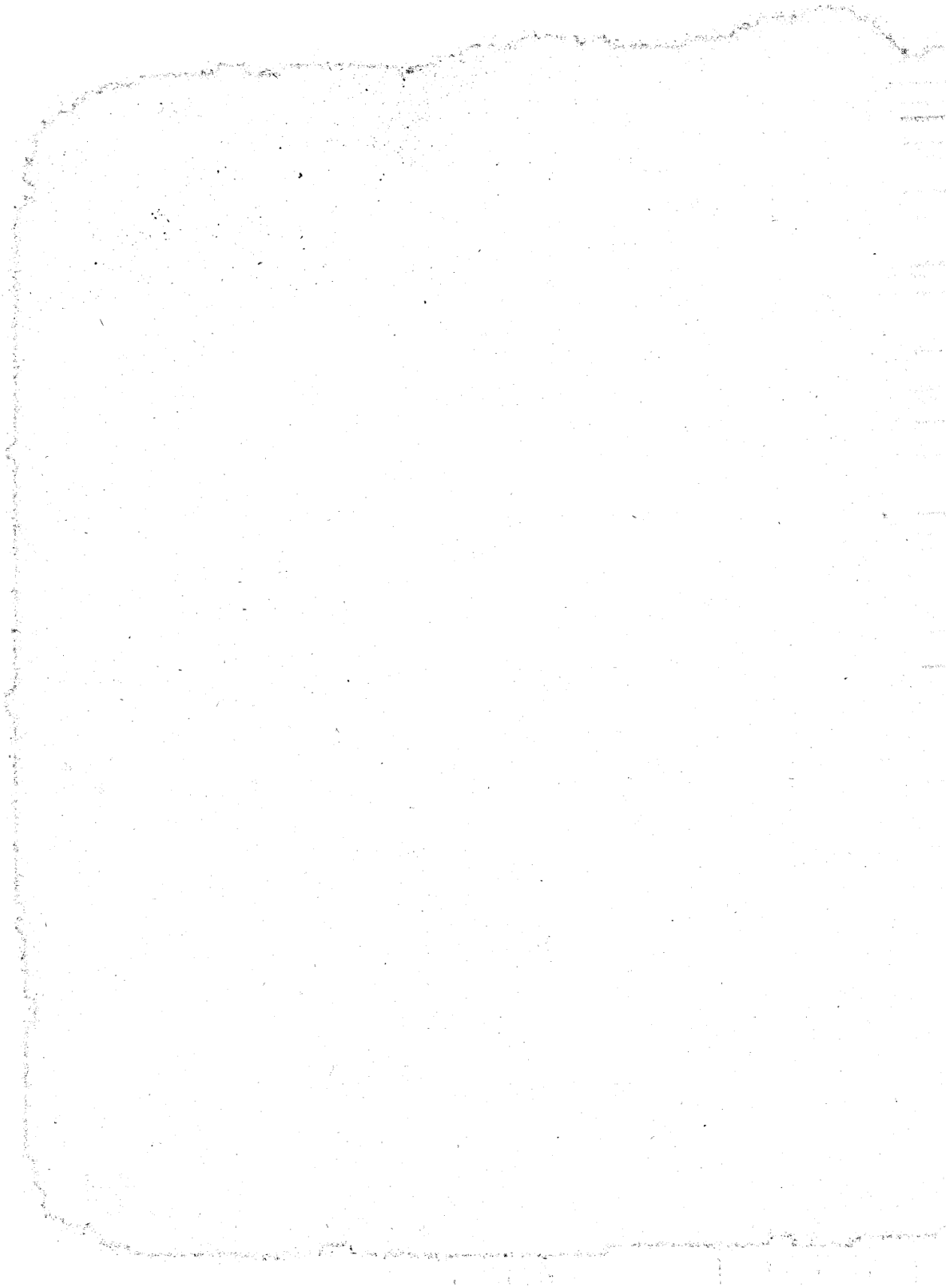
Mots-clés : Progrès scientifique et technique ; Innovations * France * 19e siècle
Description : 636 p. : ill., pl. 152-160 ; 26 cm
Adresse : Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1884
Cote de l'exemplaire : BSPI.83

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.83

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 6/11/2009



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

S. L.
Bibliothèque

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

L'INDUSTRIE NATIONALE

BSI] - 83

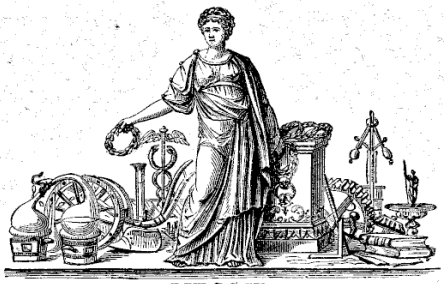
PUBLIÉ

SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ

MM. E. PELIGOT ET CH. DE LABOULAYE.

TROISIÈME SÉRIE. — TOME XI. — 1884.

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,
SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ, RUE DE RENNES, 44.

1884

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ.

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

RÉDACTION DU BULLETIN.

Renseignements, tous les jours, de une à quatre heures.

PARIS. — IMPR. DE J. TREMBLAY.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

81e année. Troisième série, tome XI. Janvier 1884.

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 28 DÉCEMBRE 1883, POUR L'ANNÉE 1884.

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.) (C. ✱), de l'Académie des sciences, professeur-administrateur du Muséum d'histoire naturelle et 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, en retraite, membre perpétuel, rue Royale, 10.

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

Droits reservés 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 Rennes, 109.

Trésorier.

1868. — GOUPIL DE PRÉFELN (✱), rue Saint-Lazare, 94.

Censeurs.

1842. — Le comte B. DE MONY-COLCHEN (✱), conseiller maître à la Cour des comptes, rue de Lille, 81.

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, 81.

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

1864. — LEGRAND (Al.), secrétaire de la Société des amis des sciences, avenue des Champs-Élysées, 37.

1868. — GOUPIL DE PRÉFELN (✱), rue Saint-Lazare, 94.

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 Taitbout, 3.

1879. — FOURCADE (O. ✱), ancien manufacturier, ancien membre de la Chambre de commerce de Paris, 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, en retraite, membre perpétuel, rue Royale, 10.

1850. — DE LABOULAYE (Ch.) (✱), ancien élève de l'École polytechnique, rue de Rennes, 109.

1855. — TRESCA (H. E.) (O. ✱), de l'Académie des sciences, professeur de mécanique au Conservatoire des arts et métiers et à l'École centrale des arts et manufactures, rue de Valenciennes, 6.

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1867. — De Fréminville (O. ✻), directeur des constructions navales, en retraite, rue de Beaune, 6.

1869. — Haton de la Goupillière (✻), de l'Académie des sciences, ingénieur en chef des mines, professeur à l'École supérieure des mines, rue Garancière, 8.

1872. — Pihet (A. E.) (✻), ingénieur-mécanicien, rue Neuve-Popincourt, 8.

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

1876. — Collignon (Ed.) (✻), ingénieur en chef, inspecteur de l'École des ponts et chaussées, rue des Saints-Pères, 28.

1877. — Goulier (C. M.) (O. ✻), colonel du génie en retraite, rue Vaneau, 49.

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

1878. — De Comberousse (Ch.) (✻), ingénieur, professeur au Conservatoire des arts et métiers et à l'École centrale des arts et manufactures, rue Blanche, 45.

1879. — Redier (O. ✻), horloger-mécanicien, cour des Petites-Écuries, 8.

1881. — Simon (E.), ingénieur, boulevard Arago, 78.

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, 3.

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, avenue de Villiers, 103.

1851. — Barral (C. ✻), secrétaire perpétuel de la Société nationale d'agriculture de France, rue de Rennes, 66.

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

1868. — Debray (✻), de l'Académie des sciences, professeur de chimie à la Faculté des sciences et à l'École normale supérieure, rue Vauquelin, 16.

1869. — Bouis (J.) (✻), professeur à l'École de pharmacie, essayeur à la Monnaie, quai Conti, 11.

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

1876. — Schützenberger (P.) (✻), professeur au Collège de France, rue Claude-Bernard, 53.

1876. — Girard (Aimé) (O. ✻), professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue du Bellay, 7.

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1880. — VINCENT (C.), professeur à l'École centrale des arts et manufactures, boulevard Saint-Germain, 28.

1880. — JUNGFLEISCH (✻), professeur à l'École de pharmacie, rue des Écoles, 38.

1883. — CARNOT (Adolphe) (✻), ingénieur en chef, professeur à l'École supérieure des Mines, boulevard Saint-Michel, 60.

Comité des arts économiques.

1840. — BECQUEREL (E.) (C. ✻), de l'Académie des sciences, professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle et professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue Cuvier, 57.

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

1861. — LE ROUX (F. P.) (✻), examinateur à l'École polytechnique, professeur à l'École de pharmacie, boulevard Montparnasse, 120.

1861. — JAMIN (J. C.) (O. ✻), de l'Académie des sciences, professeur de physique à la Faculté des sciences, carrefour de l'Odéon, 2.

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

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

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

1876. — PARIS (F. E.) (G. C. ✻), vice-amiral, de l'Académie des sciences, au palais du Louvre, direction du musée maritime, et rue Jacob, 22.

1876. — ROUSSELLE (H.) (✻), inspecteur général des ponts et chaussées, en retraite, rue de Bellechasse, 72.

1876. — FERNET (E.) (✻), inspecteur général de l'Université, rue Claude-Bernard, 79.

1876. — SEBERT (H.) (O. ✻), colonel d'artillerie de marine, directeur du laboratoire central de l'artillerie de marine, rue de la Cerisaie, 13.

1880. — BERTIN (A.) (✻), sous-directeur de l'École normale supérieure, rue d'Ulm, 45.

1880. — SER (L.) (✻), ingénieur, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, rue Soufflot, 21.

1883. — BARDY (✻), directeur du laboratoire central des contributions indirectes, membre à vie, rue du Général-Foy, 26.

1883. — MASCART (O. ✻), professeur au Collège de France, directeur du bureau central météorologique, rue de Grenelle-Saint-Germain, 60.

1883. — LAUSSEDAT (C. ✻), colonel du génie, directeur du Conservatoire des arts et métiers, rue Saint-Martin, 292.

Comité d'agriculture.

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

1856. — MANGON (Hervé) (C. ✻), membre de la Chambre des députés, de l'Académie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

des sciences, ingénieur en chef des ponts et chaussées, en retraite, rue Saint-Dominique, 3.

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

1864. — Chatin (O. ✱), de l'Académie des sciences, directeur de l'École de pharmacie, membre perpétuel, avenue de l'Observatoire, 4.

1866. — Tisserand (Eug.) (C. ✱), directeur au Ministère de l'agriculture, rue du Cirque, 17.

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

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

1876. — Pasteur (L.) (G. C. ✱), de l'Académie des sciences, rue d'Ulm, 45.

1879. — Risler (✱), directeur de l'Institut agronomique, rue de Rome, 35.

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

1880. — Ronna (O. ✱), ingénieur civil, rue de Grammont, 23.

1881. — Lavalard (Ed.) (✱), administrateur de la Compagnie des Omnibus, rue Jouffroy, 45.

1882. — Muntz (Achille) (✱), directeur des laboratoires de l'Institut national agronomique, inspecteur de l'enseignement agricole, rue Pernelle, 8.

1882. — Prillieux (E. E.), inspecteur général de l'agriculture, professeur à l'Institut national agronomique, rue Cambacérès, 14.

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

1876. — Brune (✱), architecte, professeur à l'École des beaux-arts, rue des Beaux-Arts, 8.

1876. — Bunel (H.), ingénieur-architecte de la préfecture de police, rue du Rocher, 67.

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

1876. — Dieterle (J.) (O. ✱), directeur de la manufacture de Beauvais, à Beauvais, et à Paris, rue Cretet, 2.

1876. — Dufresne de Saint-Léon (le comte) (O. ✱), inspecteur général de l'Université, rue Pierre-Charon, 61.

1876. — Guillaume (Eug.) (C. ✱), 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, avenue Marceau, 54.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1876. — DUMAS (Ernest) (✻), essayeur du bureau de la garantie de Paris, rue Guénégaud, 4, et rue de la Vieille-Estrapade, 7.

1876. — HUET (E.) (✻), inspecteur général des ponts et chaussées, sous-directeur des travaux de Paris, membre à vie, boulevard d'Enfer, 12.

1879. — VOISIN-BEY (O. ✻), inspecteur général des ponts et chaussées, rue Scribe, 3.

1879. — ROSSIGNEUX (Ch.) (✻), architecte, quai d'Anjou, 23.

1880. — GEOFFROY (E.), ancien membre du conseil d'administration de la manufacture de Gien, avenue des Champs-Elysées, 32.

Comité de commerce.

1856. — BLOCK (Maurice) (✻), membre de l'Institut, rue de l'Assomption, 63, à Auteuil.

1858. — RONDOT (Natalis) (O. ✻), délégué de la Chambre de commerce de Lyon, château de Chamblon, près d'Yverdon (Suisse).

1864. — LAVOLLÉE (Ch.) (✻), chaussée de la Muette, 4.

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

1866. — SAY (Léon), sénateur, membre de l'Institut, rue Fresnel, 21.

1869. — CHRISTOFLE (Paul) (✻), manufacturier, rue de Bondy, 56.

1869. — ROY (Gustave) (C. ✻), ancien président de la Chambre de commerce de Paris, membre du Comité consultatif des arts et manufactures, avenue Hoche, 1 *bis*.

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

1873. — MAGNIER (E.) (✻), négociant, rue d'Uzès, 7.

1877. — DAGUIN (J. B. E.) (O. ✻), ancien président du tribunal de commerce, ancien membre du Comité consultatif des arts et manufactures, rue Castellane, 4.

MEMBRES HONORAIRES.

1840. — CALLA (✻), ingénieur-mécanicien, rue des Marronniers, 8, à Passy-Paris.

1844. — CAHOURS (O. ✻), de l'Académie des sciences, quai Conti, 11.

1846 — FÉRAY (E.) (C. ✻), sénateur, manufacturier, à Essonne.

1855. — PHILLIPS (E.) (O. ✻), de l'Académie des sciences, inspecteur général des mines, rue de Marignan, 27.

1856. — TRÉLAT (Émile) (O. ✻), architecte, directeur de l'École spéciale d'architecture, professeur au Conservatoire des arts et métiers, boulevard Montparnasse, 136.

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. ÉDOUARD SIMON, *au nom du comité des arts mécaniques, sur le* DÉVIDOIR *de* M. LOUIS OLIVIER.

Messieurs, lorsque dans les opérations de la filature, du tissage, des apprêts des étoffes, il est nécessaire d'enrouler ou de dérouler un groupe de fils parallèles, une bande de tissu de longueur quelconque, l'un des modes d'entraînement le plus usités consiste dans la superposition de deux cylindres tangents, l'un servant de moteur, l'autre entraîné par son contact avec le premier. Le développement de celui-ci est, en effet, constant, quel que soit le diamètre du cylindre commandé, diamètre variable avec le nombre des couches superposées ou déroulées.

On pourrait citer, à titre d'exemples, les rouleaux des batteurs à coton, les tambours des cardes à laine, les machines à réunir les rubans de préparation, les bobines des défeutreurs dans l'industrie de la laine peignée, des régulateurs de métiers à tisser, les cylindres des calandres, etc.

Certains appareils à dévider sont construits sur la même donnée, c'est-à-dire que l'asple, au lieu d'être actionné directement à la main, se trouve commandé par la friction d'un galet axial sur une poulie d'entraînement. Ces éprouvettes présentent, toutefois, le désavantage d'enregistrer un nombre de circonvolutions de longueurs constamment variables, parce que le diamètre de l'échevette se trouve allongé, à chaque tour, de deux fois la section du fil. En d'autres termes, plus un fil est gros, plus s'accroît la longueur de l'échevette prise pour type et plus se trouve faussé le rapport entre la longueur et le poids qui détermine le numéro du fil.

Témoin, dans la fabrique de draperies de son père, des inconvénients qui résultent d'un mode d'échantillonnage aussi imparfait et qui se traduisent pratiquement par des irrégularités de tissage, des contestations entre filateurs et tisseurs, M. Louis Olivier s'est demandé pourquoi, au lieu d'inscrire le nombre de tours d'une échevette de diamètre variable, on ne tiendrait pas compte uniquement du nombre de révolutions du tambour d'entraînement dont la circonférence est immuable.

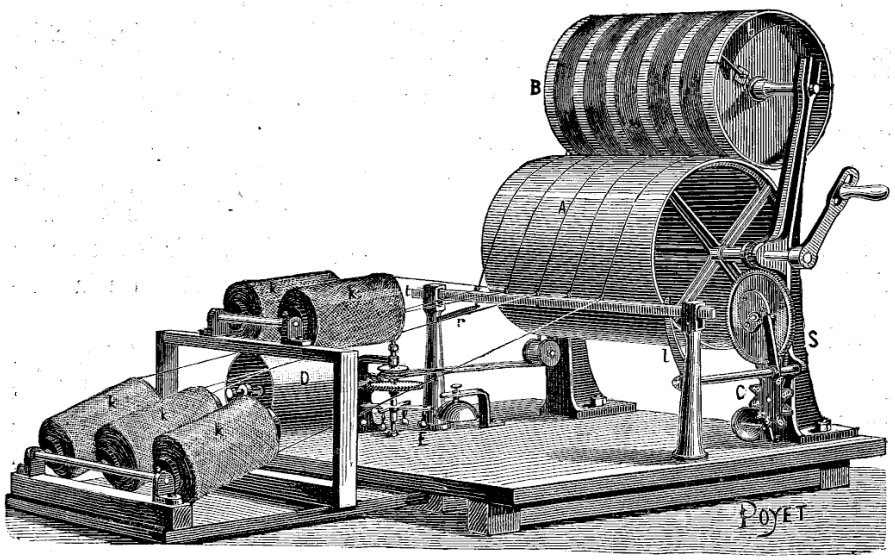
Tel est le principe du dévidoir qui vous a été soumis une première fois à l'état d'ébauche, en dernier lieu sous la forme d'un appareil mécanique de construction assez soignée pour en justifier l'usage dans des essais précis,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

assez rustique pour en confier le maniement au personnel ouvrier chargé de l'échantillonnage.

D'ordinaire, le numérotage de la laine cardée porte sur une moyenne de cinq fils. M. Olivier dispose cinq bobines, prises au hasard dans la partie à titrer, sur autant de broches convenablement espacées et inclinées en avant du dévidoir. Cet appareil est constitué par deux tambours cylindriques en métal, situés horizontalement et superposés dans des conditions telles que le centre du cylindre supérieur se trouve un peu en arrière du centre du tambour inférieur. Le but de ce déport est d'assurer l'enroulement sans glissement et sans traction anormale. Les cinq fils, maintenus à des intervalles égaux par des guides que porte une tringle transversale à mouvement lent de va-et-vient, enveloppent le cylindre inférieur sur partie de sa circonférence et se bouclent sur le tambour supérieur, autour de vis noyées dans la surface métallique.

En actionnant une manivelle clavetée à l'une des extrémités de l'arbre du tambour inférieur, l'ouvrière entraîne le cylindre supérieur sur lequel les fils se juxtaposent sans se confondre. Le même arbre commande simulta-



Dévidoir de M. Louis Olivier.

nément : 1° la tringle guide-fils, par l'intermédiaire d'un excentrique et de leviers, 2° un compteur de tours mû par engrenages.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'axe du cylindre dévideur s'élève verticalement dans des supports latéraux à mesure que le fil s'enroule. La vitesse de rotation de ce tambour se ralentit proportionnellement à l'épaisseur du fil enroulé, tandis que la rotation du cylindre d'entraînement ne subit aucune variation. La longueur du fil dévidé est donc égale au chemin parcouru par un point quelconque de la surface de l'entraîneur. Le compteur enregistre le développement constant de ce dernier, multiplié par le nombre de tours, et la superposition des couches sur le tambour supérieur n'a plus pour effet de modifier la longueur de l'échevette, comme avec les autres dévidoirs.

Les numérotages des fils varient avec les centres de production, et nous n'avons pas à revenir aujourd'hui sur les inconvénients de ces usages surannés (1). M. Olivier a tourné la difficulté en adoptant pour le compteur des divisions de 100 mètres, doublement indiquées à l'ouvrière par les chiffres inscrits sur le cadran et par le choc d'un marteau sur un timbre, chaque fois qu'une division est atteinte.

Il n'est pas inutile d'ajouter que le tambour supérieur porte un secteur mobile se rabattant à l'intérieur pour permettre l'enlèvement des écheveaux terminés.

Au dévidoir proprement dit se trouvent annexés deux petits appareils destinés à prémunir l'ouvrière contre une tendance assez naturelle à accélérer la vitesse. Dans le cas d'un dévidage trop rapide, les fils croisés sur les bobines sont soumis à des tractions saccadées qui causent de fréquentes ruptures. Les appareils de contrôle, commandés à l'aide d'une corde sans fin qu'entraîne l'arbre de la manivelle, se composent : l'un, d'un petit cylindre à couleurs alternées, bleu et rouge ; l'autre, d'un timbre et d'un tourniquet armé de boules métalliques.

Lorsque le nombre de tours du dévidoir excède la vitesse normale, les couleurs se confondent et la surface du cylindre prend la teinte lie de vin. D'autre part, les boules du tourniquet s'écartent en vertu de la force centrifuge et frappent le timbre. L'avertissement s'adresse donc à la fois à la vue et à l'ouïe. Ces appareils sont ingénieux, mais évidemment accessoires.

Le principe du dévidoir de M. Louis Olivier n'est pas seulement applicable à l'essai des fils de laine cardée ou peignée. En modifiant, suivant la

(1) Voir la communication faite par le rapporteur sur l'*Unification du numérotage des fils* (séance du 28 mars 1879).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nature et l'état des produits, les supports des écheveaux, bobines ou fusées à titrer, il serait facile d'en généraliser l'usage.

Nous avons pu, grâce à l'obligeance de M. Persoz, directeur de la Condition publique des soies et laines de Paris, vérifier l'exactitude de l'instrument pour le numérotage des fils de bourre de soie.

Votre comité des arts mécaniques vous propose, messieurs, de remercier M. Louis Olivier pour sa très intéressante commmunication et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent Rapport avec le dessin de l'appareil qui vous a été présenté.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 *décembre* 1883.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DU DÉVIDOIR LOUIS OLIVIER.

A, tambour cylindrique d'entraînement.
B, cylindre dévideur.
C, compteur de tours.
D, cylindre contrôleur de vitesse à couleurs alternées.
E, timbre contrôleur de vitesse avec tourniquet à boules métalliques.
S, supports latéraux des cylindres A et B.
b, secteur mobile du cylindre B.
k, *k*, *k*, bobines de fil à échantillonner.
l, levier de commande de la tringle *t*.
r, ressort de rappel de la tringle *t*.
t, tringle guide-fils.

ARTS ÉCONOMIQUES.

Rapport *fait, par* M. Bardy, *au nom du comité des arts économiques, sur un* Réverbère de sureté *présenté par* M. Lechien.

Messieurs, dans la séance du 13 juillet, notre collègue, M. Haton de la Goupillière, a présenté au Conseil un réverbère de sûreté, imaginé par M. Lechien, constructeur d'appareils pour le gaz, à Mons (Belgique).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Frappé du danger que présentent les divers modes d'éclairage employés habituellement aux abords des mines à grisou, dans les ateliers industriels, dans les salles de spectacle, en un mot, dans les locaux où un incendie peut amener à chaque instant de terribles accidents, M. Lechien a eu l'idée ingénieuse de séparer la flamme de l'air ambiant et de faire brûler le combustible dans un espace complètement clos, qui, par une canalisation spéciale, se trouve alimenté d'air pur, venant de l'extérieur des bâtiments.

M. Haton de la Goupillière a montré divers types de lanternes qui réalisent cette idée, et il a exécuté devant le Conseil une série d'expériences démontrant l'efficacité du système.

Nous ne referons pas ici la description des appareils de M. Lechien : la Note insérée au *Bulletin* du mois de novembre dernier, à la suite de la présentation faite par M. Haton de la Goupillière, donne tous les détails nécessaires pour en comprendre le principe et le fonctionnement ; la figure, jointe à la Note précitée, montre l'application du système au cas de l'éclairage par le gaz.

Le fonctionnement des réverbères Lechien est tout à fait indépendant de la composition de l'atmosphère des locaux qu'il s'agit d'éclairer : c'est là un avantage que jusqu'ici, sauf pour le cas des lampes à incandescence dans le vide, aucun système n'avait permis de réaliser. Si l'on pense aux graves accidents qui se produisent d'une part, dans les milieux exposés à être envahis par les gaz, les vapeurs ou les poussières combustibles, tels que les abords des puits des mines grisouteuses, les ateliers de produits chimiques, les distilleries d'alcool et de goudron, les fabriques de gaz, les moulins à farine, etc. ; et d'autre part aux incendies non moins redoutables qui se déclarent fréquemment dans les salles de spectacle, on doit reconnaître que le réverbère de M. Lechien répond à un véritable besoin et que son adoption permettra sinon d'éviter toute espèce de catastrophe, au moins d'en diminuer le nombre et la gravité.

Les lampes à huile, imposées par l'administration, pour l'éclairage des couloirs des théâtres, offrent beaucoup d'inconvénients et leur extinction aurait lieu d'ailleurs presque à coup sûr si une explosion venait à se produire dans la salle ou dans les couloirs, ou même si, pendant un incendie, la composition de l'air de ces locaux se trouvait modifiée d'une manière notable.

L'emploi des réverbères Lechien, dans ces conditions, donnerait au public des garanties de sécurité que nul autre système actuellement en usage ne saurait présenter.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De plus, si, dans ces réverbères, on substituait des bougies stéariques aux lampes à huile, on arriverait à restreindre considérablement les dimensions des réverbères ainsi que le diamètre des canalisations, et l'on se mettrait en outre à l'abri de toute cause d'extinction provenant du mauvais état possible des appareils d'éclairage ou de leur entretien défectueux. Les réverbères de sûreté destinés à cette application spéciale pourraient d'ailleurs être simplifiés et recevoir des formes en harmonie avec l'élégance des édifices.

Une invention réellement bonne et utile se recommande d'elle-même et sa propagation se fait avec rapidité ; à ne juger que par ce caractère, on peut en conclure que l'idée de M. Lechien appartient à la catégorie des œuvres utiles, car, depuis la rédaction de la Note de M. Haton de la Goupillière, beaucoup d'établissements ont adopté ce mode d'éclairage. Nous citerons, parmi les applications les plus récentes, celles faites en Belgique à l'usine à gaz de Bruxelles (Laeken), aux charbonnages de Fiestaux, à Couillet, par M. Mœkel, ingénieur du gouvernement belge, et l'éclairage de la salle et des couloirs du théâtre de Mons ; en Italie, à l'usine de la Compagnie napolitaine du gaz, à Naples ; en France, aux usines à gaz d'Angoulême, d'Aix, de Bordeaux et de Chambéry.

En terminant sa présentation, M. Haton de la Goupillière faisait quelques réserves sur la résistance des verres employés, ainsi que sur leur mode d'assemblage avec les parties métalliques de la lanterne ; M. Lechien a cherché à perfectionner ses appareils, et actuellement dans ceux qu'il fabrique, les verres sont fixés dans les rainures au moyen d'un mastic réfractaire qui paraît devoir offrir de sérieuses garanties de durée.

En résumé, M. Lechien a le mérite d'avoir fourni une solution simple et pratique du problème de l'éclairage des locaux exposés aux dangers d'explosion ou d'incendie.

Votre comité des arts économiques, après avoir examiné avec intérêt les appareils qui lui ont été présentés, vous propose de féliciter M. Lechien des résultats qu'il a obtenus et d'ordonner l'insertion du présent Rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : Ch. Bardy, *rapporteur*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. JUNGFLEISCH, *au nom du comité des arts chimiques, sur un* PRIX DE 1 000 FRANCS *mis au concours par la Société d'encouragement, 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.

La conservation économique de la viande fraîche présente, au point de vue de l'alimentation publique, un intérêt tellement évident que des essais fort nombreux ont été faits depuis longtemps pour la réaliser. Le développement de la rapidité des transports devait diriger plus vivement encore l'attention vers ce sujet; aussi, dans ces dernières années, beaucoup d'inventeurs ont-ils indiqué des solutions plus ou moins heureuses du problème. Ce sont ces tentatives que la Société d'encouragement a voulu favoriser en ouvrant le concours qui fait l'objet du présent Rapport.

Un seul Mémoire nous a été adressé; ses auteurs sont MM. Mignon et Rouart, les constructeurs-mécaniciens bien connus. Il expose quelques idées nouvelles et fait connaître des résultats fort intéressants auxquels ces idées ont conduit dans l'application. Il me paraît mériter toute l'attention de la Société d'encouragement.

L'agent de conservation utilisé par les auteurs est le froid. C'est, en effet, l'un des mieux indiqués; c'est aussi celui qui a donné lieu à la plupart des tentatives récentes; c'est enfin le seul qui, par l'emploi de la glace, soit l'objet d'une exploitation développée.

Les machines frigorifiques fournissent le moyen d'application du froid le plus généralement adopté : elles permettent de soustraire constamment aux substances conservées, une quantité de chaleur équivalente à celle qui arrive sans cesse du dehors. MM. Mignon et Rouart les ont cependant écartées de parti pris. Ils jugent que la conservation industrielle des denrées ne peut être véritablement lucrative que si l'agent qui la produit n'apporte pas d'entraves aux transports; ils pensent que le fonctionnement des machines ne présente pas des garanties de régularité suffisantes, et font remarquer que leur arrêt accidentel peut entraîner la perte d'un chargement. Ils considèrent qu'un bateau à vapeur est un appareil assez compliqué par lui-même pour qu'on évite d'y ajouter de nouvelles complications; enfin, dans les trans-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ports par terre, ils tiennent l'emploi d'une machine comme à peu près inadmissible.

Le procédé qu'ils proposent consiste, en principe, à refroidir la viande jusque vers — 20° et à l'enfermer dans une enceinte capable d'empêcher son réchauffement, ou tout au moins de la maintenir à quelques degrés au-dessous de zéro pendant toute la durée du transport. Dans ce but, ils isolent l'enceinte aussi complètement que possible, et surtout ils la garnissent abondamment d'une matière susceptible d'absorber de grandes quantités de chaleur, sans atteindre cependant la température de zéro : cette matière est la glace salée. Dans ces conditions les machines frigorifiques restent fixes au lieu d'expédition, tandis que la masse à transporter est augmentée du poids mort de la glace salée et de l'enveloppe, lequel est, il est vrai, assez considérable.

Examinons les différentes opérations qu'exige l'application de ce procédé.

D'ordinaire, on demande aux appareils de réfrigération appliqués à la conservation des matières alimentaires, de maintenir celles-ci à une température où s'arrête l'activité physiologique des microbes auxquels sont dues les fermentations dont elles sont l'objet; on se contente dès lors de les refroidir un peu au-dessous de zéro. MM. Mignon et Rouart refroidissent au contraire les quartiers de viande à la très basse température que produisent les appareils à l'ammoniaque du système Carré. La réfrigération est continuée pendant longtemps afin que la masse atteigne sensiblement — 20° jusque dans les parties centrales des morceaux. Dans une expérience dont plusieurs membres du comité des arts chimiques ont été rendus témoins, la viande à *frapper* avait été enfermée dans l'une des caisses rectangulaires d'une machine Carré, à fonctionnement continu. Nous avons pu constater qu'au sortir de cette caisse, elle présentait une dureté considérable et pouvait, par exemple, être sciée aussi facilement que du bois dur.

La viande gelée est introduite immédiatement et avec rapidité, dans une boîte étanche, préalablement refroidie, qu'on place aussitôt au centre du système destiné à empêcher le réchauffement.

Ce système, s'il consistait simplement en une enveloppe ou en une série d'enveloppes peu conductrices de la chaleur, serait insuffisant. Il faut de plus le transformer en ce que MM. Mignon et Rouart nomment un *magasin de froid*. La viande elle-même, surtout lorsqu'on opérera sur de grandes quantités, sera un magasin de ce genre d'une certaine importance : les expé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

riences des auteurs du Mémoire fixent, en effet, à 1,20 environ la chaleur spécifique de la viande gelée; cette valeur considérable est due vraisemblablement aux changements d'état de certains principes. Quoi qu'il en soit, le nombre des calories absorbées par la viande reste insuffisant, si la conservation doit être prolongée pendant un temps un peu long.

La glace à — 20° ne convient pas pour augmenter la masse à défendre du réchauffement : elle a le défaut de fixer à zéro la limite de ce réchauffement et l'expérience prouve que c'est là une température trop élevée. Cet inconvénient ne se présente pas avec la glace salée.

On sait que lorsqu'une dissolution salée, de l'eau de mer par exemple, est refroidie un peu au-dessous de zéro, de l'eau pure se congèle et se sépare peu à peu de la dissolution qui va en se concentrant de plus en plus. Tel est du moins l'effet que produit, dans ses conditions de lenteur habituelles, le refroidissement par l'atmosphère. Si on met de l'eau salée en contact avec une paroi métallique maintenue à — 25°, il n'en est plus de même : la congélation s'accomplit brusquement et l'eau, en se solidifiant, retient le sel qu'elle contenait en dissolution ; on obtient ainsi de la glace salée. Ce fait tient, il est du moins permis de le penser, à ce que l'eau se solidifie tout entière au contact de la paroi très froide et laisse solide le sel isolé qu'elle emprisonne. Avec une solution trop étendue, il se dépose d'abord une glace salée très riche en eau, et la teneur en sel du résidu liquide va en augmentant; mais dès que la dissolution a atteint la densité 1,040 environ, elle se solidifie sans changer de composition, la proportion de chlorure de sodium contenue dans la glace salée demeurant dès lors constante et égale à celle que renferme le liquide.

Si dans une enceinte bien isolée, disposée de manière à rendre son réchauffement très lent et facile à observer, on place une masse de glace salée obtenue comme il vient d'être dit, et si on étudie régulièrement la marche d'un thermomètre dont le réservoir plonge jusqu'au centre, on constate que la glace salée, prise à — 18° ou — 20°, atteint avec une rapidité relative une température comprise entre — 5° et — 4° où elle se maintient ensuite fort longtemps, c'est-à-dire pendant toute la durée de la fusion. C'est du moins ce qui ressort de l'examen d'un tracé joint au Mémoire et représentant la marche des thermomètres dans une expérience qui n'a pas duré moins de trente-neuf jours.

MM. Mignon et Rouart concluent de diverses déterminations faites dans le but de comparer la fusion de la glace salée avec la fusion de divers mélanges

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réfrigérants, que la glace salée fond de la même manière que ces mélanges, en donnant pendant toute la durée du phénomène une température constante ; la grande homogénéité de la glace salée lui assure cependant des avantages particuliers au point de vue de la régularité.

Relativement à la question qui nous occupe ici, le fait dominant parmi ceux qui viennent d'être indiqués est que la fusion de la glace salée s'accomplit entre — 5° et — 4° : il est mis à profit par les auteurs dans leur procédé.

En se basant sur des calculs calorimétriques établissant la valeur de la glace salée comme magasin de froid, ils ont institué des expériences parmi lesquelles nous nous bornerons à citer la suivante :

On a refroidi à — 20 degrés, 82 kilogrammes de viande de boucherie et on les a placés dans une caisse de fer-blanc exactement suffisante, que l'on a fermée hermétiquement par une soudure. Cette caisse, enveloppée dans un revêtement de bois, de $0^m,10$ d'épaisseur, a été protégée de tous côtés par une couche de glace salée et refroidie, épaisse de $0^m,185$, protégée elle-même extérieurement par une envelope de bois et de sciure de liège de $0^m,30$ d'épaisseur. L'ensemble, disposé sur un châssis mobile, a été attaché à la transmission d'une machine à vapeur et agité constamment de façon à reproduire par à peu près les balancements d'un navire. Des thermomètres plongés dans la glace à diverses profondeurs et fournissant des indications relevées périodiquement, ont donné la loi du réchauffement du système ; ces indications sont représentées graphiquement dans un tableau joint au Mémoire. L'expérience a duré quarante-six jours, après lesquels on a constaté la fusion de 525 kilogrammes de glace salée sur les 1000 kilogrammes environ qui avaient été employés. Le dernier jour, les thermomètres du centre marquaient — 4° et — 4°,3. D'après les auteurs, la viande extraite de la caisse était dans un état de conservation parfaite.

Nous avons été témoin d'une expérience analogue faite sans agitation de la caisse et avec une moindre quantité de viande. Les conditions dans lesquelles elle a été commencée se sont trouvées, par suite d'un malentendu, assez peu favorables, la quantité de glace salée n'étant pas tout à fait suffisante, ce qui a forcé à la remplacer partiellement par de la glace ordinaire, et, de plus, les blocs qu'elle constituait ayant une forme qui se prêtait mal au remplissage exact de la caisse. Les résultats qu'elle a fournis sont donc rendus plus probants encore par les irrégularités apportées dans l'exécution. La viande a été enfermée dans l'appareil sur lequel des scellés ont été apposés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le tracé joint au présent Rapport indique la marche des thermomètres. Après trente jours, assisté de notre collègue M. Bérard, nous avons procédé à l'ouverture de la caisse. La glace était en grande partie fondue. Quant à la viande, elle se trouvait absolument dans le même état que le premier jour.

Ici se pose une question fort importante au point de vue économique, mais que nous ne pouvons nous permettre de résoudre. Nous voulons parler des qualités de la viande ainsi conservée.

On a souvent, et avec de justes raisons, reproché à la viande conservée dans la glace, de devenir molle dès qu'on la sort du milieu froid où elle a séjourné ; elle a perdu, dit-on encore, une partie de la saveur qui caractérise la viande fraîche. La viande conservée par le procédé de MM. Mignon et Rouart présente-t-elle les mêmes défauts ? C'est là ce qu'une pratique prolongée et surtout le jugement des consommateurs peuvent seuls établir. Nous dirons cependant, sans nous départir d'une réserve indispensable, qu'elle nous a paru absolument semblable à la viande fraîche. En se réchauffant à l'abri de l'humidité de l'air, elle a repris une belle apparence rose et n'est pas devenue molle. Mangée pour une partie, le jour même de son extraction de la boîte et quelques jours après pour une autre partie, elle a été trouvée excellente par des personnes que la connaissance de son ancienneté avait prévenues défavorablement.

Sans donner à mon opinion une valeur qu'elle ne saurait avoir en pareil objet, je ferai remarquer que MM. Mignon et Rouart, en refroidissant au préalable et brusquement la viande vers — 20°, font intervenir un fait nouveau qui peut contribuer à différencier leurs résultats de ceux que fournit le refroidissement de la viande dans le voisinage de zéro seulement. Il me semble admissible, en effet, que par un froid peu énergique mais prolongé, les liquides non solidifiés, doivent subir peu à peu, par dyalise dans les tissus notamment, des modifications profondes qui entraînent la séparation à l'état solide de quelques-uns de leurs principes, et occasionnent les changements défavorables observés lors du réchauffement. Il est au contraire certain que si ces mêmes liquides sont refroidis brusquement, solidifiés à la manière de la glace salée et maintenus solides pendant toute la durée de la conservation, les modifications en question, possibles seulement dans un liquide, ne se produiront pas.

Je ne me permets d'émettre cette hypothèse vraisemblable, je dirai même probable, que pour montrer qu'il ne serait pas juste de faire porter *a priori* sur la viande conservée par le nouveau procédé les reproches adressés à la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

viande conservée dans la glace ordinaire et qu'il faut, ainsi que je l'ai dit tout à l'heure, attendre le jugement que l'expérimentation en grand portera sur ce point. D'autre part, cette hypothèse me paraît mettre en relief l'intérêt qui s'attache à l'idée de la réfrigération énergique, introduite par les auteurs dans l'industrie dont ils s'occupent.

L'emploi de la glace salée pour maintenir la température notablement au-dessous de zéro, est une seconde invention tout au moins fort ingénieuse. Son efficacité pour entretenir la solidification des liquides de la viande n'est pas douteuse. Les observations faites indiquent que cette idée a une part importante dans les résultats favorables obtenus.

Ajoutons encore qu'il résulte des calculs exposés dans le Mémoire que le poids mort à transporter avec la viande conservée dans la glace salée, s'il est considérable par rapport à de petites quantités, pourra n'être pas exagéré lorsqu'on opérera sur des masses importantes, la surface étant alors relativement faible et facile à protéger.

En résumé, le moyen de conservation des matières alimentaires d'origine animale, proposé par les auteurs du Mémoire, est intéressant et présente des caractères certains de nouveauté; son efficacité dans les limites fixées par les conditions du concours, a été établie expérimentalement. Enfin, il ne paraît devoir rencontrer dans la pratique aucune difficulté insurmontable. Ces considérations portent le comité des arts chimiques à proposer au Conseil que le prix mis au concours par la Société d'encouragement soit décerné à MM. Mignon et Rouart.

Signé : E. JUNGFLEISCH, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 décembre 1883.

NÉCROLOGIE.

DISCOURS PRONONCÉ SUR LA TOMBE DE M. BREGUET, PAR M. L'AMIRAL CLOUÉ, VICE-PRÉSIDENT DU BUREAU DES LONGITUDES.

Messieurs, en l'absence de M. Faye, président du bureau des longitudes, qui est en mission à l'étranger et regrettera amèrement de n'avoir pu assister aux obsèques de son vieil ami, c'est à moi que revient le douloureux honneur de prendre la parole sur le bord de cette tombe, pour dire, au nom des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

membres du Bureau, un dernier adieu à notre cher et profondément regretté collègue, qu'une maladie foudroyante vient d'enlever à sa famille, à ses amis et à la science.

Louis Breguet, né à Paris le 22 décembre 1804, a porté dignement un nom illustre. Il était petit-fils d'Abraham Breguet qui, perfectionnant toutes les branches de son art, a égalé par le talent et surpassé par la renommée les grands maîtres, Berthoud et Leroy, qui l'avaient formé.

La première éducation de Louis Breguet a été entièrement pratique. Son père l'avait placé en apprentissage à Neuchâtel, en Suisse, et il revint à Paris à l'âge de dix-huit ans, très habile ouvrier, mais fort peu instruit.

Sans négliger dans les ateliers de son père aucun des travaux dont on lui confiait la direction, Breguet voulut remonter aux principes et devenir théoricien. Arago, ami de son père et bientôt le sien, l'y encouragea. C'est d'après ses conseils qu'il suivit, comme externe, les cours de l'Ecole polytechnique, et à l'étude de la mécanique joignit celle de la physique et des mathématiques, sur lesquelles tout s'appuie.

Chef bientôt d'une maison importante dont son père lui abandonna la direction, Breguet, pour conserver le premier rang parmi les plus habiles horlogers, n'avait besoin d'aucun effort; ses ambitions étaient plus hautes, les phénomènes électriques lui avaient révélé une voie nouvelle.

Son premier travail scientifique, dans lequel Masson fut son collaborateur, fut très remarqué en 1842, et cependant, c'est seulement vingt ans après qu'on a pu lui rendre pleine justice. Breguet et Masson ont préparé les travaux de Ruhmkorff, dont le célèbre appareil, sans eux, aurait peut-être été impossible.

Le nom de Breguet est dignement associé à un souvenir de plus haute importance encore, et dont vient de parler M. Janssen. Lorsque Arago, peu d'années avant sa mort, proposa l'admirable expérience qui devait décider sans appel dans le grand procès entre les deux théories de la lumière, il avait besoin d'un miroir animé d'une rotation rapide. « Combien voulez-vous de tours? lui demanda Breguet. — Le plus que vous pourrez », fut la seule réponse. Breguet en obtint plus de mille par seconde ; son appareil les comptait exactement.

La télégraphie électrique en France est, on peut le dire, la création et l'œuvre de Breguet. Sa destinée était d'associer son nom aux grands événements de la science en résolvant le difficile problème de le transmettre plus glorieux encore qu'il ne l'avait reçu.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ici, je me trouve amené à parler de son fils Antoine, élève de l'Ecole polytechnique, directeur après son père de la maison de construction d'appareils électriques et organisateur de l'Exposition d'électricité en 1881. La mort de ce jeune savant, avant sa trentième année, au moment où il venait d'être admis dans la Légion d'honneur, et où il promettait, lui aussi, d'illustrer à son tour le nom de l'illustre Breguet, cette mort prématurée a accablé son père qui, jusque-là, portait sans fatigue ses soixante-seize ans accomplis.

Breguet, en 1847, avait été jugé digne d'entrer à l'Académie des sciences. Arago recommandait sa candidature soutenue par vingt-cinq suffrages : il échoua cependant et ne se représenta de nouveau qu'en 1873 pour une place d'Académicien libre. Il fut vaincu une seconde fois, mais par un concurrent devant lequel tout s'incline : j'ai nommé le comte Ferdinand de Lesseps. Cependant l'Académie, peu de mois après, s'empressait de lui témoigner, par plus de cinquante suffrages, ses sympathies et sa haute estime.

Breguet était le doyen des membres du Bureau des longitudes ; il y était entouré du respect dû à son grand âge et à ses importants travaux ; son aimable caractère lui avait conquis toutes nos affectueuses sympathies.

Alerte comme à son ordinaire et plein de vigueur, il était présent à notre séance de mercredi dernier. Le lendemain, c'est-à-dire la veille même de sa mort, il assistait sans indisposition apparente au dîner de l'Institut ; c'est donc plein de santé que Dieu l'a subitement rappelé à lui. Il est parti sans que son intelligence ait subi le moindre affaissement, frappé au poste d'honneur qu'il occupait dans la science depuis si longtemps.

Adieu, cher et aimable collègue, reposez en paix dans le sein de Dieu ; votre nom demeurera célèbre pour tous, et votre cher souvenir restera gravé profondément dans le cœur de vos amis.

Adieu Breguet, cher collègue, adieu !

NÉCROLOGIE.

NOTICE SUR LES TRAVAUX DE LAWRENCE SMITH, CORRESPONDANT DE LA SOCIÉTÉ, PAR M. F. LE BLANC, MEMBRE DU CONSEIL.

La Société a perdu l'un de ses membres correspondants du comité des arts chimiques, M. *Lawrence Smith*, qui a succombé, le 12 octobre dernier, dans sa résidence à Louisville (Kentucky).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Lawrence Smith appartenait à l'Académie des sciences de l'Institut de France, en qualité de correspondant de la Section de minéralogie. Il s'est fait connaître par des travaux de chimie et de minéralogie.

En faisant part à l'Académie du décès de M. Lawrence Smith, M. Daubrée, de la Section de minéralogie et de géologie, s'est exprimé en ces termes :

« M. Lawrence Smith a doté la chimie de méthodes nouvelles d'analyse, parmi lesquelles son procédé de dosage des alcalis dans les silicates est bien connu et souvent employé. Il a porté ses recherches sur l'étude difficile des terres qui accompagnent l'oxyde de cérium, et de celles qui se trouvent dans les colombates.

Parmi ses travaux de minéralogie, je me bornerai à rappeler celui par lequel il débuta et qui parut en 1850. Il découvrit, en Asie Mineure, aux environs de Smyrne, cinq gisements de la variété de corindon connue sous le nom d'*émeri*, espacés sur une bande de 200 kilomètres, Puis, ayant étudié d'une manière approfondie les gisements de l'archipel grec, particulièrement celui de Naxos, qui avait été seul exploité depuis l'antiquité, il décrivit avec tant de précision les minéraux qui y accompagnent la substance utile, que ce signalement décela, quatorze ans plus tard, l'existence de l'émeri aux États-Unis, dans l'État de Massachussets. Ici, comme ailleurs, la nature de l'émeri avait, d'abord, été confondue avec celle de la *magnétite* : exemple de l'utilité des connaissances théoriques pour les applications pratiques.

Ce sont, surtout, les *météorites* qui ont occupé M. Lawrence Smith. A part des études générales, il a fait connaître, avec une grande exactitude, la composition de beaucoup d'entre elles, et particulièrement de beaucoup d'*holosidères*. Il y a signalé la présence constante du cobalt, ainsi que celle du phosphore. Il a aussi découvert une espèce remarquable qui, jusqu'à présent, n'a pas été trouvée dans l'écorce terrestre, le sesquichlorure de chrome. Il a appelé l'attention sur les trois chutes remarquables de météorites survenues, en trente-deux jours, sur un espace très limité (2 degrés de latitude sur 6 degrés de longitude), qui a été le réceptacle de la plupart des chutes observées depuis dix-huit ans aux États-Unis.

Dans un Mémoire récent, ce savant a contribué à établir que les masses de fer natif du Groënland ne sont pas d'origine cosmique, comme l'avaient d'abord fait supposer leur nature métallique et leur composition, mais qu'elles font partie intégrante des masses *doléritiques* qui les accompagnent.

Nous ne saurions oublier de rendre, une fois de plus, hommage à la générosité inépuisable avec laquelle M. Lawrence Smith, à diverses reprises, a enrichi la collection du Muséum : il y portait encore un plus vif intérêt qu'à sa collection personnelle. Il tenait à ce que toutes les chutes des États-Unis y fussent largement représentées, au point de se dessaisir, en notre faveur, d'échantillons uniques et d'une grande valeur : telle est, notamment, la masse de fer de *Cohahuila* (Butcher), d'un poids de 250 kilogrammes, qui est un des principaux ornements de notre collection. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Indépendamment de ses travaux de chimie minéralogique, M. Lawrence Smith a publié, aussi, quelques Mémoires de chimie organique, notamment des recherches sur la constitution du blanc de baleine (*sperma ceti*). Depuis qu'il faisait partie des correspondants du comité des arts chimiques, M. Lawrence Smith a adressé plusieurs communications à la Société d'encouragement, notamment sur les dégagements d'hydrocarbures gazeux, formés, principalement, de carbures saturés d'hydrogène, qui se dégagent par torrents sur quelques points de l'état de Pensylvanie, à la suite de sondages, ou de puits forés dans les terrains qui recèlent également les pétroles liquides (1).

Ces gaz inflammables peuvent être utilisés pour le chauffage des générateurs à vapeur, etc. Membre du Jury des récompenses à l'Exposition universelle de 1878, à Paris, M. Lawrence Smith a entretenu, à cette époque, la Société d'encouragement des accidents extraordinaires survenus dans certaines minoteries, où, par suite de la diffusion dans l'air des folles farines, il s'est produit des détonations formidables, comme si ces matières organiques, à l'état de poudre impalpable, simulaient le rôle de matières hydrocarburées gazeuses, constituant avec l'air des mélanges explosibles au contact d'une flamme, ou d'une étincelle (2). Il rapprochait, ainsi, le rôle de ces matières organiques en poudre impalpable de celui des poussières carbonées qui, en suspension dans l'air des mines de houille, augmentent les dangers de l'inflammation du *grisou*.

NAVIGATION.

TOUAGE PAR CHAÎNE SANS FIN, PAR M. ZÉDÉ, DIRECTEUR DES CONSTRUCTIONS NAVALES EN RETRAITE, ADMINISTRATEUR DES FORGES ET CHANTIERS DE LA MÉDITERRANÉE. — EXPÉRIENCES SUR LE RHÔNE. — CONSÉQUENCES INDUSTRIELLES.

PRÉSENTATION DE LA COMMUNICATION DE M. ZÉDÉ PAR M. DE FRÉMINVILLE, MEMBRE DU CONSEIL.

Avant que M. Zédé ne prenne la parole, je crois utile de vous rappeler, à

(1) *Bulletin* de la Société d'encouragement, pages 265 et 242 (1876).

(2) *Bulletin* de la Société d'encouragement, pages 523 et 698 (1878) et *Ann. de chim. et de phys.*, Mai 1878.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grands traits, les avantages économiques du touage en général, et, en particulier, du système spécial du touage sur chaîne sans fin.

Nous avons journellement sous les yeux le spectacle de ces longs convois de bateaux remorqués sur la Seine par un puissant bateau à vapeur qui présente cette particularité qu'au lieu d'être actionné par des roues à palettes, comme les bateaux ordinaires, il se hale lui-même sur une forte chaîne immergée dans le fleuve, sur toute l'étendue du parcours à accomplir.

C'est le *touage sur chaîne noyée* qui donne lieu à un trafic considérable et dans des conditions tellement rémunératrices qu'il tend à se substituer de plus en plus au transport ou au remorquage par bateaux à vapeur ordinaires.

Une étude théorique très simple, et qui a été faite depuis bien longtemps déjà, permet de se rendre compte des avantages que présente, pour la navigation fluviale, tout système de propulsion qui prendrait son point d'appui sur le sol, au lieu de le prendre sur la masse liquide, transportée elle-même en sens inverse du mouvement à obtenir, avec toute la vitesse du courant. D'après les principes connus de la résistance des carènes, on trouve qu'en remontant le courant, le travail nécessaire pour obtenir une vitesse absolue déterminée en prenant son point d'appui sur le sol, est toujours moindre qu'en agissant sur la masse liquide comme on le fait avec les bateaux ordinaires. Mais l'avantage, ou l'économie de travail réalisable, dépend du rapport de la vitesse absolue à celle du courant, ainsi :

Pour une vitesse réalisée, égale à la moitié de celle du courant, le travail dépensé ne serait que *le tiers* de celui qu'exigerait un bateau ordinaire ;

Pour une vitesse absolue égale à celle du courant, la dépense serait moitié seulement ;

Pour une vitesse absolue double de celle du courant, le travail atteindrait environ 0,6.

L'avantage va donc en diminuant à mesure que la vitesse absolue est plus considérable par rapport à celle du courant, mais pour les besoins de la navigation, les vitesses nécessaires dépassent rarement celle du courant et, dès lors, les chiffres que nous venons d'indiquer montrent quels sont les avantages considérables inhérents au système de propulsion prenant son point d'appui sur le sol, quelque soit d'ailleurs le mode particulier dont il soit fait usage.

Ces considérations expliquent les nombreux travaux entrepris dans cette

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

voie : bateaux à grappin, touage sur chaîne noyée, et enfin, touage sur chaîne sans fin.

Jusqu'à présent, le touage sur chaîne noyée est le seul qui ait donné des résultats vraiment industriels, mais il exige une dépense de premier établissement considérable, occasionnée par l'installation de la chaîne, dans toute l'étendue du parcours, ce qui limite forcément son emploi aux fleuves qui donnent lieu à un trafic assez important pour couvrir les dépenses premières. En outre la chaîne noyée ne peut être établie que dans les fleuves dont le lit est à peu près fixe, exempt des crues et des ensablements qui, changeant la direction du chenal, nécessiteraient des déplacements de la chaîne, impossibles dans la pratique.

C'est pour remédier à ces inconvénients que beaucoup d'ingénieurs se sont occupés d'un système de touage opéré au moyen d'une chaîne sans fin, dont une portion repose sur le lit du fleuve, au-dessous du bateau, remonte à l'arrière pour venir s'enrouler sur le treuil moteur et retombe à l'avant pour maintenir en contact avec le sol, la longueur de chaîne, toujours la même, dont l'adhérence fournit le point d'appui nécessaire au halage.

Ce système présente l'avantage énorme de n'exiger qu'une mise de fonds relativement très modérée, puisqu'il supprime l'établissement si onéreux de la chaîne sur toute l'étendue du parcours ; il permet de proportionner le matériel à l'activité plus ou moins grande du trafic ; il est applicable aux fleuves les plus capricieux dont le chenal change incessamment de direction ; enfin il convient également à la navigation sur les canaux.

Jusqu'à présent toutefois les difficultés de détail inhérentes au système n'avaient pu être surmontées, et malgré tous ses avantages il paraissait devoir être définitivement abandonné ; aussi est-ce avec une vive satisfaction que nous porterons à votre connaissance les nouvelles expériences que M. Zédé vient d'accomplir à ce sujet et qui sont d'autant plus décisives qu'elles ont eu lieu sur le Rhône où toutes les difficultés se trouvent accumulées comme à plaisir.

COMMUNICATION DE M. ZÉDÉ.

Dans la séance de l'Académie des sciences du 22 octobre dernier, M. Dupuy de Lôme a lu une Note dans laquelle il rendait compte des expériences de touage par chaîne sans fin que je venais d'exécuter sur le Rhône en communion d'idées avec lui.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je pense qu'il pourra être intéressant pour la Société d'encouragement d'avoir sur ces expériences des détails plus complets que ne le permettait une communication à l'Institut, et de connaître quelles sont les conséquences industrielles que l'on peut tirer de ces essais.

Je ne reviendrai pas sur les difficultés de la navigation du Rhône, sur l'intérêt qu'il y aurait à pouvoir transporter à bas prix sur ce fleuve les marchandises lourdes et encombrantes, sur la nécessité du touage à la remonte, enfin sur les avantages généraux que semblait présenter *à priori* le touage par chaîne sans fin. Ces divers points ont été traités par M. Dupuy de Lôme avec la haute autorité qui s'attache à son nom.

Je rappellerai cependant la description qu'il donne du système parce qu'il est impossible d'être à la fois plus net, plus exact et plus concis.

« Les dispositions principales que je préconisais, dit-il, consistent dans l'emploi « d'un toueur muni de l'avant à l'arrière, sur chacun de ses flancs, d'une chaîne « sans fin, suffisamment lourde, plongeant dans l'eau à l'avant, reposant sur le fond, « et remontant à l'arrière, soutenue alors dans toute sa partie supérieure sur des rou- « leaux portés par le bateau, les deux rouleaux extrêmes étant en saillie, l'un à l'avant, « l'autre à l'arrière. En faisant tourner par la machine un des rouleaux de soutien, « muni à cet effet d'empreintes de cabestan, on fait mouvoir la chaîne que le poids « de sa partie portant sur le fond empêche de glisser, et le toueur se meut avec une « vitesse égale au mouvement de ses chaînes. Celle de chaque bord étant actionnée « par une machine indépendante, on gouverne en faisant mouvoir plus ou moins vite « l'une ou l'autre. Les chaînes doivent d'ailleurs être disposées de façon que, pour les « grandes profondeurs, le poids reposant sur le sol détermine une adhérence supé- « rieure à l'effort à vaincre pour le remorqueur et son convoi. »

Quelque logique et avantageux que nous parût ce mode de touage, nous ne pouvions manquer d'être impressionné par ce fait, que proposé à plusieurs reprises depuis plus de quarante ans par des ingénieurs de valeur, il n'était jamais entré dans la pratique. Nous nous rendions bien compte que son application exigeait de nombreuses études de détail qui nécessitaient non seulement des connaissances en mécanique, mais encore l'habitude de traiter les questions relatives aux navires et à la navigation et que c'était probablement ce qui avait arrêté les premiers promoteurs. Cependant, pour élucider la question, et pour aller en tous cas au-devant de la défaveur que ne pouvait manquer d'entraîner cette stérilité de l'idée première, nous pensâmes qu'il était indispensable de faire une expérimentation sérieuse du système, sur une échelle assez large pour mettre en évidence toutes les difficultés qui pouvaient se présenter dans la pratique.

Mais, des essais dans ces conditions étant toujours dispendieux, même avec des installations à faux frais, nous réunîmes un groupe de personnes s'intéressant à la navigation du Rhône qui firent avec nous les dépenses nécessaires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voici les conditions dans lesquelles eut lieu cette expérience : je choisis pour la faire un de ces chalands en bois, à fond plat et légèrement façonnés aux extrémités, connus sur le Rhône sous le nom de « pénelles. » Il avait 33 mètres de long, $7^{m},50$ de large, $2^{m},10$ de creux, et se prêtait bien à l'installation des charpentes provisoires qui devaient supporter le mécanisme ; de plus, ces pénelles étant aujourd'hui usuellement remorquées, j'avais facilement occasion de me rendre compte de leur résistance à la marche.

Je pris pour chaînes motrices d'anciennes chaînes de navires du calibre de 46 millimètres, pesant 46 kilog. le mètre courant ; c'étaient donc déjà des chaînes fort lourdes à manier, pouvant faire ressortir quelles étaient les difficultés pratiques résultant de ce poids.

Les chaînes, disposées à l'extérieur sur chacun des flancs, étaient supportées par des rouleaux en fonte dont l'un portait des empreintes de cabestan et était actionné par une locomobile de 15 chevaux, les machines de chaque chaîne étant complètement indépendantes. La transmission qui se faisait par des cordes en chanvre avait été réglée de telle sorte que, les locomobiles développant leurs 15 chevaux à 125 tours par minute, les barbotins ne faisaient que 30 tours et la chaîne était entraînée avec une vitesse de 4 kilomètres à l'heure qui était celle que je voulais donner au bateau.

Dans ce mode de propulsion il est indispensable que la longueur de la chaîne qui retombe à l'extérieur soit toujours proportionnée à la profondeur de l'eau, et c'était là une des sérieuses difficultés du système. Si en effet la chaîne est trop courte, elle ne repose pas au fond sur une longueur suffisante, son adhérence est trop faible et elle glisse ; si elle est trop longue, elle retombe à l'avant en formant des paquets, le brin pendant à l'avant est tout à fait mou ; lorsqu'on veut alors gouverner, les chaînes arrière très tendues résistent beaucoup, tandis que celles de l'avant cèdent sans résistance. L'abattée commencée tend à s'accentuer d'autant plus que le courant prend alors le bateau obliquement, et on a grand'peine à le redresser, même en stoppant une des machines.

J'insiste sur ce point parce que l'expérience nous a montré qu'il est capital, et que, sans moyen de régler la longueur des chaînes, le système est impraticable.

Dans notre installation nous obtenions ce résultat au moyen des deux poulies de support avant, qui étaient montées sur une sorte de chariot en bois que l'on manœuvrait avec des palans et un cabestan. Il est d'ailleurs facile de se rendre compte qu'un déplacement d'un mètre du chariot suffit pour compenser une différence de profondeur de fond de 2 mètres. J'avais donné au chariot une course possible de 3 mètres et nous pouvions ainsi naviguer par des profondeurs variant de 1 mètre à 7 mètres.

Une autre précaution prise par nous s'est montrée aussi absolument essentielle, c'était d'avoir disposé de chaque côté des brins montants et descendants, à l'avant comme à l'arrière, des rouleaux horizontaux formant guides et empêchant les chaînes de décapeler des poulies extrêmes lorsque, dans les évolutions, ces chaînes venaient

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du travers. Les gorges des poulies, quelque profondes qu'elles soient, sont alors impuissantes à les retenir.

Dans les conditions où nous étions établi, l'adhérence probable des chaînes avait été prévue de la façon suivante. Nous savions par des expériences préalables que le coefficient de frottement de chaînes analogues sur le fond variait de 83 à 120 pour 100 du poids de ces chaînes dans l'air. D'un autre côté, la longueur du bateau et la disposition des poulies extrêmes permettaient d'avoir une longueur de chaîne reposant sur le sol passant de 15 à 22 mètres suivant la profondeur. L'adhérence avec des chaînes pesant 46 kilog. le mètre pouvait par suite varier depuis 1 115 jusqu'à 2 450 kilog.; c'était donc là la puissance de traction du bateau dont on pouvait disposer.

Pour se rendre compte de la vitesse du courant qu'il devait être possible de remonter, il fallait savoir quelle était la résistance à la marche de la pénelle. Une expérience de halage faite sur des bateaux identiques me permit de calculer que cette résistance était dans les environs de 20 kilog. pour 1 mètre carré de surface de maître couple et pour 1 mètre de vitesse par seconde.

Mais le niveau du Rhône n'est pas horizontal, il forme un véritable plan incliné qui paraît atteindre, en certains points et dans certaines circonstances, une pente de 2 à 3 mètres par kilomètre. La résistance du bateau se compose donc de deux parties: de la résistance à la marche que fait éprouver l'eau animée de la vitesse du courant, et de la composante du poids suivant la pente de la surface du fleuve, et cette force est loin d'être négligeable.

Tenant compte de ces diverses données, il me fut possible de calculer à l'avance, qu'avec l'adhérence et la puissance dont nous disposions, la pénelle, dans les profondeurs moyennes, devait pouvoir remonter à la vitesse normale de 4 kilomètres à l'heure par rapport aux rives, un courant de 3 mètres par seconde sur une pente de 1 mètre par kilomètre.

L'expérience a démontré la parfaite exactitude de ces calculs.

Expériences. — Sans entrer dans le détail des essais préliminaires qui m'avaient conduit à modifier bien des points de mon installation première, je dirai seulement, qu'avant d'aborder le Rhône, nous avions fait en rade de Port-de-Bouc une expérience qui nous avait donné toute satisfaction, en nous montrant que le système se prêtait aux variations de profondeur les plus brusques et que l'indépendance des deux chaînes procurait le moyen de gouverner d'une façon au moins égale à celle des meilleurs navires.

Les robinets de vapeur des deux machines ayant été disposés de façon à pouvoir être manœuvrés par un seul homme, on put constater qu'en donnant à l'une des chaînes un peu plus de vitesse qu'à l'autre, la pénelle tournait immédiatement du côté du ralentissement, s'arrêtait et se redressait à volonté, enfin suivait avec la plus entière docilité et la plus grande précision le contour le plus sinueux. Bien plus, en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faisant mouvoir une chaîne en avant et l'autre en arrière, le bateau pivotait sur lui-même. C'étaient là des qualités très précieuses pour naviguer sur un fleuve aussi difficile que le Rhône.

Lorsque nous avons été certain que tout fonctionnait bien ainsi en eau tranquille, nous avons fait conduire la pénelle sur le Rhône à Arles et entrepris la remonte.

Tant que nous nous sommes maintenu dans la portion du fleuve à courants modérés, il ne se produisit rien de particulier; on gouvernait très bien et tout marchait régulièrement. Mais dès qu'on eut atteint des courants de 2 mètres par seconde, je m'aperçus que la pénelle manquait absolument de stabilité de route, c'est-à-dire que par suite de ses formes et de la position de son chargement, le centre de résistance latérale se trouvait tout près, sinon en avant, du centre de gravité. Dans ces conditions il devenait presque impossible de gouverner ; dès que le bateau commençait à abattre sur un bord, la rotation tendait à s'accentuer de plus en plus ; on ne pouvait la combattre qu'en stoppant une des machines, mais alors on n'avançait plus.

Cet affolement du bateau avait tout d'abord déconcerté les personnes assistant à l'expérience qui devaient naturellement l'attribuer au système lui-même. Heureusement que dans ma longue carrière maritime j'avais eu plusieurs fois occasion de voir se produire des faits semblables, de sorte qu'il me fut facile de démêler la cause et d'en indiquer le remède. Je fis fixer à l'arrière, droit dans l'axe, un de ces longs avirons de queue dont on se sert pour descendre le Rhône, alors, le centre de dérive étant reporté sur l'arrière, la stabilité de route fut assurée et la pénelle gouverna parfaitement.

En remontant plus haut le fleuve, nous trouvions un passage que je considérais comme le criterium de notre expérience. En effet, la vitesse du courant dépassait 3 mètres par seconde, la pente de l'eau était de 73 centimètres par kilomètre, de plus, le fond formé de galets roulants présentait la forme d'une sorte de marche d'escalier, passant brusquement d'une profondeur de $6^{m},50$ à une profondeur de $1^{m},50$.

Ce seuil fut franchi sans la moindre difficulté, notre chariot-tendeur étant ramené au point le plus bas correspondant à la profondeur de $6^{m},50$; mais une fois engagé dans le chenal n'ayant plus que $1^{m},50$ d'eau, nos chaînes étaient trop longues, et alors fut démontrée de la façon la plus frappante la nécessité absolue du règlement des chaînes. Car, comme nos moyens tout primitifs de manœuvrer le chariot demandaient beaucoup de temps, il nous fut absolument impossible de gouverner, tant que ce chariot ne fut pas remonté de manière à embraquer le mou de la chaîne, et immédiatement après on gouverna sans difficulté.

Alors, au milieu de ce courant violent, on put constater à loisir tous les avantages du nouveau système ; on s'arrêtait quand on voulait, évoluant à la parole, enfin, au grand étonnement d'un excellent pilote que nous avions à bord, on se sentait aussi à l'aise que dans les portions tranquilles du Rhône. Cela faisait tellement contraste avec les préoccupations que donne habituellement le passage des rapides, que ce pilote

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

devint aussi confiant dans le succès futur du nouveau mode de touage qu'il s'était tout d'abord montré sceptique.

Tels furent les principaux incidents de cette expérience qui confirme les avantages que paraissait présenter *a priori* le système de touage par chaîne sans fin, mais qui prouvent qu'il n'est praticable qu'à la condition de le compléter par les installations accessoires introduites par nous et qui nous ont paru assez importantes pour en faire l'objet d'un brevet.

Avant-projet de toueur par chaîne sans fin pour le Rhône.

Ainsi que l'a si bien fait ressortir M. Dupuy de Lôme dans sa Note à l'Institut, le transport économique ne peut se faire sur le Rhône à la remonte qu'au moyen du touage, et le système de touage qui convient le mieux au régime du fleuve est celui par chaîne sans fin. C'était en vue de son application au Rhône que nous faisions nos expériences qui ont si bien réussi, et pendant qu'elles s'exécutaient, je me préoccupais de l'application industrielle du nouveau procédé.

D'après l'avis des personnes les plus compétentes en ces matières, j'adoptais le principe des remorqueurs plutôt que celui des porteurs, et j'arrêtais le programme suivant :

Construire des remorqueurs pouvant toujours remonter un train portant 500 tonnes de marchandises sans être arrêté, ni par les basses, ni par les hautes eaux.

Les chalands qui se présentent usuellement pour être remorqués, sont les pénelles semblables à celle qui servait à notre expérience et dont je connaissais la résistance à la marche (voir pl. 152).

La condition de ne pas être entravé par les basses eaux exigeait pour le remorqueur et pour le train un tirant d'eau limité à 80 centimètres ; il fallait alors composer ce train de quatre pénelles portant chacune 125 tonnes.

Pour ne pas être arrêté par les hautes eaux, il fallait d'abord, pour passer sous les ponts, que rien sur le bateau n'eût une saillie au-dessus de l'eau de plus de $2^{m},50$, ce qui est une condition très gênante ; il fallait de plus disposer les chaînes motrices de façon à pouvoir fonctionner même avec des profondeurs d'eau de 12 mètres.

Toutes ces conditions conduisent à un toueur ayant les dimensions suivantes :

	m.
Longueur.	70
Largeur.	6,60
Creux.	2,00
Tirant d'eau moyen.	0,75
— arrière.	0,80
Déplacement d'eau.	260 tonneaux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux chaînes latérales en fonte pèseraient 150 kilog. le mètre courant; chacune d'elles serait actionnée par une machine de 130 chevaux indiqués.

La force de traction dont on pourrait alors disposer, force égale à l'adhérence des chaînes sur le sol, atteindrait au moins 10 000 kilog., ce qui est suffisant pour faire franchir les rapides les plus difficiles à un train composé comme il a été indiqué ci-dessus.

La vitesse de remonte serait de 6 1/2 kilomètres à l'heure ; elle se réduirait dans les rapides, mais la moyenne pour tout le parcours d'Arles à Lyon ne serait pas inférieure à 6 kilomètres.

Le chariot portant les poulies avant et permettant de régler la tension de la chaîne aurait une course de 6 mètres, ce qui donnerait le moyen de faire face à des différences de profondeur de 12 mètres.

Pour la descente, on ne peut plus se servir utilement des chaînes, car il serait impossible de leur donner pratiquement une vitesse suffisante ; il faut donc les relever et employer un propulseur s'appuyant sur l'eau dont le courant est alors favorable. Les roues à aubes ne permettant pas de passer sous les ponts en hautes eaux et le faible tirant d'eau excluant les hélices ordinaires, j'ai eu recours à deux hélices jumelles partiellement immergées seulement. Leurs machines motrices, identiques à celles des chaînes, imprimeraient au bateau remorquant à la descente deux pénelles amarrées bout à bout le long d'un de ses flancs, une vitesse par rapport à l'eau de plus de 7 1/2 kilomètres à l'heure, ce qui est amplement suffisant. De plus, ces deux hélices indépendantes formeraient des évolueurs extrêmement puissants qui permettraient de gouverner avec une grande précision dans les passages difficiles et pour franchir les arches des ponts.

La disposition de l'ensemble de la machinerie serait la suivante :

A l'avant se trouveraient les chaudières cylindriques, timbrées à 7 kilog., ayant une surface de grilles de $3^{m2},75$ et une surface de chauffe de 100 mètres carrés. Afin de pouvoir employer des charbons menus que l'on se procure à bas prix dans le bassin du Gard, la combustion se ferait en chambre close au moyen d'un ventilateur envoyant l'air à une pression de 4 à 5 centimètres d'eau.

Au centre, deux machines Compound horizontales de 130 chevaux, chacune actionneraient les barbotins des chaînes par l'intermédiaire d'engrenages. Ces barbotins, à six empreintes, devraient faire quarante-quatre tours pour la vitesse normale.

Vers l'arrière, deux autres machines, identiques aux premières, feraient mouvoir des hélices de $2^{m},70$ de diamètre et 3 mètres de pas, n'étant immergées que de 80 centimètres. Les arbres des hélices ne seraient pas parallèles à l'axe du navire, mais s'en écarteraient vers l'avant, pour accroître le bras de levier du moment de rotation lorsqu'on gouvernerait au moyen des hélices.

Un condenseur unique, pourvu d'un moteur indépendant pour le service des pompes à air, etc., desservirait les quatre machines.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A la descente on n'emploierait que les hélices, à la remonte que les chaînes ; cependant, dans des circonstances exceptionnelles, pour franchir certains rapides, on aurait la faculté de faire aider un moment les chaînes par les hélices ; en activant l'allure du ventilateur, les chaudières seraient assez puissantes pour fournir la vapeur nécessaire.

Malgré la faculté de gouverner, soit par les chaînes, soit par les hélices, ce qui ralentit forcément la vitesse, il y aurait pour les circonstances ordinaires un puissant gouvernail compensé actionné par un servo-moteur.

La manœuvre du chariot portant les poulies avant et destiné à régler la tension des chaînes suivant la profondeur, s'effectuerait aussi par un treuil à vapeur.

Enfin, des cabestans avec moteur, répartis sur la longueur du bateau, faciliteraient toutes les manœuvres des chaînes et des remorques de façon à permettre de réduire l'équipage au strict nécessaire.

Un toueur ainsi installé pourrait faire au moins quarante voyages doubles par an, en tenant compte dans une très large mesure des chômages par suite des glaces ou des brouillards, ainsi que des arrêts dans les escales.

Il pourrait remonter dans son année 20 000 tonnes de marchandises et 80 pénelles vides ; il remorquerait 15 000 tonnes à la descente.

En comptant pour ces services les tarifs les plus réduits, par exemple 2 centimes à la remonte et 1 centime à la descente par tonne kilométrique pour le trajet complet entre Arles et Lyon ; en calculant les dépenses de premier établissement, d'achat, d'entretien, d'amortissement des bateaux, de charbon, d'équipage, etc., aussi largement que possible, on arrive à trouver que le bénéfice net à réaliser ne peut être inférieur à 20 pour 100 du capital engagé.

Il y a donc de quoi parer à tous les imprévus, et un service de touage sur le Rhône établi dans ces conditions semble devoir être très rémunérateur.

Mais, si le touage par chaîne sans fin est le seul qui paraisse industriellement praticable sur le Rhône, cela ne veut pas dire que ce mode de propulsion ne soit pas avantageux sur d'autres fleuves à courants moins violents. On peut se rendre compte en effet que, dans ce système, les dépenses de premier établissement ainsi que les frais de traction sont sensiblement proportionnels au carré de la vitesse du courant additionnée de celle de remonte. Ainsi donc, pour des fleuves comme la Seine, la Loire, la Saône, ces dépenses ne seraient guère que la moitié de celles qu'exige le Rhône. Enfin, en eau tranquille, comme sur les canaux, ces dépenses n'atteindraient pas le cinquième des premières.

Ce simple aperçu montre quel avenir peut être réservé au nouveau mode de touage et quelle était l'importance de l'expérience dont j'ai cru devoir entretenir la Société d'encouragement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOTE DE M. DUPUY DE LÔME, PRÉSENTÉE A L'ACADÉMIE DES SCIENCES (1).

Il vient de se faire sur le Rhône une expérience intéressante d'un système de touage qui me paraît résoudre le problème difficile du transport économique des marchandises sur ce fleuve.

On sait que ce magnifique cours d'eau, dont le rôle est si bien indiqué pour relier l'intérieur de la France à la mer Méditerranée, n'a été cependant jusqu'à ce jour que très imparfaitement utilisé pour le transport des marchandises. Cela tient aux entraves qu'apportent à la navigation du Rhône des courants torrentiels en plusieurs points, de brusques déplacements de ses fonds de cailloux roulés, enfin le peu de régularité de la profondeur de ses eaux, malgré son débit considérable. Même à l'étiage, ce débit n'est pas inférieur à 230^{mc} par seconde à la traversée de Lyon, au confluent de la Saône, et il ne descend pas au-dessous de 400^{mc} par seconde quand il a reçu les affluents de l'Isère, de la Drôme, de l'Ardèche et de la Durance.

Le lit du Rhône s'améliore certainement chaque jour, grâce aux travaux bien entendus qui s'y exécutent sous la direction d'habiles ingénieurs des ponts et chaussées ; mais, quand ces travaux seront terminés, le Rhône, avec sa différence de niveau de 160^{m} entre Lyon et le port Saint-Louis, sur un parcours de 424^{km}, et avec des pentes partielles bien supérieures à cette pente moyenne, restera encore un fleuve trop rapide, dans plusieurs passages, pour que la navigation à la remonte, par les moyens ordinaires, puisse y devenir aussi économique qu'on doit le désirer.

Tant que les bateaux, porteurs ou remorqueurs, remontant le Rhône auront des moteurs prenant pour point d'appui l'eau fuyant sur le sol avec une vitesse qui, en plusieurs points, atteint souvent aujourd'hui 4^{m} par seconde, et ne deviendra probablement jamais dans ces passages inférieure à $2^{m},50$ par seconde (9^{km} par heure), il sera nécessaire de munir ces bateaux de trop grandes puissances motrices : telles sont les machines à roues à aubes qu'un habile entrepreneur de navigation fluviale, M. Bonnardel, fait fonctionner sur ce fleuve avec tant de persévérance, malgré la concurrence du chemin de fer.

Nonobstant ce succès relatif, il y a le plus grand intérêt à prendre le point d'appui d'un remorqueur à la remonte du Rhône, sur le fond ou sur les rives du fleuve.

Le touage au moyen d'une chaîne élongée sur le lit du Rhône, d'un bout à l'autre de son long parcours, rencontrerait des obstacles presque insurmontables provenant de la mobilité du fond où cette chaîne serait trop souvent engagée sous des amas de graviers.

En outre, lors même qu'on trouverait moyen de vaincre cette grosse difficulté, la force nécessaire à cette chaîne pour haler un convoi de bateaux à la remonte, contre un courant si rapide, devrait être nécessairement bien plus considérable que sur les fleuves à courant modéré. Par exemple, pour une même vitesse de remonte, il

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences* du 22 octobre 1883.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faudrait lui donner au moins dix fois plus de force qu'à celle employée avec succès sur la Seine.

Il faudrait donc, dès le début d'une entreprise de halage par chaîne noyée dans le Rhône, immobiliser un capital hors de proportion avec le trafic qu'on pourrait espérer dans les premières années.

En dehors du halage par chevaux ou mulets, un seul système de touage fonctionne aujourd'hui sur le Rhône : c'est celui des remorqueurs à grappins. Ce système consiste dans l'emploi d'une lourde roue portée à l'extrémité inférieure d'un balancier oblique articulé sur le bateau toueur, ce qui permet à cette roue de s'appliquer sur le fond, en montant ou descendant suivant la profondeur de l'eau. Cette roue agit ainsi sur le lit du fleuve au moyen de grandes et fortes dents en acier qui s'accrochent au sol, en le labourant parfois profondément. Mais, dès que le lit du fleuve est trop mou, trop dur ou trop profond, cette roue-grappin fonctionne mal et donne lieu à des embarras nombreux, ainsi qu'à de fréquentes avaries. Ces inconvénients, joints à la perte considérable sur le travail moteur employé en grande partie à labourer le fond, empêchent l'usage de ces grappins de se développer.

Depuis bien des années, j'avais exprimé la conviction que le procédé de touage le plus pratique sur le Rhône serait le touage par chaîne sans fin.

Dans ce système, on n'a à se préoccuper de la nature du fond qu'au point de vue du coefficient de l'adhérence de la chaîne sur le sol, adhérence qui sert de point d'appui. Les profondeurs peuvent varier dans de larges limites. L'usure de la chaîne est une dépense qui n'est pas relativement considérable ; enfin le capital à immobiliser peut se proportionner au trafic existant et s'accroître seulement lorsqu'on est conduit à multiplier le nombre des remorqueurs.

En présence de ces avantages, dont l'évidence est frappante, il y avait lieu de s'étonner de ce que ce mode de touage, proposé depuis longtemps par diverses personnes, n'ait jamais été sérieusement employé. On pouvait se demander si quelques graves inconvénients, inhérents à l'idée elle-même, avaient arrêté les auteurs de ces projets.

Ma conviction était que leur abandon devait surtout tenir à un défaut d'étude suffisante pour les détails d'installation, sans la solution desquels le problème n'est pas résolu.

Les dispositions générales que je préconisais consistent dans l'emploi d'un toueur muni de l'avant à l'arrière, sur chacun de ses flancs, d'une chaîne sans fin, suffisamment lourde, plongeant dans l'eau à l'avant, reposant sur le fond et remontant à l'arrière, soutenue alors dans toute sa partie supérieure sur des rouleaux portés par le bateau, les deux rouleaux extrêmes étant placés en saillie, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière. En faisant tourner par la machine un des rouleaux de soutien, muni à cet effet d'empreintes de cabestan, on fait mouvoir la chaîne que le poids de sa partie portant sur le fond empêche de glisser, et le toueur se meut avec une vitesse égale au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mouvement de ses chaînes. Celle de chaque bord étant actionnée par une machine indépendante, on gouverne en faisant mouvoir plus ou moins vite l'une ou l'autre. Les chaînes doivent d'ailleurs être disposées de façon que, pour les plus grandes profondeurs, le poids reposant sur le sol détermine une adhérence supérieure à l'effort à vaincre pour le remorquage du toueur et de son convoi.

Mon ancien collaborateur au Ministère de la Marine, M. Zédé, Directeur des constructions navales, qui partageait toutes mes idées à cet égard, me proposa dernièrement de reprendre l'étude de cette question et de faire une expérience sur une échelle assez large pour mettre hors de doute la valeur du système. C'est de cette expérience, qui a pleinement réussi, que j'ai cru utile d'entretenir l'Académie aussi brièvement que possible.

L'appareil d'étude de propulsion par chaîne sans fin qu'il s'agissait d'expérimenter, a été établi sur un de ces chalands connus sur le Rhône sous le nom de *pénelles ;* ses dimensions étaient : longueur 33^{m}, largeur $7^{m},50$, creux $2^{m},10$.

Sur les flancs, de bout en bout, ont été disposées, dans les conditions exposées ci-dessus, deux fortes chaînes de navires pesant 46^{kg} le mètre courant. Chacune d'elles était actionnée par une locomobile de la force de 15 chevaux, les deux machines étant complètement indépendantes, mais les leviers des robinets de vapeur étant disposés de façon à pouvoir être manœuvrés simultanément par un seul homme. L'installation des rouleaux de support, l'engrenage de la roue à empreintes, enfin tous les détails avaient été soigneusement étudiés.

Un premier essai fait en rade de Port-de-Bouc, en eau calme, mais avec des profondeurs très variables, démontra tout d'abord qu'au moyen des chaînes on faisait gouverner la pénelle avec la plus grande facilité et la précision la plus absolue. Dès qu'on donnait à une des chaînes un peu plus de vitesse qu'à l'autre, la pénelle abattait immédiatement du côté du ralentissement, se redressait à volonté, enfin suivait avec une docilité parfaite le tracé le plus sinueux.

Mais, dans les évolutions à court rayon, la direction des chaînes étant alors trop oblique par rapport aux rouleaux extrêmes, ces chaînes eussent été exposées à décapeler; aussi, pour empêcher cet effet de se produire, avait-on disposé des rouleaux horizontaux formant guides pour les bouts des chaînes montant et descendant.

Passant alors sur le Rhône, on a reconnu, en abordant les grands courants, combien était indispensable aussi une autre disposition, qui avait été prise à l'avance, à l'effet de régler suivant la profondeur du fond la longueur de la partie de la chaîne immergée.

En effet, si cette longueur est trop courte, la chaîne ne porte plus assez sur le lit du fleuve et elle glisse ; si elle est trop longue, elle forme des paquets sur le sol en redescendant à l'avant, et, par suite, lorsqu'on veut gouverner, le bateau est bien tenu à l'arrière par des chaînes tendues, mais, à l'avant, la longueur de chaîne en excès produit des abattées exagérées sur le bateau pris obliquement par le courant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans cette prévision, voulant pouvoir régler la chaîne, on avait placé les deux rouleaux de l'avant sur un chariot mobile à volonté pour les éloigner ou les rapprocher des rouleaux de l'arrière. Ces déplacements étaient d'ailleurs assez restreints : car, ainsi qu'on s'en rend compte facilement, il suffit, pour compenser la différence de profondeur, d'un mouvement du chariot moitié de cette différence.

La longueur de la chaîne et la course du chariot avaient été réglées de façon à pouvoir naviguer par des profondeurs variant de 1^m à $6^m,50$.

Des essais préliminaires avaient permis de se rendre compte de la valeur de la résistance à la marche de la pénelle, avec telle vitesse contre tels ou tels courants ; d'autres expériences avaient montré que le coefficient de frottement des chaînes sur le fond variait, suivant la nature de ce fond, de 83 à 120 pour 100 du poids de la chaîne dans l'air. On avait donc pu calculer quelles étaient la vitesse des courants ainsi que la pente des eaux à la surface du fleuve, que le bateau devait pouvoir remonter avec sa vitesse normale, fixée à 4^m par heure. On avait ainsi reconnu que, pour un courant de 3^m par seconde et une pente de $0^m,70$ à $0^m,80$ par kilomètre, les chaînes ne devaient pas encore glisser sur le fond.

L'expérience a pleinement confirmé l'exactitude de ces calculs. En abordant des courants de plus en plus forts, on a atteint et franchi facilement un passage où la vitesse de l'eau dépassait 3^m et où la pente était de $0^m,73$ par kilomètre, avec des fonds variant brusquement de $6^{km},50$ à $1^m,50$. On s'arrêtait à volonté au milieu de ce courant violent, on repartait sans difficulté, gouvernant avec la plus rigoureuse précision. Un des habiles pilotes du Rhône qui dirigeait le bateau, et qui n'avait pas caché d'abord son peu de foi dans le mode de traction en expérience, est resté étonné des résultats et a été ensuite le plus enthousiaste des assistants. Il s'est montré frappé surtout de la sécurité absolue que présentait le nouveau procédé dans les rapides pour la traversée desquels on éprouve les plus vives préoccupations, avec les bateaux actuels, la moindre avarie de machine ou le moindre faux coup de barre pouvant les compromettre.

Ces résultats sont la conséquence des importantes dispositions de détail qui ont été prises, notamment :

1° L'emploi de deux chaînes sans fin latérales, actionnées par des machines indépendantes, maniées par un seul homme qui s'en sert ainsi pour gouverner ;

2° L'emploi de chaînes d'une longueur et d'un poids par mètre bien calculé en vue de la force de traction à opérer ;

3° Les rouleaux directeurs empêchant les bouts montant et descendant de la chaîne sans fin de décapeler de leurs rouleaux de support arrière et avant lors des évolutions dans les courts rayons ;

4° Le moyen d'embrayer le mou de la chaîne sans fin quand la profondeur de l'eau diminue et d'accroître la longueur de la partie immergée quand la profondeur d'eau augmente.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'ensemble de ces détails est d'une importance capitale : c'est à eux que j'attribue sans hésitation le succès de l'expérience actuelle.

C'est probablement par l'absence de ces solutions que l'on doit s'expliquer l'état de stérilité dans lequel était restée l'idée du touage par chaîne sans fin, présentée il y a plus de quarante ans.

Le problème de l'application de ce mode de touage paraît maintenant résolu sur le plus difficile des fleuves, sur le Rhône, et par conséquent, *a fortiori*, sur les autres fleuves à courant modéré.

Il y a là d'intéressantes applications à faire pour les transports par eau à petite vitesse, avec une économie qui permettra de mettre en mouvement bien des éléments de richesses agricoles et industrielles aujourd'hui immobilisés, en raison du rapport trop élevé de leur poids à leur valeur.

PHYSIQUE.

SUR LE PYROMÈTRE DE MM. BOULIER FRÈRES, PAR M. CH. LAUTH, ADMINISTRATEUR DE LA MANUFACTURE DE SÈVRES.

MM. Boulier frères ont récemment présenté à la Manufacture de Sèvres un appareil de leur invention, auquel ils donnent le nom de *Pyromètre universel* et qui me paraît apte à rendre des services sérieux aux savants et aux industriels qui ont recours à l'emploi des hautes températures.

On sait, en effet, que la mesure de ces températures est extrêmement délicate, sinon impossible, à ce point que, dans la fabrication et la décoration de la porcelaine, on n'a d'autres indications que celles qui sont fournies par des témoins qu'on retire du feu lorsqu'on estime que la température cherchée est atteinte ; pendant la durée des opérations on se guide sur la couleur du feu qui, passant successivement du rouge au cerise et au blanc, indique, à un œil exercé, la marche ascensionnelle de la température ; mais ce procédé est très peu délicat, car il n'accuse que des variations importantes et, au-dessus du cerise, il ne donne plus d'indications sûres, car à ce moment, le feu est trop éblouissant pour qu'on puisse en apprécier l'intensité avec une certaine exactitude.

Nous avons essayé divers pyromètres de systèmes variés ; jusqu'ici, aucun ne nous a paru assez fidèle pour pouvoir être employé couramment et avec certitude, et nous avons, dans la pratique, recours à divers artifices dont la description pourra trouver place dans un autre travail.

L'appareil de MM. Boulier me paraît combler la lacune qui existe dans notre industrie ; il est sensible et fidèle.

Le principe en est des plus simples ; il est basé sur l'observation thermométrique

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la température que prend un courant d'eau rapide circulant dans le milieu qui est à observer.

Ce pyromètre se compose de trois parties distinctes : l'explorateur, le réservoir, l'interrupteur.

L'explorateur, qui est la partie intéressante de l'appareil, est un petit cylindre A en

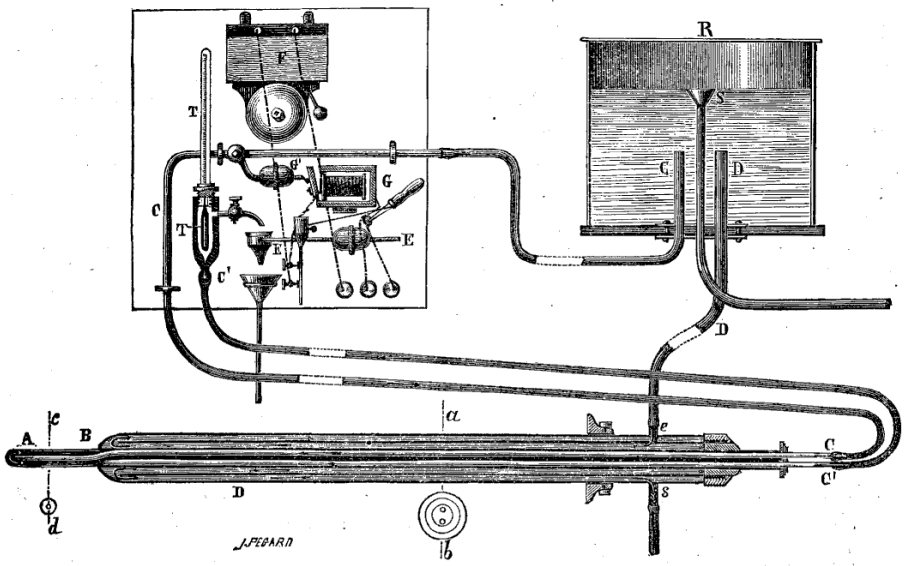


Fig. 1. — Pyromètre Boulier.

cuivre très mince de quelques centimètres de longueur; l'une de ses extrémités B est fermée, l'autre se termine par deux tubes dont l'un C est en communication avec un réservoir d'eau R, et dont l'autre C′ vient aboutir à un thermomètre T.

Ces deux tubes sont enfermés dans un cylindre métallique D servant de réfrigérant et qui est également alimenté au moyen du tuyau D′ par le réservoir d'eau R ; ce cylindre a 3 centimètres de diamètre sur 1 mètre de long.

Le réservoir d'eau R ne mérite aucune description spéciale ; il doit être à niveau constant et muni à cet effet d'un trop-plein S.

Enfin l'interrupteur se compose d'une petite balance E, en équilibre tant que le courant d'eau fonctionne régulièrement, mais qui, à la moindre interruption dans la circulation de l'eau, met en mouvement une sonnerie électrique F et, au moyen d'un électro-aimant G, peut même couper l'arrivée de l'eau en G′ ; l'interrupteur peut évidemment ne pas être utilisé, il a été imaginé sur ma demande par MM. Boulier ; car je n'étais pas, à l'origine, sans crainte sur le fonctionnement de l'explorateur et sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les résultats que pourrait amener l'introduction brusque d'une certaine quantité d'eau dans un four chauffé au blanc.

Lorsqu'on veut se servir de ce pyromètre, on met l'explorateur en communication avec le réservoir d'eau, au moyen d'un caoutchouc, et, après s'être assuré que la circulation fonctionne régulièrement, on introduit l'explorateur dans le four ou le moufle dont on veut suivre la marche, on le fixe solidement dans la porte ou toute autre partie du four, et, peu d'instants après, on peut commencer les observations.

L'eau provenant du réservoir circule en effet dans l'appareil, s'échauffe au contact des flammes ou de l'air chaud qu'elle rencontre et accuse, au thermomètre, les variations de température qu'elle subit.

Ces indications sont très rapides; quelques secondes suffisent pour que le thermomètre se mette en marche; elles sont très sensibles: le contact de la main sur le réfrigérant suffit, l'eau du réservoir étant à 15 degrés environ, pour que, quelques secondes après, le thermomètre monte. Je dois ajouter que ce thermomètre est gradué par vingtièmes de degré.

Dans l'état actuel des choses, le pyromètre de MM. Boulier indique très rapidement et très fidèlement l'élévation ou la diminution de la température du milieu dans lequel il est installé; nous avons à dessein fait varier cette température à tous les moments d'une cuisson de porcelaine; le thermomètre ne nous a jamais fait défaut, et la courbe tracée au fur et à mesure des observations, correspondait régulièrement aux variations introduites volontairement dans la marche du feu.

Je crois donc pouvoir dire que ce pyromètre rendra des services réels.

Avec quelques améliorations de détail, avec l'adjonction, par exemple, d'un enregistreur automatique, on aura un appareil de contrôle parfait.

Quant à la valeur absolue des indications fournies par ce pyromètre, je ne suis pas encore en mesure de la juger; la relation qui existe entre les indications du thermomètre et la température réelle du milieu sera à déterminer, et elle dépend évidemment des diverses circonstances dans lesquelles on se place.

Ce sera l'objet d'une Note ultérieure.

MINES.

STATISTIQUE MINÉRALE DE GRANDE-BRETAGNE ET DE FRANCE D'APRÈS LES PLUS RÉCENTS DOCUMENTS, PAR M. A. BLAVIER, PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'ANGERS.

En Angleterre, le pays qui réalise au point de vue politique le rêve des vrais libéraux, la plus grande publicité est donnée à tous les actes de l'administration, placée ainsi sous le contrôle immédiat de l'opinion publique. On n'entasse pas, comme en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

France, dans les cartons des ministères ou dans quelques bibliothèques privilégiées seulement, les enquêtes de toute nature, les rapports des différents services administratifs, documents d'un véritable intérêt général qu'il est très difficile de se procurer, quand on n'est pas fonctionnaire; on met au contraire libéralement à la disposition de tous, moyennant un prix très réduit, les publications innombrables préparées chaque année pour le Parlement, afin de le tenir exactement au courant de tous les détails de la vie nationale, dont il est bien réellement chargé d'assurer le régulier fonctionnement, malgré la forme monarchique de la Constitution.

Nous devons reconnaître, pour être équitable, que depuis quelques années, l'administration française semble vouloir s'inspirer de cet excellent exemple en mettant dans le commerce des bulletins rédigés par les différents ministères ; mais le prix en est trop élevé et ces bulletins ne comprennent pas encore tous les documents de statistique intéressants, ou ne les publient que tardivement.

Ainsi, par exemple, ayant le désir de comparer les conditions de l'industrie minérale en France et en Angleterre, nous avons facilement obtenu de l'obligeance d'un ingénieur des mines anglais, M. C. Le Neve Foster, l'envoi, dès le mois de juillet 1882, de l'important résumé, pour l'année 1881, des travaux des fonctionnaires de la Grande-Bretagne qui, sous le nom d'Inspecteur des mines de Sa Majesté, sont chargés, au nombre de quatorze seulement, d'assurer l'observation, par les exploitants, des prescriptions qui leur sont imposées, au point de vue de la sécurité des ouvriers, par les lois sur les mines, *the coal mines regulation act* 1872 et *the metalliferous mines regulation acts* 1872 et 1875.

En France, au contraire, où l'administration des mines comprend plus de cent vingt ingénieurs de toutes classes, la statistique minérale n'est publiée que tardivement, et le plus récent document que nous avons pu assez difficilement nous procurer est relatif à l'année 1880.

Il est incontestablement supérieur par la forme et l'étendue de renseignements qu'il contient au document correspondant fait en Angleterre ; mais ces avantages ne sauraient compenser pour nous le retard apporté à cette importante publication ni la difficulté de se la procurer. Quoi qu'il en soit, nous pourrons, par l'analyse de ces résumés statistiques, comparer à une année d'intervalle la situation de l'industrie minérale chez les deux grandes nations occidentales.

Voici les principaux chiffres que nous extrayons de Rapports adressés par les Inspecteurs des mines de Sa Majesté Britannique au secrétaire d'État pour l'intérieur, et du Rapport adressé à M. le ministre des travaux publics, le 18 février 1882, par l'Ingénieur en chef des mines, chargé du service de la statistique minérale en France.

En 1881, le nombre total des ouvriers employés, tant au fond qu'à la surface, dans toutes les mines du Royaume-Uni de la Grande-Bretagne et de l'Irlande, montait à 550 419 personnes, dont 495 477 occupées dans les mines, régies par *the coal mines*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

regulation act 1872, et 54 942 dans les mines régies par *the metalliferous mines regulation acts*, 1872 *and* 1875.

Il est utile d'indiquer la classification, d'ailleurs un peu arbitraire, établie entre les substances minérales par ces différents *acts*. Le *coal mines regulation act* de 1872 s'applique aux mines exploitant la houille, l'anthracite, les minerais de fer, les calcaires, le pétrole, les pyrites, les schistes bitumineux, l'alun, et les pierres de construction. Les *Metalliferous mines regulation acts* de 1872 et 1875, s'appliquent à toutes les autres mines, spécialement aux mines métallifères.

La production totale de la houille dans le Royaume-Uni, pendant l'année 1881, s'est élevée à 154 millions de tonnes anglaises (la tonne représentant 1 016 kilog.); dans ce chiffre, l'Angleterre figure pour 133 millions de tonnes, l'Écosse pour près de 21 millions et l'Irlande seulement pour 127 000 tonnes.

La production de l'anthracite est relativement faible, quoique s'élevant encore pour l'Angleterre à 1 500 000 tonnes et à 400 000 tonnes pour l'Écosse.

Dans cette statistique, les schistes bitumineux figurent pour 1 million de tonnes en chiffre rond, les minerais de fer de différentes natures pour 15 millions de tonnes, les minerais de cuivre pour 52 000 tonnes, les minerais de plomb pour 63 000 tonnes, le sel gemme pour 197 000 tonnes, le schiste ardoisier en tables ou ardoises pour 160 000 tonnes, les minerais de zinc pour 34 000 tonnes, et les autres produits miniers pour des chiffres notablement inférieurs.

En rapprochant de ces chiffres ceux qui s'appliquent à la France pour l'année 1880, on saisit de suite notre extrême infériorité au point de vue de la richesse métallurgique.

En France la production des combustibles minéraux, pour 1880, n'a pas atteint 19 millions 1/2 de tonnes, dont 19 millions de houille et 1/2 million d'anthracite; c'est, on le voit, seulement le huitième de la production anglaise; aussi faut-il chaque année recourir à l'importation des charbons venant d'Angleterre, de Belgique et d'Allemagne pour alimenter l'industrie nationale.

En 1880, la quantité importée n'a pas été moindre de 10 millions de tonnes, c'est-à-dire qu'elle a dépassé la moitié de la production des mines de France, et dans ce total la Belgique figure pour plus de 5 millions de tonnes, l'Angleterre pour 3 millions 1/2, l'Allemagne pour 1 million de tonnes. A côté de ces chiffres, l'exportation de nos charbons en Italie, Belgique, Suisse, s'élevant à 600 000 tonnes seulement, est vraiment insignifiante.

En résumé, la consommation totale des combustibles minéraux s'est élevée, pour 1880, en France, à 28 millions de tonnes, et les chemins de fer entrent pour près d'un dixième dans cette consommation.

Les minerais de différentes natures exploités en France et en Algérie, représentent un tonnage de 3 millions 1/2 de tonnes; et l'Algérie en fournit environ le cinquième.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous sommes encore pour la production du fer tributaires de l'étranger dans une large mesure, et l'importation des minerais destinés à alimenter nos usines sidérurgiques croît chaque année dans une assez forte proportion, puisqu'elle a presque triplé depuis dix ans, pour s'élever en 1880 à 1 100 000 tonnes, c'est-à-dire au tiers environ de la production des mines françaises.

Il en est autrement pour les sels : la production nationale, tant du sel gemme que du sel marin, s'est élevée en 1880 à 700 000 tonnes, dont le cinquième environ a été exporté principalement en Belgique, aux États-Unis, en Allemagne.

Quant à la production des mines métallifères, elle est en France à peu près nulle; aussi devons-nous importer des minerais de plomb, de zinc, de manganèse, pour alimenter les usines en très petit nombre où sont élaborés ces métaux.

On peut juger de l'importacce relative des différentes exploitations minérales en France par les chiffres suivants :

La valeur des combustibles extraits du sol national en 1880 est estimée à 250 millions de francs, celle des minerais de fer à 15 millions, la valeur des sels à 17 millions et celle des minerais métalliques divers à 7 millions, soit au total 290 millions de francs.

En Angleterre, la valeur des combustibles minéraux extraits dépasse à elle seule *trois milliards*, c'est-à-dire DIX FOIS la valeur de la production totale des mines françaises.

De pareils chiffres devraient être présents à l'esprit de nos législateurs, quand ils veulent marcher de pair, au point de vue industriel, avec l'Angleterre, dans la rédaction des traités de commerce, de même que les conditions de la production des céréales dans les terres vierges du Nouveau-Continent devaient les faire réfléchir sur la situation créée à l'agriculture nationale par les mêmes traités de commerce, abaissant toutes les barrières devant les exportateurs étrangers.

La statistique de l'administration des mines françaises nous fournit encore quelques chiffres à méditer sérieusement par les prôneurs intéressés des prétendus systèmes socialistes, dont la formule se réduit à ces termes simples de nature à séduire les masses, *l'outil à l'ouvrier*, *la mine au mineur*. Pendant l'année 1880 sur 522 mines exploitées, tant en France qu'en Algérie, moins de 300 ont donné des bénéfices, plus de 200 ont au contraire accusé une perte de 8 millions de francs environ. Que seraient devenus les ouvriers de ces mines, si elles avaient été exploitées à leur compte ?

Le personnel ouvrier sur les exploitations minérales en France se décomposait comme suit en 1880 :

Dans les mines de charbon 107 000 ouvriers, dont 76 000 au fond et 31 000 à la surface.

Dans les mines de fer et autres 12000 ouvriers, dont 8 000 au fond et 4 000 à la surface.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les carrières souterraines, 24 000 ouvriers, dont 15 300 au fond et 8,700 à la surface.

Soit pour l'ensemble des exploitations 143 000 ouvriers dont 99 300 au fond et 43 700 au jour.

Nous avons vu que, pour l'Angleterre, le même total s'élevait à environ 550 000 ouvriers. La population ouvrière n'est donc pas 4 fois plus élevée qu'en France, et nous avons constaté que la production des mines de combustible minéral à elle seule, dans le Royaume-Uni, représentait plus de dix fois la valeur de la production de toutes les mines de France ; d'où l'on doit manifestement conclure que nos exploitations minérales sont inférieures à celles de nos puissants voisins, beaucoup plus encore au point de vue du rendement utile ou de la valeur industrielle, qu'au point de vue de l'importance des gîtes, et il est dès lors facile de comprendre qu'ils soient ardents partisans du libre échange, ayant en mains des éléments de trafic international qui font absolument défaut à leurs concurrents du Continent.

Les publications statistiques de l'industrie minérale en Angleterre et en France, que nous analysons, s'étendent avec détails sur les accidents qui se produisent dans les exploitations et sont la conséquence forcée de tout travail humain.

C'est, en effet, la principale mission des fonctionnaires de l'administration des mines de veiller à l'exécution des règlements destinés à assurer autant que possible la sécurité des ouvriers.

Nous extrayons du document anglais les chiffres suivants, qui s'appliquent à la période de trente années, commençant en 1851, c'est-à-dire à la promulgation de l'*act* du Parlement qui a institué la surveillance des exploitations minérales dans la Grande-Bretagne.

Pendant la première période décennale de 1851 à 1860, le nombre moyen par année des accidents graves survenus dans les mines de charbon s'est élevé à 773, et le nombre des victimes à 1 001, alors que la population ouvrière tant au fond qu'au jour était de 246 000 personnes ; ce qui donne un accident mortel pour 246 ouvriers occupés.

Pendant la seconde période de 1861 à 1870, le nombre des accidents par année s'élève à 822, le nombre des ouvriers tués à 1 062 ; mais la population ouvrière s'étant notablement accrue (319 000 ouvriers), la proportion des hommes tués, au nombre des ouvriers occupés, a sensiblement diminué, et la statistique constate dans cette période un accident mortel sur 300 ouvriers.

Une nouvelle amélioration s'opère pendant la troisième période de 1871 à 1880, puisqu'on ne relève qu'un homme tué, sur 425 employés.

Enfin l'année 1881 est encore plus favorablement traitée sous ce rapport ; sur 495 000 ouvriers occupés dans les différentes exploitations houillères, 954 seulement ont été victimes d'accidents mortels, ce qui établit la proportion réduite de un ouvrier tué sur 519 employés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette loi décroissante du nombre des victimes de l'industrie houillère en Angleterre est la meilleure démonstration de l'utilité des mesures adoptées par le Parlement pour soumettre ces importantes exploitations à une surveillance attentive de la part de fonctionnaires compétents. En trente années, la mortalité par accidents y a diminué de plus de 50 pour 100.

Si on entre dans le détail des causes de ces malheureux accidents, on trouve pour cette période trentenaire de 1851 à 1880 :

1° Que le nombre moyen des explosions de grisou, par année, a été de 60, occasionnant la mort de 246 ouvriers ; chaque explosion a produit ainsi plus de 4 victimes ;

2° Que le nombre moyen des accidents causés par éboulements des roches a été de 400, occasionnant la mort de 411 ouvriers ; ainsi le danger des éboulements est plus grave que le précédent, eu égard au nombre des victimes qu'ils produisent, mais il a l'avantage de n'occasionner que des accidents individuels ;

3° Que le nombre des accidents dans les puits d'exploitation a été en moyenne par année de 146, entraînant la mort de 166 ouvriers ;

4° Que le nombre des accidents divers au fond a été de 144, occasionnant la mort de 166 ouvriers ;

5° Enfin qu'à la surface, les accidents par différentes causes au nombre de 69, ont fait 72 victimes en moyenne par an.

Pendant l'année 1880 en particulier il y a eu dans les mines de houille du Royaume-Uni 1318 ouvriers tués, dont 499 par explosion de grisou, 462 par éboulement, 91 dans les puits, 178 par accidents divers et 88 à la surface.

Ce qui donne les rapports suivants en tenant compte de la population ouvrière :

1	ouvrier tué	par le grisou sur.	971
1	—	par éboulement sur.	1 049
1	—	dans les puits sur.	5 329
1	—	pour des causes diverses sur. . .	2 535
1	—	à la surface sur.	5 510

et en moyenne 1 ouvrier tué sur 368 occupés.

Voyons, comment en France, dans cette même année 1880, se sont répartis les accidents mortels survenus dans les mines de houille ou d'anthracite.

Sur les 275 exploitations en activité, ont été occupés 104 000 ouvriers en chiffre rond, dont 74 000 à l'intérieur et 30 000 à l'extérieur.

Le nombre total des ouvriers tués a été de 185, soit 1 accident mortel pour 562 ouvriers, proportion beaucoup plus satisfaisante qu'en Angleterre.

Si on cherche les causes des ces accidents, en adoptant la même classification que dans les états statistiques de l'administration des mines en Angleterre, on trouve qu'il y a eu :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1	ouvrier tué	par le grisou sur.	6 933
1	—	par éboulement sur.	1 425
1	—	dans les puits sur.	2 740
1	—	par des causes diverses sur. . . .	2 039
1	—	à la surface sur.	13 000

D'où on peut tirer les conséquences suivantes :

Que nos exploitations houillères sont notablement moins dangereuses que celles de l'Angleterre, au point de vue de ce terrible ennemi du mineur, le gaz hydrogène carboné ou grisou ;

Qu'elles sont également moins dangereuses au point de vue des éboulements de roches ;

Mais que la proportion des accidents dans les puits ou par des causes diverses est au contraire plus élevée en France qu'en Angleterre ; en d'autres termes, les gîtes sont plus dangereux en Angleterre, mais les ouvriers y sont plus attentifs, plus sérieux, et les accidents qui dépendent de leur vigilance sont moins fréquents ; c'est bien la confirmation de ce que proclament tous les ingénieurs, qui ont été à même d'étudier les exploitations minérales dans les deux grands pays industriels occidentaux de l'Europe.

Pour terminer ce travail statistique, nous avons recherché dans quelles conditions relatives, au point de vue de la sécurité des ouvriers, se trouvaient placées les exploitations des carrières souterraines et notamment les exploitations ardoisières ; car les chiffres officiels ne sont pas, pour l'ensemble des carrières, d'une exactitude aussi rigoureuse que pour les mines, attendu que la surveillance de l'administration ne peut pas être aussi complète dans un cas que dans l'autre. Pour les ardoisières au contraire, nous avons des résultats d'une certitude absolue, s'appliquant aux principaux centres de production de France et d'Angleterre, les centres d'Angers, des Ardennes et du pays de Galles, et par suite notre étude, qui présente d'ailleurs un certain intérêt local, reposera sur des bases sérieuses.

Nous commencerons par faire remarquer que ce genre d'exploitation minérale est par sa nature même exceptionnellement dangereux ; les ardoisières souterraines sont en général de grandes chambres, avec piliers réservés dans la masse, suivant le système d'abatage adopté. Les piliers sont verticaux en Anjou où la masse exploitable est très puissante et faiblement inclinée ; les piliers sont horizontaux dans les Ardennes où la veine fissile est au contraire de faible épaisseur et notablement inclinée sur l'horizon ; enfin les piliers sont ménagés suivant la ligne de plus grande pente à Festiniog, dans le Merionethshire (pays de Galles), où la couche ardoisière est d'une puissance moyenne avec un pendage faible et régulier.

Dans toutes ces exploitations se trouvent donc des surfaces considérables de parois, d'où peuvent se détacher des masses plus ou moins volumineuses de rocher, dont l'éboulement menace la vie des ouvriers ; aussi est-ce la principale cause des acci-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dents constatés dans les ardoisières souterraines tant en France qu'en Angleterre.

L'ingénieur du principal district ardoisier du pays de Galles, après avoir établi dans son rapport sur les accidents survenus en 1881, que la proportion des accidents mortels était pour les ardoisières deux fois plus considérable que pour les autres mines métalliques de son district, et même plus élevée que celle relative aux mines de houille, ajoute qu'il a été tellement impressionné par cette fréquence des accidents dans les *Mines d'ardoises*, suivant l'expression anglaise, qu'il a cru devoir visiter les principaux centres de production en France et en Allemagne pour étudier les méthodes d'exploitation adoptées sur le Continent : c'est ce qui m'a valu le plaisir de faire son agréable connaissance.

M. Ch. Le Neve Foster arrive à conclure de ses observations que, dans les ardoisières des Ardennes, qui se rapprochent le plus de celles de Festiniog, par le pendage et la puissance des veines fissiles, le travail est moins dangereux pour les ouvriers, en raison de la méthode d'exploitation par remblais qui y est adoptée.

« Les hommes au travail sont ainsi placés sur des remblais solides, au lieu d'être supportés par des chaînes, ou montés sur des échelles, ce qui, dit-il, évite la plupart des accidents auxquels les mineurs ardoisiers sont fatalement exposés dans les exploitations du pays de Galles. »

Comparons le nombre des hommes victimes d'accidents divers sur ces trois principaux centres ardoisiers :

Dans le pays de Galles, en 1881, onze accidents mortels sont constatés dans la statistique officielle, dont 8 au fond (5 par le fait d'éboulements, 3 par suite de chutes dans leurs chantiers) et 3 à la surface.

En tenant compte du nombre d'ouvriers occupés sur les ardoisières de cette région, 2 394 au fond et 2 560 à la surface, on trouve que la proportion des accidents mortels au nombre d'ouvriers, s'élève sur l'ensemble à 2,22 pour mille.

Ces chiffres sont plus élevés que ceux relatifs aux ardoisières de France ; ainsi dans les Ardennes dont la population ouvrière était de 2 034 personnes, comprenant 1 028 ouvriers du fond et 1 006 ouvriers du jour, on n'a eu à déplorer en 1880 que 4 accidents mortels, dont 3 par suite d'éboulements et 1 par le fait d'explosion de mine, ce qui représente une proportion de 1,95 pour mille.

Pour les ardoisières souterraines d'Angers, les deux dernières années de 1880 et 1881 ont été dans d'excellentes conditions au point de vue de la sécurité. Sur une population de 3 000 ouvriers en moyenne dont 1 600 ouvriers d'à-bas et 1 400 ouvriers du jour, il ne s'est produit que 9 accidents mortels, soit en moyenne par année 4 1/2, ou 1,50 par mille, et ces accidents sont dus à des causes diverses ; un seul a été occasionné par un petit éboulement de rocher. Mais, il faut le reconnaître, le centre ardoisier d'Angers n'est pas plus que les autres à l'abri de ces fâcheux événements que ne peut prévenir la surveillance la plus attentive des parois, des excavations, et si on recherche dans la statistique les accidents antérieurs à ces dernières

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

années, on trouve en 1877 et 1879 deux éboulements considérables ayant occasionné la mort de dix ouvriers, ce qui malheureusement rétablit, sur une période un peu longue, une moyenne du nombre des victimes de l'industrie ardoisière aussi élevée en Anjou que dans les autres centres de production.

Mais ce que nous tenons à constater sur les états officiels de l'administration des mines, c'est que le travail dans les ardoisières d'Angers n'est pas plus dangereux que dans les autres exploitations souterraines soumises à une surveillance assez exacte des ingénieurs, pour que tous les accidents soient très régulièrement portés à leur connaissance. Ainsi par ordre alphabétique les départements où les exploitations souterraines ont eu en 1880 un développement sérieux sont, les départements : des Ardennes, avec 2 066 ouvriers, 4 hommes tués, soit 1,94 pour mille ; de Maine-et-Loire, avec 3177 ouvriers, 6 hommes tués, soit 1,88 pour mille ; de la Seine, avec 1 355 ouvriers, 5 hommes tués, soit 3,70 pour mille ; de Seine-et-Marne, avec 1 318 ouvriers, 6 hommes tués, soit 4,55 pour mille ; de Seine-et-Oise, avec 2 387 ouvriers, 10 hommes tués, soit 4,19 pour mille.

Les ardoisières d'Angers sont donc les plus favorablement traitées dans cette statistique ; nous sommes heureux d'en avoir la preuve officielle et d'en faire honneur aux exploitants.

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5 ;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur. — 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

83e année. Troisième série, tome XI. Février 1884.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

COMMERCE.

RAPPORT *fait par* M. C. LAVOLLÉE, *au nom du comité de commerce, sur une* COMMUNICATION DE M. ÉDOUARD SIMON, RELATIVE AU SERVICE DES BREVETS D'INVENTION.

Messieurs, dans la séance du 9 novembre dernier, notre collègue, M. Édouard Simon, a entretenu le Conseil d'une mesure qui a été prise, le 13 juin 1883, par M. le Ministre du commerce et qui a pour effet de diminuer les facilités accordées jusqu'ici pour la communication des brevets d'invention. Après avoir entendu les observations échangées à ce sujet entre MM. Paul Bérard et Édouard Simon, le Conseil a renvoyé la question à l'examen du comité de commerce, qui m'a chargé de vous soumettre le présent Rapport.

Voici, d'abord, le texte de la décision ministérielle qui nous a été signalée par M. Ed. Simon :

« Il est expressément interdit de copier les descriptions et de calquer les « dessins annexés aux brevets d'invention communiqués au public, conformément à l'article 23 de la loi du 5 juillet 1844.

« Toute note, tout croquis sont également interdits.

« Les pièces communiquées seront immédiatement retirées à toute personne qui contreviendra au présent ordre de service.

« Fait, à Paris, le 13 juin 1883.

« Le Ministre du commerce, signé : Hérisson. »

L'interdiction résultant de cet ordre de service a donné lieu à de vives cri-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tiques. Il a paru qu'elle était contraire, sinon au texte, du moins à l'esprit de la loi, et qu'elle dérogeait, par une rigueur excessive, aux traditions libérales qui s'étaient établies dans les bureaux du Ministère du commerce pour la communication des brevets.

D'un autre côté, il était évident que la mesure ainsi critiquée ne pouvait avoir pour motif que la constatation ou la crainte de graves abus dans cette communication. En effet, les informations que nous avons recueillies nous ont démontré qu'il ne s'agit point, pour l'administration, de sauvegarder la taxe de 25 francs qui est attribuée au Trésor pour la délivrance de la copie authentique d'un brevet, taxe dont le produit annuel est de 10 à 12 000 fr., et dont l'intérêt est tout à fait secondaire. Ce qui a motivé la mesure, c'est que la faculté de consulter les brevets, la plume ou le crayon à la main, pourrait faciliter l'altération des originaux en risquant de compromettre la responsabilité de l'administration, constituée gardienne de ces pièces. Il aurait, en outre, été observé que les copies ou calques dans le bureau des brevets ouvert au public, seraient le plus souvent effectués, non point par les intéressés, mais par des agences intermédiaires ; d'où il semblait, aux yeux de l'administration, que l'ordre du 13 juin 1883, destiné à couvrir sa responsabilité en même temps qu'à défendre contre toute altération les titres des brevetés, ne pourrait causer de préjudice sérieux aux véritables intéressés.

Tels sont les faits et les arguments en présence desquels nous avons à nous prononcer sur les réclamations produites par M. Ed. Simon.

Dans la plupart des pays, la législation prescrit, comme en France, la publication des brevets d'invention. Elle autorise également la communication des brevets, indépendamment de la publication. Ces mesures sont prises moins dans l'intérêt des brevetés que dans l'intérêt général. Les brevetés peuvent en effet vulgariser par tous les moyens les inventions et les perfectionnements pour lesquels la loi leur accorde, pendant un délai déterminé, le droit de propriété. Mais il importe, en même temps, que le public ait la faculté de se tenir au courant des brevets délivrés et que la communication administrative des textes et des dessins soit aussi large que possible. Il serait superflu d'énumérer devant vous les différentes circonstances dans lesquelles il doit être utile que les brevets soient ainsi communiqués.

Sans contester la gravité des motifs qui ont donné lieu à l'ordre de service du 13 juin 1883, ci-dessus transcrit, le comité de commerce estime que l'interdiction de prendre des notes, des extraits ou des croquis sur les brevets

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

semble peu conciliable avec la faculté de consultation que la loi accorde au public, et il pense que la communication des brevets, ainsi restreinte, doit être le plus souvent dépourvue d'utilité.

S'il a été relevé des abus dans le mode actuel de communication, il semble qu'une disposition meilleure des locaux affectés au classement des brevets et un surcroît de surveillance pourraient y remédier. Les brevets procurent au Trésor une recette annuelle de près de deux millions; ils fournissent donc directement les ressources suffisantes pour l'organisation d'un service qui puisse donner à l'administration toutes les garanties nécessaires.

Plusieurs Chambres de commerce ont déjà sollicité de M. le Ministre la modification de l'ordre du 13 juin.

D'accord avec les sentiments d'intérêt que le Conseil a souvent exprimés en faveur des brevets d'invention, et conformément au désir de M. Ed. Simon, notre collègue, nous vous proposons d'appeler respectueusement l'attention bienveillante de M. le Ministre du commerce sur la question en lui transmettant le présent Rapport, qui serait inséré dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : C. LAVOLLÉE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 25 janvier 1884.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. ÉDOUARD SIMON, *au nom du comité des arts mécaniques, sur la* MÉCANIQUE JACQUARD A CYLINDRE RÉDUITE, *de* M. JULES VERDOL, *mécanicien,* 10, *passage des Mûriers, à Paris.*

Messieurs, le principe de la mécanique Jacquard est trop connu pour qu'il soit nécessaire d'en détailler les particularités. On sait que, dans cet appareil, des crochets (en nombre proportionné aux fils à faire mouvoir) sont disposés verticalement, que chacun de ces crochets passe à travers l'œil d'une aiguille horizontale ; suivant que celle-ci se trouve, à un moment déterminé, repoussée ou non, le crochet correspondant est dévié de la verticale ou reste dans la situation normale, par suite, est rencontré et soulevé ou bien, au contraire, laissé au repos par une *griffe* (sorte de gril ou de râteau horizontal) animée d'un mouvement alternatif d'ascension et de descente.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dès l'origine, le refoulement des aiguilles a été produit par la rencontre de cartons épais, réunis les uns aux autres sous forme de chaîne sans fin et successivement interposés entre les aiguilles et un prisme parallélipipédique de longueur égale à la largeur de la mécanique. Ce prisme, animé d'un mouvement de rotation intermittente, est percé, sur les quatre faces, de trous exactement distribués comme les aiguilles ; les cartons sont également perforés suivant la même division.

Après chaque quart de tour, le prisme *presse* un nouveau carton. Celles des aiguilles qui tombent dans les trous du carton et du prisme sous-jacent, ne subissent aucune déviation, les autres sont repoussées par les parties pleines.

Les aiguilles de la Jacquard peuvent être comparées aux touches d'un clavier, sur lequel chaque carton vient, à tour de rôle, plaquer des accords déterminés par le *piquage,* la dernière opération traduisant, duite à duite, la lecture du dessin.

Cet énoncé de l'heureuse combinaison mécanique mise en pratique par Jacquard, montre le rôle important des cartons qui supprimèrent l'intervention lente, pénible, encombrante, coûteuse des *tireurs de lacs*. La multiplicité des effets et des nuances, dans le tissage façonné, devait occasionner néanmoins une dépense considérable. Malgré les artifices de *montage*, les simplifications suggérées par l'habileté des spécialistes, il n'est pas rare de voir dans certains ateliers, des dessins de quinze à vingt mille cartons; nous pourrions citer une composition qui en comporte cent cinquante mille. Telle fabrique débourse, de ce chef, 30 000 francs de matière brute, par année. Il faut ensuite tenir compte des emplacements nécessaires à l'emmagasinage, de l'intérêt des sommes absorbées par de semblables collections, que le fabricant conserve pendant dix ans en moyenne.

Les frais généraux occasionnés par l'usage du carton motivèrent de nombreuses recherches : certains inventeurs diminuèrent le diamètre des aiguilles pour en loger davantage dans une même surface et réduire les dimensions des plaques servant à les refouler ; d'autres poursuivirent une réforme plus radicale en substituant le papier mince au carton. Dès 1849, M. Acklin, à Paris, faisait breveter un appareil construit dans ce but.

Successivement modifiée par MM. Léon Pujol et Cie, Pinel de Grandchamp, Verdol et Cie, et enfin Jules Verdol, l'invention Acklin, est aujourd'hui largement utilisée. Une des grandes difficultés consistait à éviter l'action directe des aiguilles, dont les chocs répétés auraient promptement détérioré

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le papier. Les constructeurs adaptèrent sur le côté de la mécanique, un *appareil-cylindre*, ainsi désigné parce qu'un cylindre, analogue au dispositif de Vaucanson, y remplace le prisme habituel. Le papier, conduit par ce cylindre, n'agit pas sur les aiguilles mêmes de la Jacquard, mais sur des tiges beaucoup plus légères n'ayant d'autre rôle que de soulever faiblement ou de laisser inactifs des butoirs situés en prolongement des aiguilles. Lorsque les extrémités des butoirs sont soulevées, un cadre à cornières, véritable carton métallique animé d'un mouvement horizontal de va-et-vient, rencontre ces pièces intermédiaires et les pousse contre les aiguilles correspondantes (1).

Le faible échantillon des tiges de soulèvement, ou aiguilles de l'appareil-cylindre, a permis en outre de réduire la division du piquage et les dimensions du papier.

Les résultats économiques se traduisent par les chiffres ci-après empruntés aux tarifs d'entrepreneurs de piquage :

COMPTE de crochets de la mécanique Jacquard.	LECTURE ET PIQUAGE DES DESSINS (*y compris fourniture de carton ou de papier*).						REPIQUAGE DES DESSINS.					
	Carton supérieur.		Papier.		Différence.		Carton supérieur.		Papier.		Différence.	
	Fr.		Fr.		Fr.		Fr.		Fr.		Fr.	
400. . .	31	les 1000	16	les 1000	15	par 1000	26	les 1000	6,50	les 1000	19,50	par 1000
500. . .	37	—	»	—	»	—	31	—	»	—	»	—
600. . .	43	—	22	—	21	—	35	—	8	—	27	—
700. . .	50	—	»	—	»	—	40	—	»	—	»	—
800. . .	57	—	28	—	29	—	47	—	11	—	36	—
900. . .	64	—	32	—	32	—	51	—	14	—	37	—
1 000. . .	»	—	34	—	»	—	»	—	15	—	»	—
1 200. . .	»	—	40	—	»	—	»	—	17	—	»	—

Il ressort du tableau précédent que les différences en faveur du papier, très notables lors du piquage, augmentent encore au *repiquage*, c'est-à-dire lorsqu'un dessin déjà lu et piqué doit être reproduit une ou plusieurs fois. La raison en est que la première opération ne peut s'effectuer plus rapidement qu'avec le carton et que l'économie porte seulement sur la matière. Dans les deux cas, il faut que le liseur ait le temps de faire tirer par son aide les *lacs* reliés aux poinçons. Pour le repiquage, tandis qu'avec le système ordi-

(1) Voir pour de plus amples détails, l'Étude sur les *machines nouvelles de la filature et du tissage à l'Exposition universelle de* 1878, par le rapporteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

naire l'ouvrier reprend les *cartons-matrices* un à un, les place et les retire successivement, le manchon de papier, au contraire, est passé sur un cylindre identique à celui des mécaniques Jacquard et le perçage s'obtient automatiquement, grâce à l'interposition, entre les poinçons et le papier, de butoirs poussés par un cadre à cornières.

M. Verdol ne s'est pas contenté de perfectionner l'œuvre de ses devanciers, d'étudier tous les détails utiles au bon fonctionnement de l'appareil-cylindre ; il a pensé qu'il était possible d'atténuer encore, au point de les rendre tout à fait négligeables, les effets des variations hygrométriques sur le papier. Ce mécanicien vous soumet aujourd'hui, messieurs, le résultat de ses plus récentes recherches.

Jusqu'à présent, la substitution du papier au carton nécessitait — on l'a vu — l'adjonction aux mécaniques Jacquard d'un appareil spécial ; la longueur des cylindres et conséquemment la largeur du papier, se proportionnaient à la largeur des mécaniques. M. Verdol réunit sur un même bâti en fonte, la mécanique proprement dite et l'appareil-cylindre, puis, au lieu de percer le papier suivant des lignes se coupant à angle droit, il effectue le perçage en quinconce. A la faveur de cette disposition, chaque division de la bande de papier (représentant un carton) comporte 416 trous sur une largeur réduite à 132 millimètres pour une hauteur de $24^{mm},6$, pendant qu'avec l'ancienne distribution 420 trous de même diamètre occupaient une largeur de 238 millimètres, soit près du double, sur une hauteur de $20^{mm},4$. La hauteur un peu plus grande du cadre n'offre pas d'inconvénients, la réduction de largeur fait disparaître les dernières objections à l'emploi du papier, dans les ateliers très humides notamment, où des bandes larges gondolent toujours un peu. On sait que les variations hygrométriques se traduisent par des effets beaucoup plus sensibles sur la largeur que sur la longueur d'une feuille de papier.

Notons, en passant, qu'il n'est pas utile de recourir à des qualités particulières : M. Verdol emploie le papier à empaqueter, dont un échantillon est placé sous vos yeux ; la feuille, découpée de largeur, est renforcée à l'endroit des trous de repère, soit sur les côtés et suivant deux lignes équidistantes des bords, par des bandes de papier étroites, collées sur une face seulement ou sur les deux. Au lieu d'un trou de repère unique, chaque bande porte autant de fois trois trous qu'il existe de repères, de manière à pouvoir utiliser ces trous successivement, lorsqu'à la longue ils s'ovalisent. Un quatrième, ménagé sur la ligne séparatrice des divisions, dans l'intervalle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plein de ces cartons-papier, sert exclusivement en cas de repiquage et assure, en tout temps, le repérage exact, indispensable pour cette opération.

Le réglage préalable de la feuille en sections transversales de largeur régulière, le collage des bandes de renfort s'exécutent sur des machines distinctes spécialement construites par M. Verdol.

On retrouve sur la « mécanique Jacquard-cylindre » réduite les organes caractéristiques de l'appareil-cylindre isolé : les aiguilles légères, dont le papier détermine l'ascension, pour placer sur le chemin du cadre mobile, les butoirs des aiguilles solidaires des crochets. Mais, indépendamment de la nouvelle division, dont les avantages ont été mentionnés plus haut, il convient de signaler les perfectionnements ci-après :

Le cylindre, au lieu de tourner dans un plan horizontal, s'abaisse, à chaque évolution, pour s'écarter des aiguilles et faciliter le fonctionnement d'une plaque de rappel qui, agissant sur toutes ces tiges indistinctement, entraîne celles que les tisserands qualifient de *paresseuses*. Par suite du groupement des organes sur le même bâti, les transmissions de mouvements ont été étudiées pour réduire la *marchure*, ou course de la griffe, de 90 à 40 millimètres et permettre le montage de la nouvelle mécanique sur les métiers à tulle, dans lesquels l'amplitude des déplacements est limitée.

La diminution de largeur procure, d'autre part, une économie proportionnelle dans la dépense du papier brut.

La mécanique complète, entièrement métallique, est d'un prix moins élevé que les appareils-cylindres accolés aux mécaniques en bois.

En résumé, la substitution du papier au carton constitue un progrès marquant dans l'industrie du tissage façonné. A l'appui de cette opinion, nombre de fabricants ont fourni des témoignages incontestables de la praticabilité et de la vulgarisation du procédé. Les avantages en seront étendus par la nouvelle mécanique, due à l'habileté très pratique, à la persévérance consciencieuse de M. Jules Verdol.

Votre comité des arts mécaniques vous propose, messieurs, de remercier M. Verdol pour sa communication fort intéressante et de voter l'insertion au *Bulletin*, du présent Rapport, accompagné d'une planche de dessins représentant l'ensemble et les détails de la mécanique réduite, avec légende explicative.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 14 décembre 1883.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DE LA PLANCHE 153 (FIG. 1, 2, 3, 4, 5, 6 ET 7) RELATIVE A LA MÉCANIQUE JACQUARD RÉDUITE, SYSTÈME J. VERDOL.

Fig. 1. Vue de côté.

Fig. 2. Vue de face d'une partie du *train de barres* ou carton métallique.

Fig. 3. Coupe verticale passant par l'axe parallèle aux aiguilles de la Jacquard.

Fig. 4. Plan partiel de la mécanique vue en dessus.

Fig. 5. Disposition des trous du papier.

Fig. 6. Disposition de la grille servant à l'accrochage des petites aiguilles représentées fig. 7.

Fig. 7. Détail de deux aiguilles verticales juxtaposées.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes pièces dans les différentes figures.

A, A, butoirs interposés entre le cadre à cornières B et les aiguilles E, E,... de la Jacquard.

B, cadre à cornières dit « train de barres », agissant sur les butoirs A.

C, chariot à mouvement de va-et-vient horizontal.

D, planchette-guide des aiguilles verticales *m*, *m*...

E, E, aiguilles horizontales des crochets F.

F, F, F,... crochets de la Jacquard.

G, griffe de la Jacquard.

H, planchette de la Jacquard.

L, corde de tirage de la griffe G reliée à la marche ou pédale du métier.

M, valet de la lanterne *l*.

P, plaque perforée suivant la division du papier et entaillée pour le passage des disques *d*, *d*, qui entraînent le papier.

R_1, plaque de rappel des aiguilles E, E, E...

R_2, plaque de rappel des butoirs A, A...

R_3, plaque de rappel des aiguilles *m*, *m*...

S, cylindre d'entraînement du papier constitué par l'ensemble des disques *d*, *d*, calés parallèlement sur le même axe horizontal.

V, « vis de presse » pour régler le fonctionnement des crochets F, F...

$Z_1 Z_1$, tiges contrecoudées, solidaires de la griffe G, déterminant l'avancement et le recul du chariot C.

$Z_2 Z_2$, tiges contrecoudées, solidaires du chariot C, produisant, par leur va-et-vient horizontal, le mouvement alternatif du « train de barres » ainsi que l'ascension et la descente des pièces *a*.

$Z_3 Z_3$, tiges contrecoudées, solidaires de la griffe G, actionnant la lanterne *l* par l'intermédiaire des leviers *u*, *u'* et des « clichets » *h*.

a, *a*, pièces (vues en pointillé dans les figures 2 et 3) portant, à la partie inférieure,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le guide-aiguilles D et, à la partie supérieure, la plaque de rappel des mêmes aiguilles R_3.

c_1, c_2, crochets de suspension du cylindre S ; c_2 solidaire du guide-aiguilles D, fait monter et descendre le cylindre S; ce même crochet, une fois dégagé de son support, permet au cylindre de s'écarter de D pour le montage sur l'appareil, du manchon de papier.

d, d, disques d'entraînement du papier.

g_1, g_2, galets servant de guides à la tige Z_1.

g_3, g_4, galets servant de guide à la tige Z_2.

g_5, galets portés par les leviers articulés u.

g_6, valet d'arrêt du cylindre S.

h, « clichets » agissant sur les fuseaux l du cylindre S pour faire tourner ce cylindre.

l, « lanterne » du cylindre S.

o, plaque fixe, perforée suivant la division de la planchette H et servant de guide aux butoirs A, A...

r, r. r..., repères fixés à intervalles réguliers sur les disques d pour entraîner la bande de papier.

u, u', leviers articulés des « clichets » h.

Fonctionnement de l'appareil.

Lorsque le tisserand appuie sur la marche à pédale du métier à tisser, la corde L soulève la griffe G et simultanément les crochets F qui se trouvent « en prise » ou « griffés », par conséquent, les fils suspendus à ces crochets (fils non représentés dans les figures).

Les tiges Z_1, également entraînées dans le mouvement ascensionnel de la griffe, « dépressent », c'est-à-dire repoussent le chariot C de droite à gauche (fig. 1) ou inversement (fig. 3); le train de barres B ramène en arrière les tiges Z_2 et assure le retour des butoirs A, A..., par l'intermédiaire de la plaque de rappel R_2 ; les mêmes tiges Z_2 abaissent, par le moyen des galets g_3, g_4 montés sur les pièces a, le cylindre S et la plaque de rappel R_3 des aiguilles verticales m, m... Celles de ces petites aiguilles, qui ont été soulevées par la rencontre du papier, sont alors ramenées uniformément au point le plus bas de leur course mais à une certaine distance du cylindre S.

Le cylindre S étant hors d'atteinte des aiguilles, le coude inférieur des tiges Z_3 (fig. 1) rencontre les galets g_5, qui agissent sur les leviers u, u' articulés avec les crochets ou « clichets » h; ceux de ces crochets situés à la gauche de la mécanique (même fig. 1) se dégagent du fuseau de la « lanterne » l et s'abaissent pour s'engager sous le fuseau suivant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A ce moment, la navette ayant été lancée dans l'ouverture des fils déterminée par l'ascension de la griffe G, celle-ci est abandonnée à elle-même, revient en vertu de son poids à la position de repos et produit, pendant la descente, une succession d'effets inverses des précédents :

1° La lanterne *l* tourne de 1/9 de tour sous l'impulsion des clichets *h*, évolution aussitôt limitée par le valet M ; le cylindre S se soulève et « plaque » contre le guide-aiguilles D une nouvelle division du papier ;

2° Les aiguilles *m*, qui ne tombent pas dans les trous perforés à travers le papier, sont soulevées par ce papier, soulèvent, à leur tour, les extrémités des butoirs A correspondants vis-à-vis les cornières du train de barres B ;

3° Le chariot glissant en sens contraire du chemin parcouru pendant l'ascension de la griffe, le train de barres (fig. 3) pousse les butoirs qu'il rencontre et, par suite, dévie les aiguilles horizontales E, situées en prolongement de ces butoirs, conséquemment aussi les crochets correspondants F de la Jacquard.

Si alors une nouvelle ascension de la griffe intervient, les crochets déviés restent au repos, les autres participent au mouvement de la griffe, et ainsi de suite.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS.

RAPPORT *présenté par* M. ERN. DUMAS, *au nom du comité des constructions et des beaux-arts, sur les* CONSTRUCTIONS MOBILES, *de* M. POITRINEAU.

Les constructions mobiles de M. Poitrineau sont de deux sortes assez différentes et cependant se complétant l'une par l'autre d'une manière qui peut les rendre d'une grande utilité dans beaucoup de circonstances.

Les premières, qu'il désigne sous le nom de *Constructions mobiles sur vérins*, sont des bâtiments légers tout en bois, à toitures en zinc, de 6 mètres de longueur sur 3 mètres de largeur et $2^{m},80$ de hauteur, surmontés d'un grenier de 2 mètres de haut, d'un transport rendu facile par d'ingénieuses combinaisons et qui, réunis en certain nombre, permettent de constituer très rapidement des ateliers ou des magasins bien clos, bien couverts, bien aérés et d'un prix très modéré.

Les *Constructions mobiles sur train ou roulantes* sont de véritables voitures de grandes dimensions, analogues aux chariots nomades, dits caravanes, dont se servent et qu'habitent les marchands ambulants et les saltimbanques fréquentant les foires et les fêtes publiques.

L'organisation de ces voitures permet de les réunir en plus ou moins

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grand nombre, de manière à constituer de véritables appartements, des bureaux ou des agences d'administration que l'on peut transporter par voie de terre ou par chemins de fer, tout garnis de leurs meubles et même de leurs cheminées et dont l'installation définitive est aussi simple que rapide.

Ces constructions étant isolées du sol par l'élévation du train qui les supporte, munies d'un grenier qui empêche l'action des rayons du soleil, et composées de doubles parois que l'on peut à volonté laisser vides ou remplir de sable, sont très saines et agréables à habiter.

Ne pouvant dans ce Rapport, faire intervenir tous les détails techniques de construction qui rendent ces habitations vraiment pratiques, je me bornerai à faire remarquer les avantages que les entrepreneurs et les architectes pourraient retirer de la substitution de ces agences mobiles à celles qu'ils font construire spécialement pour chacun de leurs grands travaux, qui sont d'un prix au moins aussi élevé et que l'on est obligé de détruire aussitôt les travaux terminés. Je demanderai donc à la Société de vouloir bien faire insérer au *Bulletin*, à la suite du présent Rapport, le Mémoire descriptif avec planches que nous a remis M. Poitrineau en nous faisant l'intéressante communication dont nous le remercions.

Signé : Ernest Dumas, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 23 *novembre* 1883.

CONSTRUCTIONS MOBILES, PLIABLES ET ROULANTES, SYSTÈME POITRINEAU, ARCHITECTE, RUE DE CLICHY, 58, A PARIS.

Nous nous sommes proposé de faire des constructions mobiles, pliables, transportables et roulantes pour éviter la démolition et la reconstruction, toujours si coûteuse, des locaux provisoires souvent employés par l'armée, l'industrie, le commerce et l'agriculture.

Ces constructions se divisent en deux catégories : celle roulante, c'est-à-dire formée de voitures combinées entre elles de façon à fournir des plans d'ensemble et à se transformer instantanément en de petites maisonnettes élevées au-dessus du sol de 1 mètre environ, formant un rez-de-chaussée distribué en un certain nombre de pièces et surmonté d'un grenier.

Ces constructions roulantes peuvent être utilisées comme habitations de campements pour voyages, agences, bureaux, ambulances, postes télégraphiques, etc., etc.

Prenons pour exemple une agence des travaux composée de quatre voitures réunies deux à deux et bout à bout.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Chaque voiture (fig. 1 et 2) ayant 5 mètres de longueur par 2m,80 de largeur. Les quatre voitures réunies formeront la division suivante :

A gauche de la façade (fig. 5), le bureau de l'ingénieur et un vestibule d'entrée;

A droite, à la suite, une grande pièce pour les dessinateurs. Cette façade formée de deux voitures jointes bout à bout et éclairées par deux fenêtres et deux portes, les deux autres voitures, étant jointes immédiatement en arrière des deux premières, contien-

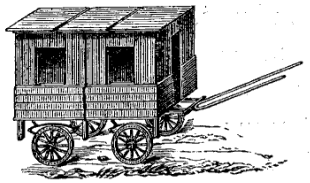


Fig. 1.

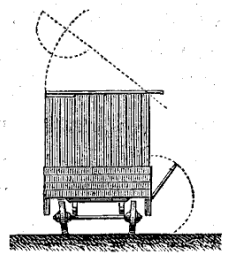


Fig. 2.

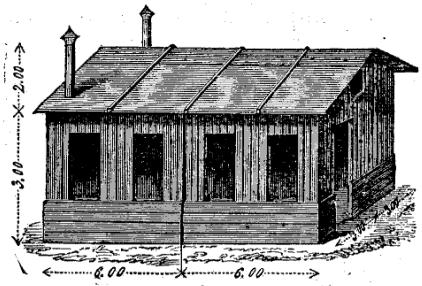


Fig. 3.

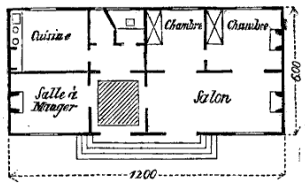


Fig. 4.

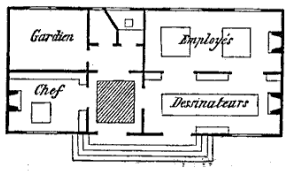


Fig. 5.

dront deux pièces ou chambres, un cabinet d'aisances, un autre cabinet de débarras pour les instruments, enfin une chambre de gardien.

L'ensemble réuni forme un petit bâtiment de 10 à 12 mètres de façade sur 6 mètres de profondeur (fig. 3).

La toiture à deux égouts forme deux pignons aux extrémités avec portes pour entrer dans le grenier.

Le dessous des voitures est fermé tout autour par des panneaux abaissés qui forment soubassement.

On a donc sous toute l'étendue un petit sous-sol auquel on accède par une trappe intérieure.

Enfin deux petits perrons mobiles en bois complètent l'effet de la maisonnette ainsi que des tuyaux métalliques pour les cheminées agencées dans les pignons? il n'y a donc pas de courant d'air en dessous de l'étage, le grenier mobile et dans lequel on tient debout forme un matelas d'air qui rend l'appartement habitable et les parois des voitures formant façades étant composées d'entrevous à l'intérieur, si on les remplit de sable fin, elles seront parfaitement capables de protéger contre la chaleur ou

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

contre le froid et l'humidité (au moment du départ, en débouchant toutes ces entre-vous par-dessous, le sable se vide tout seul). Si on suppose cet appartement pourvu des meubles, bureaux, cartonniers, etc., nécessaires à l'agencement complet d'une agence de travaux, et si on admet que tous ces différents meubles soient fixés aux parois et aux planchers, comme à bord des navires, on comprendra facilement qu'en quelques instants, et comme nous allons l'indiquer, on plie les toits, on relève les panneaux cachant les roues, on désassemble les quatre voitures réunies par des boulons et on n'a plus qu'à atteler les chevaux pour les transporter en d'autres lieux ou sur des trucs de chemin de fer, toujours garnies de leur mobilier bien entendu.

Arrivé à la nouvelle destination, il suffit de joindre ensemble les voitures comme précédemment, puis, après avoir dételé les chevaux, on abaisse les panneaux qui cachent les roues, forment le soubassement et ferment le sous-sol.

On accroche ces panneaux aux petites chambrières qui servent à niveler, on relève les panneaux de toiture et les petites fermes qui la supportent, lesquelles, étant à charnières, avaient été rabattues à plat sur le plafond, et on voit que le travail d'une heure à deux hommes suffit pour retransformer ces quatre voitures et leur donner l'aspect de la petite maisonnette.

Comme on le comprend, ces constructions peuvent se composer de quatre, six, huit, dix voitures offrant, par leurs combinaisons, toutes espèces de plans et toutes espèces de distributions.

Mes constructions mobiles sur vérins sont des bâtiments légers bâtis en bois et couverts en zinc, pouvant servir à toutes les destinations possibles : pour l'armée, l'industrie, le commerce et l'agriculture, et même l'habitation ; elles se composent de compartiments ayant chacun pour dimensions moyennes 6 mètres de longueur, 3 mètres de largeur et $2^{m},80$ de hauteur ; ces compartiments seuls ou réunis deux à deux, quatre à quatre, six à six et en autant de compartiments que l'on veut, forment, par leur réunion, des rez-de-chaussée distribués de toutes les façons. Au-dessus est un grenier de 2 mètres de hauteur et, le tout dressé, prend l'aspect d'une maisonnette ordinaire (fig. 6). Les murailles se composent de coffrages de bois simples ou doubles ; si l'on veut les rendre plus habitables pendant un séjour prolongé au même endroit, on les ferme à l'aide de briques ou de carreaux de maçonnerie, mais ces derniers doivent être démolis quand on se déplace.

Ces constructions se transportent facilement par compartiments à l'aide d'un chariot ordinaire (fig. 8 et 9), le grenier étant formé de panneaux de toitures et de fermes à charnières qui permettent de le rabattre à plat sur le plafond en quelques minutes et à l'aide de deux hommes.

Les panneaux formant soubassement tout autour se relèvent à l'aide de charnières, contre les façades, les six poteaux formant la charpente de chaque compartiment reposent sur des petits dés en fonte munis d'une vis à l'intérieur (fig. 7), on comprend

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

donc qu'en tournant les vis de ces petits vérins, chaque compartiment plié et retroussé est facile à charger sur un camion plat.

Le poids moyen de chaque compartiment, n'étant que de 1 600 kilog. environ, rend

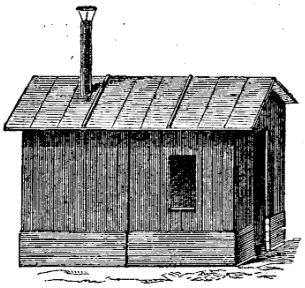


Fig. 6.

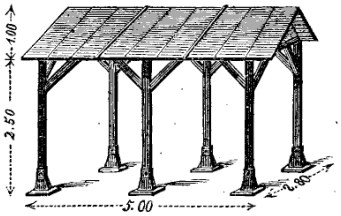


Fig. 7.

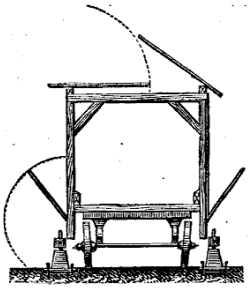


Fig. 8.

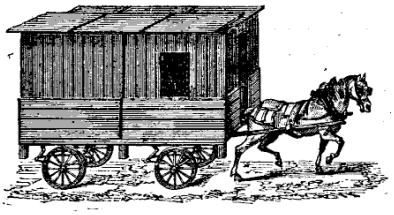


Fig. 9.

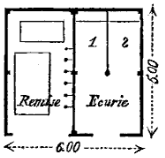


Fig. 10.

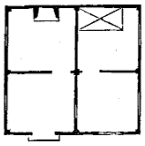


Fig. 11.

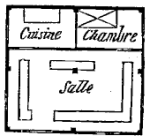


Fig. 12.

le transport facile. Arrivé à destination, on nivelle la construction avec les vis, on rabat les soubassements, on redresse les toitures. Il suffit d'une demi-heure à deux hommes pour plier et charger un compartiment.

Ces constructions, composées de panneaux mobiles, peuvent instantanément se transformer en hangars ouverts, les revêtements s'enlevant immédiatement comme les devantures de magasin.

Elles sont fixées solidement au sol par des crampons de fer au pied de chaque vérin; ces vérins étant fixés eux-mêmes sur des plates-formes, on peut mettre à l'intérieur des planchers mobiles.

Si au lieu de transporter un compartiment tout monté, on préfère le démonter, le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

démontage et le remontage en sont faciles. Trois hommes l'effectuent en deux ou trois heures. Il n'y a pas un seul tenon ni mortaise dans l'ensemble de la construction, de simples boulons réunissent ensemble ces différentes pièces par des coupes combinées à cet effet.

Les pièces de chaque compartiment sont repérées par des lettres d'une même couleur, il suffit de réunir les A avec les A, les B avec les B, les C avec les C, etc....., chaque compartiment change de couleur pour les lettres, soit bleu, noir, rouge...., il n'y a donc pas de confusion possible entre les différentes pièces.

Voici les principales destinations :

Pour l'armée, ce sont des bureaux, des ambulances, des cantines, des magasins, écuries, remises, hangars ;

Pour l'industrie : des écuries, remises, étables, ateliers de toutes sortes, magasins, hangars, bureaux, agences, marchés ;

Pour l'agriculture : des granges mobiles, étables, écuries, pressoirs, hangars, etc... ;

Enfin, pour l'habitation : des bureaux, restaurants, postes de garde, rendez-vous de chasse, maisons ouvrières, ambulances, maisons de campagne, maisons de bains de mer, etc.....

Ces constructions peuvent être faites sur toutes les dimensions, pourvu qu'elles soient toujours composées de compartiments.

Elles peuvent être couvertes en zinc, bois, carton ou cuir bitumés.

Les prix varient selon les grandeurs et les échantillons de bois.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BARDY, *au nom du comité des arts économiques, sur les* VERRES DE LAMPES *de* M. P. BAYLE, 29, *rue de Châteaudun, à Paris.*

Les différents types de lampes, qui servent aujourd'hui pour l'éclairage domestique, présentent plusieurs imperfections, et l'expérience journalière montre trop souvent combien, même avec les modèles les plus soignés et les mieux étudiés, il est difficile de réaliser une combustion parfaite des divers liquides usuels, huile, pétrole ou schiste.

M. P. Bayle, 29, rue de Châteaudun, s'est efforcé d'apporter un remède à cet état de choses, mais, ne pouvant songer à modifier la disposition des lampes du commerce, adoptées par le public, sans léser beaucoup d'intérêts et sans se heurter à de graves difficultés matérielles, il a dirigé ses recherches sur la cheminée, sur le verre de la lampe.

La cheminée n'est pas seulement un appareil destiné à écouler les fumées

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et les gaz de la combustion, son rôle principal est de rompre l'équilibre de l'air atmosphérique, qui est le grand réservoir d'oxygène, et d'appeler dans le foyer, par la différence des densités, cet agent indispensable à toute combustion.

Les lampes dont nous nous servons sont munies de cheminées en verre cylindriques avec ou sans base coudée.

La cheminée cylindrique coudée serait suffisante pour appeler dans le foyer la quantité d'air nécessaire à une bonne combustion, si l'on pouvait à volonté en augmenter les dimensions dans le sens du diamètre ou de la hauteur. Mais, à cause de la nature fragile de la matière qui la compose, comme aussi à cause de la disposition des appareils d'éclairage, on est forcé de donner des dimensions restreintes à la cheminée de la lampe. Il en résulte un appel insuffisant du gaz comburant et, par suite, une combustion imparfaite.

Il s'agissait donc de trouver une cheminée qui, sous de petites dimensions, eût une grande force d'aspiration.

M. P. Bayle a mis à profit les propriétés définies par Venturi et Bernouilli des ajutages convergents-divergents et s'est inspiré des travaux de M. de Romilly, à savoir qu'un courant de gaz dirigé dans l'axe et vers la petite base d'un cône tronqué, à une distance déterminée de cette petite base, a la propriété d'entraîner avec lui, par impulsion, une quantité d'air ambiant à peu près double de celle que ce même courant pourrait entraîner s'il était dirigé vers un cylindre.

Voici comment il a mis à profit ces principes pour la réalisation de son nouveau verre : les lampes à bec rond, ont, comme on le sait, deux courants d'air ; le courant intérieur qui traverse le petit conduit autour duquel la mèche s'enroule, et le courant d'air extérieur qui passe sous le boisseau du verre, extérieurement à la mèche.

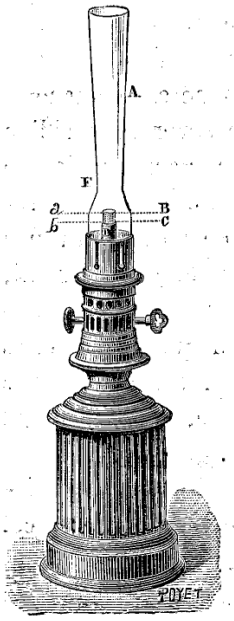
En donnant à la partie supérieure du verre, à la cheminée proprement dite, la forme d'un cône tronqué dont la petite base est tournée vers le courant d'air intérieur du foyer de la lampe, c'est-à-dire en dirigeant ce courant vers la partie contractée du cône supérieur, au point où la dépression est la plus grande, on détermine une aspiration énergique qui a pour effet d'entraîner, en lui communiquant sa vitesse, l'air ambiant appelé entre la mèche et le verre.

L'appel des deux courants d'air étant réalisé, comme il vient d'être dit, par la forme conique de la partie supérieure de la cheminée, il restait à régler

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'entrée, dans la flamme, du courant extérieur : si ce courant y pénètre sous un angle trop aigu, il entraîne la flamme vers la sortie de la cheminée, avant que la combinaison chimique de l'oxygène et du carbone soit terminée ; s'il la traverse, au contraire, sous un angle trop obtus, il la rabat et la raccourcit. L'expérience a montré que dans la plupart des cas, l'angle le plus favorable, sous lequel le courant d'air extérieur doit être conduit dans la flamme, est un angle qui varie entre 35 et 45°. Nous disons dans la plupart des cas, car il y a des exceptions ; cela dépend des matières comburées et des conditions dans lesquelles ces matières sont introduites dans le foyer : le gaz, par exemple, qui arrive poussé par une pression, demande à être plutôt rabattu qu'entraîné par le courant d'air extérieur, et l'angle d'introduction de ce courant dans la flamme doit être très ouvert.

La figure ci-contre montre la forme adoptée par l'inventeur pour les lampes à huile et les lampes à pétrole. Comme on le voit, la cheminée se compose de deux cônes, A, B, réunis bout à bout par leur petite base : le cône supérieur A, ou cône divergent, est construit sur un angle variable mais qui, pour produire son maximum d'effet, ne doit pas beaucoup s'écarter de 5°. Ce cône repose sur le cône convergent B, dont l'angle, ainsi que nous l'avons dit plus haut, varie entre 35° et 45° ; à la grande base de ce cône se trouve soudée une partie cylindrique *c* destinée à fixer le verre sur le boisseau de la lampe.



La hauteur donnée au cône divergent est également variable, mais on obtient une très belle lumière quand elle est égale à six fois le diamètre de l'étranglement.

Quand la lampe est destinée à brûler dans une atmosphère tranquille, exempte de courants d'air brusques, cette hauteur peut même être abaissée jusqu'à quatre fois le diamètre de la base, sans que pour cela la lumière soit moins vive et moins régulière.

Quant à la hauteur à donner au cône convergent B, elle est déterminée par l'ouverture de l'angle sous lequel ce cône a été construit.

Enfin, en thèse générale, le diamètre de la petite base doit être égal à la moitié de la grande base du cône convergent B.

Le nouveau verre doit être placé sur le boisseau de la lampe de telle sorte

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que la partie supérieure du porte-mèche D se trouve à quelques millimètres au-dessous de la base du cône convergent. La hauteur à donner à la mèche varie suivant la lampe dont on fait usage; on la règle de façon à obtenir une combustion tranquille et régulière.

Pour obtenir le maximum d'effet utile avec le verre Bayle, il est indispensable que la petite base soit égale au diamètre de la mèche; bien peu des lampes actuellement en usage réalisent cette condition; les dimensions données aux boisseaux ne correspondent pas, en général, au diamètre de la base du cône convergent B qu'il conviendrait d'employer pour opérer l'appel de l'air, suivant les données théoriques sur lesquelles repose la construction de la nouvelle cheminée.

Lorsqu'on observe deux lampes de même calibre, dont l'une est munie du nouveau verre et dont l'autre, au contraire, possède le verre du modèle ancien, on est frappé de la différence qui existe dans la couleur de la flamme, ainsi que dans l'intensité de la lumière produite.

Tandis que, dans le cas du verre cylindrique, la flamme est rouge et peu brillante, avec le verre conique, au contraire, la flamme est blanche et extrêmement lumineuse; cet effet n'a rien d'ailleurs de surprenant, si l'on se reporte aux conditions théoriques sur lesquelles repose la construction de la nouvelle cheminée : l'afflux énergique d'air ayant pour résultat d'opérer une combustion plus active du liquide et, par suite, de porter au rouge blanc les particules de charbon répandues dans la flamme, particules qui, comme on le sait, communiquent à celle-ci son pouvoir éclairant. Le maximum d'effet utile se produit, ainsi que nous l'avons dit, lorsque les diamètres donnés aux cônes ont été calculés de telle sorte que l'air soit amené avec assez d'abondance pour opérer une combustion complète, sans cependant arriver en excès, de façon à ne point refroidir la flamme.

Nous avons voulu mesurer quel était, pour une lampe donnée, l'accroissement du pouvoir éclairant occasionné par l'emploi du verre Bayle; à cet effet, nous avons prié notre collègue M. Félix Le Blanc de vouloir bien faire des essais photométriques à l'aide des appareils si précis qu'il possède dans son laboratoire de l'avenue Victoria. Les essais ont été faits sur une lampe sortant des ateliers de M. Gagneau, à bec de 16 lignes, armée successivement d'une cheminée de verre du modèle ordinaire, puis de la cheminée en verre de forme spéciale, modèle de M. P. Bayle. Les mesures n'ont été faites, pour chaque système, qu'après une demi-heure d'allumage, c'est-à-dire après un temps suffisant pour que le régime de marche normale se soit établi.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La lumière de la lampe Carcel réglementaire étant de 1,
on a obtenu pour la lampe Gagneau, à verre ordinaire, une lumière de 1,113 carcel,
et pour la même lampe, munie du verre Bayle, une lumière de 1,404 carcel.

Ainsi, $\frac{1,113}{1,404}$ représente le rapport de la lumière de la même lampe avec le verre ordinaire et avec le verre du système Bayle ;
d'où il suit :

Que la lumière de la lampe avec l'ancien verre étant 1, la lumière avec le verre nouveau est de 1, 26, soit un accroissement de 25 pour 100 environ. Ce chiffre de 25 pour 100 n'a rien d'absolu ; il ne peut, d'ailleurs, être obtenu, ainsi que nous l'avons dit plus haut, qu'avec une lampe parfaitement construite et réalisant toutes les conditions désirables pour obtenir le tirage normal de la cheminée.

Il était intéressant de voir si cet accroissement d'intensité n'était pas dû à une consommation supérieure d'huile; à cet effet, on a déterminé la quantité d'huile brûlée par chaque lampe.

La lampe Gagneau, avec l'ancien verre, a brûlé 62 gr. 25 d'huile à l'heure;

La même lampe, avec le verre Bayle, a consommé 63 grammes pendant le même temps, c'est-à-dire une quantité égale.

Cet essai de consommation, auquel nous attachions une très grande importance, a été répété à plusieurs reprises pendant des temps différents, en prolongeant sa durée jusqu'à neuf heures; toujours nous avons trouvé une consommation sensiblement égale pour les deux modèles de verre, les mèches étant réglées, dans chaque cas, de façon à obtenir le maximum de lumière.

On peut donc conclure que l'accroissement de lumière est dû à la forme spéciale donnée au verre.

Le verre Bayle s'applique aux lampes à l'huile, aux lampes à pétrole et aux lampes à gaz; dans cette dernière application, l'inventeur a rencontré une difficulté imprévue : l'élévation de la température produite par le courant d'air forcé est telle que, au bout de peu de temps, le verre se fond et s'affaisse. Cette difficulté ne pourra être vaincue que par l'emploi d'une substance plus difficilement fusible que le cristal, seule matière que M. Bayle ait encore utilisée pour la construction de ses cheminées. Les effets réalisés par la nouvelle cheminée peuvent se résumer ainsi : augmentation du pouvoir éclairant, résultat naturel d'une meilleure combustion; suppression de toute

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fumée; combustion plus active desséchant les parties charbonneuses de la mèche et facilitant ainsi l'ascension des huiles.

De plus, l'afflux considérable d'air appelé sous le foyer rafraîchit continuellement le pied de la cheminée ainsi que la bougie porte-mèche; il en résulte que l'excédent d'huile tombe limpide, et non altéré, dans le réservoir, et ne produit pas ces dépôts gluants qui encrassent les mouvements extérieurs et obturent les conduites d'ascension de l'huile.

L'énorme afflux d'air produit par le verre conique permet enfin de brûler, sans fumée et sans charbonnement de la mèche, les huiles de mauvaise qualité (mélanges d'huile de colza et d'huile de lin) que l'on rencontre malheureusement trop souvent dans le commerce, et ce n'est pas là un des moindres avantages du nouveau système.

A côté de ces avantages nous devons signaler deux légers inconvénients que présente la nouvelle cheminée, inconvénients inhérents à sa forme : nous voulons parler de la difficulté un peu plus grande que l'on éprouve pour le nettoyage du verre, et de l'obligation où l'on se trouve de renoncer à l'emploi des abat-jour ordinaires à griffe, dont l'usage s'est tellement généralisé aujourd'hui.

La cheminée de M. Bayle est jusqu'ici peu connue, aucune publicité n'a été donnée à cette invention, et cependant déjà de grandes administrations se sont émues des avantages sérieux qui semblent résulter de son emploi; c'est ainsi que les Compagnies de chemins de fer du Nord, de l'Est, de l'Etat et d'Orléans se livrent à des essais sur une assez grande échelle; les résultats obtenus jusqu'à ce jour sont favorables et font présumer que, sous peu, l'ancien verre des lampes des chemins de fer sera remplacé par le verre Bayle.

Votre comité des arts économiques, considérant les avantages qui peuvent résulter de l'emploi du nouveau verre dans les lampes bien construites :

Augmentation du pouvoir éclairant;

Suppression de la fumée;

Combustion plus active, permettant l'emploi d'huiles même défectueuses;

Vous propose d'adresser des félicitations à M. Bayle et de voter l'insertion du présent Rapport au *Bulletin* de la Société, avec planche à l'appui.

Signé : Bardy, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 25 *janvier* 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CHIMIE INDUSTRIELLE.

FABRICATION DU GAZ PAR DIVERS RÉSIDUS DE DISTILLATION, HUILES DE SCHISTES, ETC. — AIR CARBURÉ, PAR M. FÉLIX LE BLANC (1).

A la suite du Rapport qui comprend les questions afférentes au matériel des usines à gaz (opérant par la distillation de la houille) et aux appareils qui se rattachent à l'emploi du gaz de l'éclairage, nous résumerons brièvement, dans cet appendice au chapitre précédent, ce qui se rattache à la production et à l'emploi du gaz d'éclairage fourni par d'autres matières premières que la houille. A la suite de ces indications, nous ajouterons quelques renseignements sur l'industrie qui a été désignée sous le nom de *carburation de l'air*, laquelle a pour objet de constituer, pour ainsi dire synthétiquement, un mélange d'air et de vapeurs d'hydrocarbures volatils, susceptible de fonctionner comme un gaz d'éclairage.

La fabrication du gaz de l'éclairage, par la distillation du bois, s'effectue dans quelques localités en Allemagne. Il existe, même, un petit traité spécial de cette industrie, publié en allemand; mais, aucun spécimen de cette industrie n'ayant figuré à l'Exposition, nous ne nous y arrêterons pas.

On sait que les schistes bitumineux, principalement de provenance d'Écosse et dits *boghead*, sont devenus le point de départ d'une fabrication de gaz riche, connu à Paris sous le nom de *gaz portatif*. Ce gaz est accumulé par compression (pour la consommation de chaque maison ou édifice) dans des réservoirs, d'où il sort, en se détendant, pour se rendre, par une canalisation exclusivement intérieure, aux becs destinés à l'éclairage. Ce système prend le nom de *gaz portatif*, parce que le gaz fabriqué à l'usine est foulé, à haute pression, dans des cylindres, qui sont ensuite transportés, pour le transvasement, dans les réservoirs à poste fixe établis chez les consommateurs. M. R. d'Hurcourt, d'abord, M. Hugon, ensuite, ont été les habiles directeurs de l'usine à gaz portatif, à Paris. Nous nous bornerons à cette simple citation, l'industrie du gaz portatif ne figurant pas à l'Exposition.

Par contre, nous avons vu figurer à l'Exposition plusieurs systèmes d'appa-

(1) Extrait du Rapport de la classe 53 du Jury des récompenses à l'Exposition universelle de l'industrie de 1878.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

reils, applicables à la décomposition des résidus de pétroles ou des huiles hydrocarburées de schistes, etc. Il est évident que ce genre d'industrie est, surtout, susceptible d'application dans les petites localités, où il n'existe pas d'usines à gaz et de canalisations étendues.

L'éclairage au gaz, par la distillation des matières hydrocarburées brutes, de faible valeur (notamment : résidus noirs et épais de distillation de pétrole, valant 15 ou 20 francs les 100 kilogrammes), est pratiqué dans un grand nombre de localités, en Allemagne, pour de petits périmètres. Il y a lieu de citer, particulièrement, le système de M. Hirzel, de Leipzig, qui a construit plusieurs centaines d'appareils, et le système de M. Riedinger, d'Augsbourg, qui a beaucoup d'analogie avec le précédent. Dans ces systèmes, comme dans la plupart des autres, la production du gaz résulte, essentiellement, du débit d'un filet de la matière hydrocarburée visqueuse, tombant dans l'intérieur d'une cornue en fonte chauffée au rouge sombre, où s'opère la conversion en gaz; ce gaz, épuré de goudron, est, lorsqu'il provient de certains hydrocarbures, absolument exempt de produits sulfurés ; il a, généralement, un pouvoir éclairant qui atteint deux fois et demie et jusqu'à trois fois (suivant sa provenance) celui du gaz ordinaire de houille, à Paris, ou du *common gas* de Londres, la comparaison étant faite à volume égal.

Nous avons vu l'application de ce système à l'usine et dans le pays de Seraing, dans la province de Liège. A l'Institut agricole de Gembloux (Hainaut), un appareil de Riedinger permet de fabriquer le gaz destiné à l'éclairage de l'établissement et aux opérations des laboratoires de chimie. Un gazomètre reçoit le gaz fabriqué et le distribue dans toutes les parties du vaste édifice consacré à l'enseignement agricole.

On conçoit que dans beaucoup de châteaux, éloignés des villes et des canalisations d'usines, des appareils de ce genre aient été établis. Des appareils, fonctionnant d'après les mêmes principes, existent, aussi, en Angleterre.

En 1868 et 1869, avant la guerre, MM. Boital et Bing, entrepreneurs d'éclairage par les huiles minérales, à Paris, ont établi l'appareil de Riedinger, d'abord, dans l'île de Saint-Ouen, à l'époque des foires, puis, dans la petite ville de Palaiseau, près Paris.

Cet appareil, expérimenté par les ingénieurs de la ville de Paris, utilisait des résidus bruts de distillation de pétrole. 6 kilogrammes 1/2 pouvaient donner 4 mètres cubes de gaz, avec une production de 110 à 115 litres par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

minute. Ce gaz, refroidi et épuré, donnait la lumière d'un bec de ville (1), avec une consommation horaire de 55 litres.

Citons maintenant quelques exposants français et étrangers, représentants des systèmes de cette catégorie à l'Exposition universelle.

Rappelons d'abord que le système de M. E. Schreiber, de Saint-Quentin (appareil dit à gaz d'éclairage universel et portatif) mentionné dans le rapport de M. Schmitz (classe 53, p. 160), se prête à la fabrication du gaz, en partant de matières premières variées, différant de la houille proprement dite, telles que *boghead*, résines, corps gras, huiles lourdes, etc. Près de deux cents petites usines à gaz ont été établies par M. Schreiber, récompensé par une *médaille de bronze*.

Appareil de M. Launoy. — M. Launoy, ingénieur des arts et manufactures, constructeur d'appareils de chaudronnerie, à Paris, a exposé un appareil destiné à distiller les hydrocarbures liquides, tels que huiles de schistes, de pétrole, résidus goudronneux de ces huiles, etc.

L'appareil fonctionne avec régularité. Il se compose : 1° d'un réservoir à huile, muni de tubes et de robinets qui en règlent l'écoulement; 2° d'un fourneau et d'une cheminée en tôle; le fourneau est garni d'un revêtement en briques réfractaires. La cornue, où s'opère la décomposition du liquide par la chaleur, est en fer forgé et placée horizontalement dans le foyer; elle peut être changée, immédiatement, en cas d'accident; elle se prête facilement à l'extraction du charbon déposé; 3° un laveur, placé à côté du fourneau, contient de l'eau; 4° un épurateur, à deux compartiments, renferme une caisse mobile; dans la partie inférieure, il contient du coke concassé et des cailloux, et, dans la caisse mobile, un mélange de sciure de bois, de chaux éteinte et de sulfate de fer.

La température de la cornue est portée au rouge-cerise; l'huile coule goutte à goutte, pour ainsi dire, et se transforme, immédiatement, en gaz. Le pouvoir éclairant de ce gaz est, en général, deux fois et demie celui du gaz de houille ordinaire, la comparaison étant faite à volume égal, de part et d'autre. (*Mention honorable.*)

M. *Gapiaud* a exposé un appareil pour la fabrication industrielle du gaz d'éclairage et de chauffage, par la décomposition des hydrocarbures liquides

(1) Le bec de ville, fendu, fournit, à Paris (avec le gaz de pouvoir éclairant moyen), une lumière équivalente à celle de 1 carcel et 1/10, pour une consommation de 140 litres à l'heure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par la chaleur. L'auteur le considère comme surtout applicable à l'éclairage de petites localités, de gares de chemins de fer, éloignées des villes, des manufactures et châteaux plus ou moins écartés des centres de population.

Nous ne saurions admettre, comme l'annonce l'auteur, que le gaz obtenu possède un pouvoir éclairant *huit fois* supérieur à celui du gaz de houille ordinaire; mais, connaissant le gaz de cette origine, nous ne faisons pas de difficulté d'admettre que ce pouvoir éclairant est supérieur, à volume égal, à celui du gaz ordinaire de houille. (*Mention honorable.*)

M. *Lecourt.* Appareil à gaz par les hydrocarbures. (*Mention honorable.*)

Carburation de l'air. — Plusieurs dispositifs ont été imaginés pour constituer, avec les essences volatiles saturant l'air atmosphérique, à froid, un mélange combustible présentant les propriétés d'un gaz d'éclairage. Le système de mélangeur varie. Dans le système très ingénieux de M. *Mille*, présenté il y a une quinzaine d'années, l'air était appelé de la manière la plus simple dans le réservoir à essence de pétrole par la volatilisation et la chute même de la vapeur, plus dense que l'air. Ce réservoir était placé à un niveau supérieur; au bas du réservoir, un tube en caoutchouc vulcanisé conduisait l'air carburé au brûleur. Vers la même époque, dans le carburateur de M. *Lafrogne*, le mélange se faisait par l'action d'un petit moteur à air chaud; pour d'autres appareils, c'est un compteur à gaz, mis en mouvement par la chute d'un poids qui fait l'office de ventilateur pour l'appel de l'air.

Il est évident, d'ailleurs, qu'avec ces systèmes on ne peut conduire, sans inconvénient, le gaz à des distances un peu notables; le gaz perdrait de ses qualités, en s'éloignant de sa source. La saturation change, d'ailleurs, nécessairement avec la température.

M. *Piéplu*, manufacturier, à Paris, a exposé un appareil, qu'il appelle *hydrocarburateur à froid*. Cet appareil fournit de l'air carburé, propre à l'éclairage et au chauffage industriel, au moyen des éthers, ou essences de pétrole, et de l'air. Un ventilateur hydrocarburateur, mû par un poids, fournit le mélange d'air et d'hydrocarbure, fonctionnant comme gaz d'éclairage. (*Mention honorable.*)

M. H.-L. *Müller*, manufacturier, à Birmingham, a exposé un appareil portatif pour la carburation de l'air, sous le nom d'appareil *Alpha*. La *gazoline*, ou essence de pétrole, d'une densité de 0,65, est le liquide employé pour carburer l'air à froid. Le mélangeur est un ventilateur mû par un poids. (*Mention honorable.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La Compagnie anglaise (*The Sun auto-pneumatic lighting and heating et C^ie*) expose un appareil de l'invention de M. *Hearson* (à Londres). Cet appareil a aussi pour objet de constituer un mélange d'air et de vapeur d'essence de pétrole. L'inventeur le considère comme étant surtout utile pour fournir du gaz d'éclairage dans les châteaux, les églises et les maisons, où l'on ne peut se procurer du gaz de houille, faute d'usine et de canalisation. (*Mention honorable.*)

MM. *John Wright et C^ie*, qui exposent, également, dans la classe 27, ont été récompensés, dans la classe précitée, par une *médaille de bronze*. Leur appareil portait le nom d'*Éclipse*, destiné à la fabrication du gaz pour maisons particulières et gares de chemins de fer.

M. *William Wright*, de Londres, a exposé, dans la classe 53, plusieurs appareils afférents aux applications du chauffage par le gaz. (*Médaille de bronze.*)

MM. *Sulzer frères*, à Winterthour, canton de Zurich. Appareil à gaz d'huile. Nous renvoyons, pour l'ensemble de cette exposition, au rapport du jury de la classe 27, qui a décerné à MM. Sulzer frères (Suisse) une *médaille d'or*. Ces industriels figurent pour une *médaille de bronze*, dans la classe 53, pour l'appareil ci-dessus.

Nota. La production de gaz par les huiles de schistes et par divers résidus de distillation, constitue une industrie exploitée, également, par divers fabricants qui ne figuraient pas à l'Exposition. Nous citerons, notamment, MM. Maring et Mertz, constructeurs d'usines à gaz à Bâle (Suisse), qui éclairent un grand nombre d'établissements en Suisse, en Alsace et en France, en opérant d'après les principes exposés plus haut dans cette Notice.

Nous citerons, encore, le gaz *Pintch* employé le plus souvent à l'état de compression, essayé pour l'éclairage des wagons par quelques Compagnies de chemins de fer ; ce même gaz a été appliqué à l'éclairage des *bouées lumineuses*, dont le dispositif a fait l'objet d'un Rapport favorable de M. Émile Allard, inspecteur général des ponts et chaussées.

PUITS ARTÉSIENS.

DOCUMENT RELATIF A UN PROJET D'ALIMENTATION DE PARIS PAR PUITS ARTÉSIENS.

Les archives de la ville de Paris ayant été brûlées, il n'est pas resté trace du long travail fait par la Commission des puits artésiens. Il est très fâcheux que les délibérations laborieuses et fort intéressantes auxquelles ont donné lieu les divers incidents survenus pendant le percement du puits de Passy, ne soient pas publiées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le Rapport suivant résume une discussion soulevée au sujet de l'approvisionnement de Paris au moyen des eaux souterraines.

L'approbation d'Élie de Beaumont est de nature à justifier quelque intérêt pour la publication de ce document.

LETTRE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT ADRESSÉE A M. DUMAS.

Paris, le 20 novembre 1861.

Monsieur et illustre confrère,

J'ai lu avec autant d'intérêt que d'empressement le lumineux Rapport que vous avez bien voulu me faire l'honneur de me communiquer ; vous y avez parfaitement résumé tout ce qui a été dit dans le sein de la commission et je ne trouve pas un seul mot à y changer.

Je suis heureux de saisir cette occasion pour vous offrir l'expression de mes sentiments de haute et affectueuse considération.

Votre tout dévoué collègue et confrère,

L. Élie de Beaumont.

RAPPORT DE M. DUMAS, AU NOM DE LA COMMISSION DES PUITS ARTÉSIENS DE PARIS,

PRÉFECTURE DU DÉPARTEMENT DE LA SEINE

Paris, le 22 novembre 1861.

Monsieur le Ministre,

La Commission (1) que vous avez chargée d'examiner : « s'il serait possible et « convenable de pourvoir exclusivement au moyen de puits artésiens, à l'alimenta- « tion de tous les services publics et privés de distribution d'eau de la ville de Paris, » vient, après mûr examen, déclarer à Votre Excellence que telle n'est point son opinion.

---

(1) Cette Commission, formée, sur la proposition de M. le Sénateur Préfet de la Seine, par arrêté en date du 29 octobre 1861, était composée de MM. Dumas, sénateur, membre de l'Institut, président, Élie de Beaumont, sénateur, membre de l'Institut, Pelouze, membre de l'Institut, Robinet, président de l'Académie de médecine, Avril, inspecteur général des ponts et chaussées, Lorieux, inspecteur général des mines, Michal, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur du service municipal des travaux publics.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La Commissien a été unanime. Parmi ses membres, il n'en est aucun qui ait méconnu l'importance de la nappe artésienne des sables verts pour le service des Eaux de Paris : mais parmi ceux qui fondent sur elle les espérances les plus larges, il ne s'en est pas trouvé qui fût d'avis d'exclure l'emploi des autres ressources que la nature ou l'art peuvent mettre à la disposition de la population parisienne.

Il résulte, en effet, des observations que les ingénieurs de la Ville ont effectuées, tant sur le puits de Passy que sur le puits de Grenelle, qu'à Paris, à la distance de 3500 mètres on ne peut forer deux puits sans qu'ils exercent l'un sur l'autre une influence prompte et durable.

Le débit du puits de Grenelle qui, au 24 septembre de cette année, se maintenait à 630 litres par minute, quantité à laquelle il s'était réglé depuis longtemps, a commencé à décroître trente heures après l'apparition des eaux jaillissantes du puits de Passy. Jusques au 13 octobre, la diminution n'a pas cessé de suivre une marche régulière, et à cette dernière époque, le puits de Grenelle ne donnait plus que 420 litres par minute ; il avait donc perdu un tiers de son rendement normal.

Il est vrai que l'écoulement des eaux du puits de Passy s'effectuant à un niveau plus bas de 20 mètres que le plan de déversement des eaux du puits de Grenelle placé au sommet de la colonne qui le surmonte, on pouvait penser que le dérangement survenu dans son débit, tenait autant à une diminution de pression qu'à un appauvrissement de la nappe.

Mais le 28 octobre, le puits de Passy ayant été surmonté à son tour d'un tube provisoire qui en élève les eaux à la hauteur du déversoir supérieur du puits de Grenelle, son propre débit s'est réduit de 11 500 litres par minute à la moitié, c'est-à-dire 5 750. Les ressources mises à profit par le puits de Grenelle étaient donc doublement améliorées, puisque son voisin était placé, désormais, dans les mêmes conditions de pression que lui et qu'il ne demandait plus à la nappe commune qu'une quantité d'eau moitié moindre.

Cependant, le puits de Grenelle qui s'était montré assez prompt à ressentir le dommage, a mis plus de lenteur à accuser le changement favorable qui devait survenir dans son régime par suite des modifications apportées aux conditions du puits de Passy. Ce n'est pas avant trois jours que son débit s'est accru, passant de 420 litres à 440, atteignant 450 litres au bout de cinq jours et 460 après huit ; mais sauf quelques oscillations demeurant fixé à ce dernier chiffre, et ayant perdu, en définitive, à ce qu'il paraît, près de 28 pour 100 de son rendement primitif.

Cette perte, quelle qu'en soit la cause, prouve peut-être qu'on ne pourrait percer dans l'enceinte des fortifications qu'un nombre assez restreint de puits artésiens, si on voulait maintenir intact le débit de ceux qui auraient été mis les premiers en activité. Ce qui ne signifie pas, néanmoins, que la nappe artésienne soit impuissante à fournir, dans un rayon utile pour les besoins de la ville de Paris, une masse d'eau bien plus considérable que celle qu'on lui a demandée jusqu'ici.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais à qui appartient cette eau? Si le perfectionnement des procédés de sondage permettait à des Compagnies ou à des particuliers de forer des puits destinés à la faire jaillir à des hauteurs diverses, pour leurs besoins ou leurs convenances, la ville de Paris ne serait-elle pas forcée de subir les conséquences de ces sortes d'opérations? La Commission pense que la question de propriété n'est pas douteuse et que celle de liberté ne l'est pas non plus dans l'état actuel de la législation, et on ne voit pas pourquoi on chercherait à entraver les représentants du sol ou ceux de l'industrie dans l'exercice de leurs droits si bien déterminés par le Code civil, par une législation nouvelle certainement difficile à formuler.

Pourvu que l'alimentation de la cité soit assurée, peu importe, en effet, que l'eau soit amenée par des travaux municipaux à la portée des habitations ou fournie à chacune d'elles par un puits spécialement creusé pour son usage. Si chaque maison de Paris trouvait sur son sol une source jaillissante, le service de la Ville ne se bornerait-il pas à en assurer l'évacuation par des égouts, et aurait-on songé à établir à grands frais les tuyaux qui distribuent les eaux municipales? Non, sans doute; et lorsque les Compagnies de chemin de fer et quelques grands établissements, voulant mettre à profit, à la fois, la pureté des eaux de la nappe des sables verts et sa température tiède, se décideront à percer, à leur compte, des puits forés, dans un rayon dangereux pour le régime des puits municipaux, pourrait-on s'y opposer? Y aurait-il même intérêt à s'y opposer?

Nous ne le pensons pas. Le service des Eaux de la Ville a pour but de fournir de l'eau à ceux qui en manquent, et il ne saurait être question, à aucun titre, d'empêcher, en son nom, ceux qui en possèdent, de l'utiliser à leur gré.

Nous croyons donc que les eaux artésiennes sont destinées à prendre un rang très important dans la consommation parisienne; mais comme leur emploi demeure nécessairement libre, nous croyons aussi qu'il serait imprudent de prendre pour base exclusive du service des eaux publiques, une nappe naturellement exposée à toutes entreprises de l'intérêt privé et dont les onvrages pourront varier dans leur débit, sinon tout d'un coup, du moins peu à peu, du tiers ou de la moitié à mesure que le succès des forages voisins de ceux de la Ville ouvrirait de nouvelles et nombreuses issues aux eaux jaillissantes.

L'expérience du puits de Grenelle et du puits de Passy est là pour le prouver, comme celle de Tours.

A un autre point de vue, il paraîtrait également imprudent de chercher dans l'emploi des eaux artésiennes, la base exclusive de l'alimentation de la Ville de Paris. Qui n'est frappé du rapport manifeste existant entre ces sortes de sources artificielles et les sources naturelles qui fournissent les eaux qu'on nomme minérales? Ce que le forage opéré de main d'homme effectue pour les unes, des fissures du sol l'ont produit spontanément pour les autres. Dans les deux cas, il s'agit d'un réservoir plein d'eau, comprimée par une colonne de ce liquide, auquel est offerte une issue étroite par où

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'eau s'échappe, reprenant son équilibre. Or, il n'est pas nécessaire de longues recherches pour s'assurer que les sources minérales sont sujettes à des dérangements ; qu'en particulier, les tremblements de terre qui en ont fait naître quelquefois, ont eu souvent pour résultat ailleurs d'en modifier le régime, d'en diminuer le débit, ou même de les supprimer? Il est évident que toute secousse imprimée au sol qui se transmet à travers les couches solides, sans les modifier, peut devenir partout où se présente un espace vide, l'occasion de glissements, de ruptures, d'éboulements, capables de compromettre pour longtemps ou d'anéantir pour toujours les ressources des puits artésiens.

Le 14 août 1846, près de Lorenzano, en Toscane, M. Pilla constatait l'apparition de sources formant autant de puits artésiens, dit-il, alignés selon six bandes, dont l'une en comptait vingt-quatre. Des nappes d'eau souterraines avaient été soudainement mises en communication avec la surface du sol par la rupture brusque des couches du terrain, et la formation des crevasses qui en étaient la conséquence. Si de telles nappes d'eau eussent alimenté des puits artésiens, que seraient devenus ces derniers? Mêmes événements en 1706, sur le chemin de Rome à Tivoli, etc.....

Paris, il est vrai, est peu sujet aux tremblements de terre ; mais quand on institue un service pour un long avenir et pour des siècles, il ne faut pas qu'un accident, même de ceux qui n'apparaissent qu'à de rares intervalles, puisse le mettre en péril. Il n'y aurait pas assez de blâme pour une administration qui aurait subordonné l'alimentation et la distribution des eaux pour les deux millions d'habitants d'une immense cité, à un procédé unique et précaire, le jour où, quelque accident naturel venant à tarir d'un seul coup toutes les sources jaillissantes, on se trouverait réduit à improviser, à grands frais, des moyens de les remplacer. Les habitants privés d'eau pour les besoins domestiques, la ville entravée dans les soins les plus indispensables à l'hygiène publique ; les immondices s'accumulant dans les égouts, dans les rues et dans chaque demeure, telles seraient les éventualités inquiétantes auxquelles une préférence irréfléchie condamnerait nos successeurs. Si le service des Eaux de Paris se trouvait aujourd'hui constitué sur de telles bases, l'administration se hâterait, n'en doutons pas, de lui chercher des auxiliaires, et ne se tiendrait pour rassurée que lorsqu'elle en aurait créé.

Ce qui précède ne semblera pas exagéré si nous ajoutons que, le 16 novembre 1843, les eaux du puits de Grenelle se troublèrent, que des matières argileuses abondantes en sortirent dans la nuit. Le lendemain les eaux étaient claires, mais leur volume se réduisit peu à peu de moitié. Elles coulaient parfois très noires pendant le cours de janvier, et ce n'est que deux mois après que leur régime reprit son allure normale. M. Lefort, l'Ingénieur des Eaux de la Ville à cette époque, n'hésita pas, sinon à attribuer cette intermittence à une secousse de tremblement de terre qui fut ressentie à Cherbourg et à Saint-Malo, du moins à signaler comme très remarquable la coïncidence entre les deux événements.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les puits artésiens creusés jusqu'à la nappe des sables verts sont-ils destinés à durer toujours ; l'ingénieur est-il assez sûr de lui-même pour répondre de la solidité d'un travail qui s'effectue à 6 ou 700 mètres de profondeur, au milieu d'un sable fluide, sous des voûtes d'une argile toujours prête à se gonfler ou à se délayer dans l'eau ? Nous ne voulons pas examiner en ce moment ces deux questions, et nous admettons que la masse des eaux réunies dans la nappe des sables verts, suffirait à l'alimentation continue de la ville de Paris ; fallût-il lui emprunter 2 à 300 000 mètres cubes par jour ; de même que nous considérons comme incontestable qu'au bout d'un temps donné l'expérience acquise par les ingénieurs leur permettra d'opérer les forages sous des conditions irréprochables de sécurité et de durée, même à ces profondeurs.

Mais combien durera le temps nécessaire pour acquérir cette expérience ? Quand il s'agit de travaux qui sont destinés à traverser les siècles, combien d'actions inappréciables à l'origine peuvent, à la longue, devenir redoutables pour eux ! Il n'y a plus d'infiniment petits dans la nature lorsqu'on leur abandonne l'espace ou le temps, et les plus petites causes alors peuvent engendrer les plus grands effets.

L'eau du puits de Grenelle étant privée d'oxygène libre, et étant légèrement alcaline, un tubage en fer n'en devait, par exemple, éprouver aucun effet nuisible, et, au contraire, le fer devait s'y conserver aussi bien que dans l'eau bouillie. Cependant, des observations précises ont démontré que les puits forés des environs de Tours qui puisent dans une nappe analogue à celle où s'alimentent les puits de Grenelle et de Passy, une eau presque identique avec la leur, ne peuvent pas être tubés en fer. L'érosion des tubes en tôle s'y effectue par l'action lente et mystérieuse d'une matière inaperçue avec une telle régularité, qu'un constructeur très expérimenté ayant pris l'engagement de fournir un tube garanti pour dix ans, celui qu'il a livré s'est trouvé hors de service au bout de dix ans et trois mois. Il est rare que les tubages résistent après vingt ans, pour les épaisseurs de tôle habituellement employées. Tout objet en fer en contact avec les eaux des puits forés de la Touraine, avant qu'elles aient eu le contact de l'air, se détruit tôt ou tard. Ainsi, un puits foré peut perdre tout d'un coup son tubage et, par suite, éprouver des accidents qui interrompent son service, s'il a été tubé en fer et qu'il donne issue à des eaux contenant des traces de certains principes qui existent dans la nappe artésienne des sables verts.

Le cuivre paraît au contraire résister à leur action, mais on n'accepte pas volontiers l'usage des boissons ou des aliments qui ont séjourné dans des vases de cuivre. Ce serait une grande responsabilité pour une administration qui, ayant dirigé à travers des tubes en cuivre, même étamés, l'eau destinée aux besoins domestiques de la ville, se verrait obligée, par l'impossibilité de le remplacer instantanément, de contraindre les habitants à en continuer l'emploi en temps d'épidémie, alors même que leurs craintes ou leurs inquiétudes se seraient élevées jusques aux proportions d'une de ces émotions auxquelles il faut toujours pouvoir céder à temps et à propos, et qu'il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est plus sage encore de prévoir. La Commission ne pourrait donc compter ni sur le er, ni sur le cuivre avec confiance.

Le tubage en bois, si tant est qu'à partir de la craie, les puits dont il s'agit doivent être tubés, le tubage en bois serait donc le seul convenable, sa durée paraissant illimitée, mais l'expérience du puits de Passy prouve qu'on n'est pas parfaitement certain d'en diriger l'installation. Le tube en bois est resté en chemin, et si, à partir du point où il s'est arrêté, on avait voulu descendre un second tube également en bois d'un plus petit diamètre, on aurait réduit la section du puits dans une telle proportion qu'il y aurait eu lieu d'hésiter, peut-être, entre le mal et le remède.

Ainsi, personne ne voudrait que toutes les eaux susceptibles d'être consommées à Paris eussent à traverser, sur un long parcours, des tubes de cuivre; les tubes de fer sont rongés; les tubes en bois pour de larges puits ne sont pas assez maniables; il reste donc des incertitudes à faire disparaître, des inconnues à dégager, et tant que la question ne se présente pas mieux résolue par la pratique, il y a lieu de se montrer circonspects, lorsqu'il s'agit de l'alimentation du vingtième de la population de l'Empire.

On n'a essayé qu'une seule fois, pour les puits qui nous occupent, de laisser un forage à lui-même sans recourir à aucun tubage. Le puits s'est obstrué peu à peu; le débit se réduisait rapidement; on se décida à tuber. On ne sait donc pas ce qui arriverait si on avait à conduire un puits non tubé, et qu'il fallût, par des travaux d'entretien, en maintenir le rendement. On peut bien avoir la confiance que le curage en serait facile et efficace; la Commission désire que l'essai en soit tenté, car il est conseillé par d'excellents motifs, mais de là à la certitude nécessaire pour faire d'un tel procédé la base de l'alimentation de Paris, il y a loin encore.

Tant qu'on n'aura pas foré et conservé avec succès pendant longtemps un puits à large section, non tubé, et qu'on n'aura pas reconnu par l'expérience que le débit n'en varie pas, et que les accidents, s'il s'en présente, sont de ceux qu'un simple ramonage du tuyau peut corriger, il ne faut pas trop se confier, pour l'alimentation exclusive de Paris, aux eaux artésiennes.

Sous le rapport de la qualité des eaux, la Commission considère l'eau du puits de Grenelle et celle du puits de Passy, comme la meilleure pour les usines, comme convenable à tous les usages publics, et comme susceptible, moyennant quelques précautions, d'entrer en concurrence avec toute autre eau potable dans les usages domestiques.

Pour les usines, sa température tiède est un avantage dans la plupart des cas. Sa pureté, qui la rapproche des eaux de pluie, la ferait rechercher d'ailleurs, toutes les fois qu'il s'agit de produire de la vapeur, les chaudières étant bien moins exposées aux incrustations que par l'emploi des eaux ordinaires de rivière ou de source. Pour les usages publics, l'emploi de telles eaux ne souffre pas d'objection.

Mais, s'il s'agit des usages domestiques, il est certain que la population n'accepterait pas, pour ses besoins, une eau tiède, non aérée, et qu'on trouve généralement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fade; et que sa température de 28 degrés, l'absence d'air dissous, la faible proportion d'acide carbonique et de carbonate de chaux qu'elle contient, expliquent assez.

Pour accommoder les eaux artésiennes aux emplois domestiques de la population, il serait nécessaire de les faire tomber en pluie fine à travers une nappe d'air animée d'une certaine vitesse qui pourrait être déterminée au moyen de la chaleur communiquée au réservoir supérieur par l'eau elle-même.

Par son contact avec de l'air en mouvement, cette eau très divisée s'aérerait sans doute suffisamment. Elle se refroidirait aussi, mais dans quelle proportion, c'est ce que l'expérience seule peut apprendre avec certitude quand il s'agit de masses aussi considérables.

La Commission admet cependant que les eaux artésiennes pourront être amenées dans les réservoirs de la Ville à l'état limpide, convenablement rafraîchies et convenablement aérées, mais à quelle élévation seraient-elles portées utilement ?

Le puits de Passy donnait 16 à 17 000 mètres cubes par jour, quand son plan de déversement était au niveau du sol ; il n'en donne que 8 200, depuis qu'on l'a remonté à 20 mètres plus haut.

Cependant, il n'est encore qu'à 73 mètres au-dessus du niveau de la mer, et s'il fallait alimenter au moyen des eaux artésiennes les parties élevées de Paris, on aurait indubitablement à établir des machines à vapeur ou des roues hydrauliques, qui, mises en mouvement par la chute des eaux artésiennes, jaillissant au niveau de la plaine de Passy, par exemple, descendraient pour desservir le bas de Paris, et remonteraient les eaux nécessaires à l'alimentation des hauteurs de la Ville.

Sans contester ce qu'il y a d'utile et de pratique dans cette dernière manière d'envisager la question, la Commission a été forcée de reconnaître qu'à l'égard des parties élevées de Paris, les eaux artésiennes n'offraient qu'une ressource précaire. Veut-on les faire monter spontanément à ce niveau en prolongeant la colonne qui les dirige, le calcul montre que la perte de force qu'on subit en ce cas est énorme ; et l'expérience fait voir que le forage des puits voisins influe sur le débit d'une manière d'autant plus dangereuse que le plan de déversement est plus élevé. Veut-on les déverser plus bas et mettre à profit leur chute pour mouvoir les roues hydrauliques destinées à élever l'eau vers les hauteurs de Paris, n'est-il pas évident alors que tout forage entrepris à distance nuisible détruirait du même coup les rapports établis à grands frais, entre les besoins des deux régions de la cité parisienne et les masses d'eau qui s'écouleraient ou qui remonteraient pour les desservir.

La Commission ne peut donc pas accepter l'emploi des eaux artésiennes, qui exigeraient nécessairement l'auxiliaire d'un relais de machines hydrauliques ou à vapeur pour parvenir aux régions supérieures de Paris, comme l'équivalent des sources de la Dhuys et du Surmelin qui peuvent être amenées spontanément par leur pente naturelle dans Paris même à 108 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Si l'administration demeure fidèle à ses premiers projets, et si elle dirige vers Paris,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comme elle en a conçu la pensée et poursuivi l'étude, des eaux de sources abondantes, fraîches, limpides et aérées pour la consommation domestique, aura-t-elle pour cela renoncé à tous les biens qu'on peut attendre des eaux artésiennes ? Certainement non.

Si les eaux de la nappe artésienne sont aussi abondantes, aussi inépuisables qu'on le présume d'après des considérations qui ont beaucoup d'autorité, la Ville de Paris y trouvera pour les besoins publics, ainsi que l'industrie et les intérêts privés, pour leur satisfaction, des ressources d'un prix inestimable. Fût-elle en état de fournir régulièrement 2 ou 300 000 mètres cubes d'eau par jour, la nappe artésienne en trouverait l'application sans qu'il y eût lieu pour cela de renoncer à d'autres moyens d'alimentation.

Les exigences de la population et de la cité vont en croissant, à mesure que le nombre des habitants augmente, que le goût de la propreté et de la décence se répand ; à mesure surtout que les soins de l'hygiène deviennent un besoin mieux compris, l'exemple, à cet égard, étant donné par la municipalité dans la rue, et par l'autorité dans les édifices publics.

Paris, qui sans trop se plaindre, se contente encore de 150 000 mètres cubes d'eau par jour, trouvera dans vingt ans, peut-être, que 4 ou 500 000 ne lui suffisent pas.

Admettons, comme nous l'avons dit, que la nappe artésienne étant inépuisable, on puisse lui demander en effet plusieurs centaines de mille mètres cubes par jour, il resterait encore à résoudre une question sur laquelle l'expérience seule peut prononcer. A quelle distance, même dans cette masse inépuisable, mais où les communications peuvent être lentes et difficiles, convient-il que les forages soient effectués pour éviter qu'ils ne se nuisent réciproquement ? L'exemple des deux puits de Passy et de Grenelle n'est pas rassurant. Il n'est pas démontré qu'on puisse obtenir facilement et sûrement 2 ou 300 000 mètres cubes d'eau par jour de la nappe artésienne, sans sortir de l'enceinte de Paris et que, pour doubler ce débit, il ne soit pas nécessaire de sortir du département de la Seine. Dès lors, combien les difficultés qui peuvent résulter des forages entrepris en concurrence avec ceux de la Ville ne vont-elles pas s'accroître, sans parler des dépenses et des complications de canalisation qui peuvent résulter d'une telle extension du rayon des forages à effectuer.

La Commission trouve enfin une raison sérieuse de se décider à repousser le projet qui tendrait à réserver le service des Eaux de Paris aux produits de la nappe artésienne, dans une considération d'un ordre plus général.

L'eau est un aliment et l'un des plus indispensables. Il faut que la population n'ait à son sujet ni doute ni préjugé. Lorsqu'une émotion se manifeste dans un quartier et que l'eau qui le dessert lui devient suspecte, il faut que l'Administration soit prête à la remplacer par une eau qui ait la confiance de ses habitants. Le Conseil municipal n'a jamais voulu renoncer aux eaux des diverses provenances qui alimentent Paris. Il a eu raison. Arcueil, Grenelle, Passy, la Seine, le Canal de l'Ourcq, tout lui paraît né-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cessaire ; chacune de ces eaux trouve son emploi, et quoique des ressources nouvelles, mais qui n'ont rien d'imprévu, viennent désormais accroître ou améliorer les approvisionnements d'eau dont Paris dispose, le Conseil municipal persistera sans doute dans ce prudent éclectisme.

La Commission entrant dans les mêmes vues, verrait avec inquiétude l'Administration s'engager dans une voie qui, pour cet objet délicat, serait trop nouvelle et trop inconnue, et qui, à ses yeux, serait de nature à prêter tôt ou tard aux passions un argument, aux difficultés en temps d'épidémie une cause d'aggravation, et aux instruments de trouble une arme pour le désordre.

Conclusion.

En résumé, par les motifs suivants, la Commission est d'avis qu'il n'y a pas lieu de pourvoir exclusivement, au moyen de puits artésiens, à l'alimentation de tous les services publics et privés de distribution d'eau de la ville de Paris.

1° La masse aquifère des sables verts n'est pas la propriété exclusive de la ville de Paris. Elle peut être exploitée à toute distance et à tout niveau par les propriétaires du sol. Les travaux effectués par les Compagnies, les associations ou les particuliers, quelque grandes et incontestables que soient les ressources à attendre de cette nappe, peuvent les absorber, et en rendre très précaire l'application aux besoins municipaux.

2° Les phénomènes et accidents naturels, tels que les tremblements de terre qui exercent peu d'influence sur les canaux d'écoulement des eaux superficielles, peuvent au contraire en produire sur les canaux d'évacuation des eaux profondes, qui soient capables d'en déranger le cours. Quoique de tels événements soient rares, il suffit qu'on ait eu, en vingt ans, l'occasion d'en observer une fois les effets probables sur le puits de Grenelle, pour qu'il n'y ait pas lieu d'exposer la ville de Paris à recevoir tout à coup, et pour des mois entiers, des eaux troubles dans ses réservoirs, ou à subir une diminution considérable dans les produits de ses puits jaillissants, qui, fût-elle momentanée, n'en serait pas moins inquiétante.

3° L'art du sondeur n'est pas encore suffisamment éclairé par l'expérience au sujet du tubage des puits très profonds et de grand diamètre. Spécialement en ce qui concerne la nappe des sables verts, les tubes en fer ne résistent pas ; les tubes en cuivre, fût-il étamé, peuvent inspirer des inquiétudes aux populations en temps d'épidémie ; les cuvelages en bois sont d'une pose incertaine ; les puits non tubés et non cuvelés n'ont point été complètement expérimentés.

4° L'eau de la nappe artésienne, qui est d'une grande pureté en ce qui concerne la présence des matières minérales, convient mieux que toute autre aux usages industriels ou publics ; mais elle est peu aérée, elle est tiède. Il serait nécessaire, en conséquence, de la rafraîchir et de l'aérer pour la rendre propre aux usages domestiques,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et il resterait toujours à regretter, à leur égard, qu'elle ne fût pas un peu plus riche en acide carbonique et en carbonate de chaux.

5° Si l'on voulait tirer de la nappe des sables verts tout le parti dont elle est susceptible, en admettant même que la ville de Paris ne fût pas troublée dans sa jouissance par les entreprises de l'intérêt privé, il ne serait pas convenable d'en porter trop haut le plan de déversement. Les quartiers élevés de Paris auraient donc besoin d'une alimentation effectuée par d'autres procédés.

6° La nappe des sables verts semble assez riche pour fournir aux besoins de Paris ; cependant, il n'existe dans la science aucune donnée, et dans l'expérience aucun renseignement qui permette d'affirmer qu'il ne faudrait pas porter les forages hors de l'enceinte des fortifications, ou même hors des limites du département, s'il s'agissait de donner à Paris 2 ou 300 000 mètres cubes d'eau par jour.

7° Enfin, lorsqu'il s'agit de l'alimentation de deux millions d'habitants, il est prudent de s'assurer l'emploi simultané de masses d'eaux prises à diverses sources, afin d'être toujours en mesure de donner satisfaction aux plaintes ou aux inquiétudes de la population.

L'eau, il y a longtemps qu'on l'a dit, ne doit jamais être soupçonnée ; et, au moindre doute, il faut que l'Administration puisse remplacer une eau devenue suspecte, même sans motif, par une eau qui ait conservé la confiance des consommateurs.

Telles sont, Monsieur le Ministre, les raisons qui ont décidé la Commission à vous proposer de ne pas adopter, en principe, l'alimentation de tous les services de Paris par les eaux artésiennes ; Votre Excellence pensera peut-être avec elle, qu'il faut laisser au temps le soin de décider des questions qui, à l'époque actuelle, ne lui paraissent pas suffisamment éclairées, avant de prendre une décision aussi grave.

ARTS ÉCONOMIQUES

SUR LE SOUFFLAGE MÉCANIQUE DU VERRE.

La lettre suivante a été adressée à M. le Président de la Société d'encouragement :

Amboise, août 1883.

Monsieur le Président,

J'avais entendu parler d'un procédé de MM. Appert frères pour le soufflage du verre par l'air comprimé, mais je n'en connaissais pas les détails d'application, lorsque j'ai reçu le numéro du journal *la Nature* du 7 juillet dernier, qui contient une description très pittoresque de ce soufflage mécanique fondé sur la mise en communication de la canne du verrier avec un réservoir d'air, au moyen d'un tuyau flexible à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'instar de ceux des machines pneumatiques, de manière à permettre les mouvements de la canne pendant le soufflage.

Je ne sais pas si MM. Appert ont cru être les premiers à employer ce mode de soufflage de pièces de verre d'une grande dimension ; mais il peut m'être permis, sans doute, de constater ma priorité dans l'emploi du soufflage mécanique au moyen d'un tuyau flexible adapté à l'embouchure de la canne du souffleur d'une part, et avec un réservoir d'air d'autre part ; cette priorité, je l'ai revendiquée dans une lettre insérée dans le numéro de la *Nature* du 21 juillet.

La difficulté de fabriquer des pièces d'une grande capacité, telles que les globes pour couvrir de grandes pendules, etc., et les inconvénients qui résultent de l'insufflation dans la canne par l'ouvrier d'un mélange d'eau et d'alcool dont il est difficile de régulariser l'action, m'amenèrent à l'emploi du tube flexible adapté à un soufflet d'une capacité d'un quart à un tiers de mètre. Je pris pour cet appareil un brevet d'invention en 1833 seulement pour constater ma priorité ; car je ne m'opposai même pas à son emploi par mes concurrents, qui s'en servirent dès 1834 dans des verreries de la Loire.

J'ai décrit ce procédé de soufflage mécanique dans le *Guide du verrier*, pages 325 à 327, que j'ai publié en 1868, dont j'ai eu l'honneur d'adresser des exemplaires :

A M. le Président de la Société d'encouragement ;

A M. Peligot, secrétaire de la Société d'encouragement ;

A M. de Luynes, professeur au Conservatoire des arts et métiers.

Il y a lieu, sans doute, de féliciter MM. Appert de l'application de ce procédé à plusieurs souffleurs à la fois, ayant chacun un tuyau flexible adapté au réservoir commun, dans un établissement dont une partie importante de la fabrication consiste en pièces d'une grande capacité, touries, globes, boules d'éclairage, etc. ; mais je ne pense nullement qu'il y ait lieu de l'employer pour le soufflage des pièces ordinaires de verre ordinaire ou de cristal, qui n'est pas nuisible à la santé de l'ouvrier, ni même de l'adolescent, qui ne soufflent jamais que successivement, par petites reprises, et sans efforts, en ayant soin de rechauffer le verre quand il n'obéit plus aisément à la pression du souffle... Depuis soixante-six ans que j'ai vu souffler du verre, je n'ai jamais eu connaissance qu'un verrier soit devenu phtisique de ce fait. L'ouvrier Robinet, qui inventa, en 1821, son ingénieux *piston*, à la cristallerie de Baccarat, dont j'avais alors la direction, sous M. d'Artigues, fut amené à cette invention par le moulage de pièces d'une petite dimension, pour lesquelles il fallait une pression énergique et rapide dans le moule, qui était réellement fatigante pour l'ouvrier, sans produire un effet suffisant ; mais Robinet était phtisique avant de commencer à souffler ; son infirmité a été la cause de l'un des plus précieux outils de l'art du verrier.

Quant à l'application du soufflage mécanique pour la fabrication des pièces ordinaires, dans l'état actuel de l'art du verrier, il ne ferait qu'entraver le travail en rendant plus difficile le maniement de la canne par l'ouvrier, qui produirait un bien moindre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nombre de pièces dans un temps donné : ce qui constitue essentiellement le prix de revient. Mon opinion, à cet égard, est conforme à celle de plusieurs praticiens expérimentés que j'ai consultés. Loin de moi, toutefois, la pensée qu'aucune invention ne sera jamais substituée au soufflage par l'ouvrier, ce serait nier ma foi constante au progrès que j'ai toujours professée.

Vous me pardonnerez, je l'espère, Monsieur le Président, cette longue lettre. Je dois avouer que chaque fois qu'il s'agit de *verre*, il me semble y voir une question personnelle, dans laquelle j'ai quelque droit d'intervenir ; je compte donc sur votre indulgence, et celle de la Société d'encouragement, qui, bien des fois, a encouragé et récompensé mes travaux depuis l'an 1826.

Agréez, je vous prie, etc.

BONTEMPS (1).

PHYSIQUE.

SUR LA TRAVERSÉE DE LA MÉDITERRANÉE EN BALLON, PAR M. P. JOVIS.

M. P. Jovis rend compte des particularités qu'a présentées son voyage en ballon sur la Méditerranée, le 21 juillet. Cette Communication fait suite à celle qu'il avait présentée en mars dernier lors des préparatifs de ce voyage.

Cette expérience était basée sur une étude approfondie des courants aériens, seul moyen connu, jusqu'à présent, pour la direction des aérostats, sur l'application de nouveaux engins et sur de nouvelles manœuvres qui prouveraient qu'un aérostat peut impunément braver pendant de longues heures l'immensité des grandes mers.

Une première ascension fut faite, le 5 juin 1883, à Marseille, à l'aide du *Sémaphore ;* plusieurs ascensions préparatoires suivirent celle-ci, permettant de constater que les prévisions n'étaient pas inexactes et qu'il existe sur le littoral, à certaines époques de l'année, des courants parfaitement constants, dans l'altitude qui varie de 1 500 à 2 000 mètres. Ces courants viennent de N. N. O. et de N. O., et cela malgré les vents régnant à terre.

Une ascension préparatoire fut encore faite avec l'*Albatros*, dont la construction est due aux plans de M. E. Cassé, à l'Hippodrome du Château-des-Fleurs, grâce à la bienveillance du Conseil municipal et de la Compagnie du gaz de Marseille.

Le 21, à deux heures, aidées de M. Lions, lieutenant de l'aérostat, les manœuvres

(1) Cette lettre a été lue dans la séance du 23 novembre. Quelques mois plus tard, M. Bontemps succombait à Amboise, à la suite d'une courte maladie. Une Notice sur ses travaux sera ultérieurement publiée dans le *Bulletin* de la Société.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du gonflement furent commencées dans la cour de l'usine à gaz, sous la présidence de M. Poubelle, préfet des Bouches-du-Rhône, et à huit heures, heure annoncée, l'*Albatros* prenait son essor, emportant, avec son capitaine, MM. A. Lions et P. Claës.

Le départ de nuit avait été choisi pour éviter les effets de dilatation dus à la chaleur du jour et des rayons solaires; ne pouvant emporter qu'un poids de lest relativement faible, il fallait le ménager et profiter de la chaleur du jour pour permettre au ballon de reprendre, après une dizaine d'heures, la force ascensionnelle qu'il aurait perdue. On comptait aussi, pour assurer ce long voyage, sur les soins et les perfectionnements donnés à la construction de l'aérostat et sur la qualité supérieure du nouveau vernis dont on avait fait usage, vernis très léger et relativement très imperméable; les résultats confirmèrent d'ailleurs les prévisions.

Au bout d'une heure environ le lest avait dû être jeté, et le reste du voyage s'est effectué dans des conditions passables grâce à la nouvelle manœuvre.

Cette manœuvre consiste à poser, au-dessous de la nacelle, trois cordes, qui, pour l'*Albatros*, étaient de 32 millim. de diamètre et de longueurs différentes : une de 150 mètres, une de 80 mètres et une troisième de 30 mètres. Chaque fois que l'aérostat, par l'effet de la condensation produite par l'humidité de la nuit, venait à descendre, les cordes frôlaient la surface des eaux; leur poids de 60 kilogrammes environ délestait l'aérostat, et celui-ci reprenait sa force ascensionnelle à quelques mètres de l'eau, s'élevant ainsi à près de 200 mètres. Cette manœuvre a permis de marcher de onze heures du soir à quatre heures du matin et d'attendre la dilatation du gaz.

Toutefois l'aérostat ne reprit pas définitivement sa force ascensionnelle sans que les voyageurs n'eussent à ressentir quelques émotions; la nacelle imperméable et le ballon flottèrent un certain temps sur la mer, et, lors du passage dans une brume épaisse, la condensation du gaz fut telle que les voyageurs durent abandonner tous leurs engins, coffre, ancre, guides-ropes, vêtements et matelas de liège. Ceux-ci furent traînés à la remorque et empêchèrent de remonter plus tard à une altitude trop grande; 3 500 mètres ne furent pas en effet dépassés.

Enfin, après avoir été en vue de la Sardaigne à une heure et demie du matin et avoir doublé la pointe de Calvi à cinq heures, les intrépides voyageurs atterrissaient, à dix heures du matin, à Boveglio, province de Lucques (Toscane), sur le mont Lallameta à une hauteur de 1 450 mètres.

La descente à terre fort mouvementée et en plein dans les gorges des Apennins, au milieu d'une immense forêt de châtaigniers, avait été calculée; en effet, la vitesse de marche en arrivant sur les côtes d'Italie était de 130 à 140 kilomètres à l'heure et il ne restait aucun engin dans la nacelle. Descendre en plaine était courir à une mort presque certaine; tandis que dans un vallon, à l'abri du vent, le ballon put amortir le choc de la nacelle en s'accrochant dans les branches des châtaigniers. Ainsi se trouva effectué ce voyage scientifique de 1 250 kilomètres qui a fêté si dignement le centenaire de Montgolfier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CHIMIE.

SUR LA COMPOSITION DES SUBSTANCES MINÉRALES COMBUSTIBLES, MÉMOIRE DE M. BOUSSINGAULT (1).

J'ai réuni dans ce Mémoire les résultats d'analyses exécutées au Conservatoire des arts et métiers, sur des bitumes, des lignites, des résines fossiles, des houilles et des anthracites rapportés d'Amérique; et, comme termes de comparaison, les analyses des mêmes matières recueillies dans diverses localités. Ainsi je dois à l'obligeance de MM. Daubrée et Fremy d'avoir pu étendre mes recherches sur des échantillons provenant des collections de l'École des mines et du Muséum.

Dans la Note que je présente, je me borne à rappeler les dosages faits sur quelques produits bitumineux, offrant un intérêt particulier, par leur nature et par leur origine.

Bitume des puits de feu de la Chine. — M. Imbert, missionnaire, a envoyé à l'Académie l'eau d'un puits salin et le bitume d'un puits de feu, Ho-Tsing, de la province de Szu-Tchhuan, où l'on connaît, sur une surface d'environ 50 lieues carrées, plusieurs milliers de sources : ce sont des trous de sonde que l'on fore pour se procurer du sel; ils ont généralement 500 à 600 mètres de profondeur et un diamètre de $0^m,2$; on les exécute par le sondage à la corde. Pour y puiser l'eau salée ou le bitume, on y descend une tige creuse de bambou munie d'une soupape. L'eau rend, ainsi que je l'ai constaté, la cinquième partie de son poids d'un sel légèrement amer. Il sort constamment des puits un gaz combustible; on pratique même des sondages pour l'obtenir. Les sources de feu sont très communes. M. Imbert rapporte que, l'eau salée ayant tari dans un de ces puits, on sonda jusqu'à 1 000 mètres. L'eau ne reparut pas, mais il sortit subitement de cette grande profondeur un puissant jet de gaz combustible utilisé depuis pour chauffer les chaudières évaporatoires et éclairer la saline.

Le bitume des puits de feu est vert obscur par réflexion, brun quand la lumière le traverse; fluide à la température ordinaire, il acquiert une assez grande consistance par le refroidissement, et il s'y dépose une substance grenue, cristalline, de la naphtaline. On peut donc en obtenir deux produits : l'un liquide, l'autre pâteux, qu'on isole par le filtre. Voici leur composition :

	CARBONE.	HYDROGÈNE.	OXYGÈNE.	AZOTE.
	—	—	—	—
Partie fluide.	86,82	13,16	0,00	0,02
Partie consistante.	82,85	13,09	4,06	0,00

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les sources salées sont souvent concomitantes des gisements de bitume. Ainsi, en Alsace, la saline Soultz-sous-Forêt est dans le terrain tertiaire où, comme en Chine, le sondage donne des quantités très abondantes de gaz inflammable, dont le dégagement est accompagné ou suivi d'émissions d'un bitume fluide contenant de la naphtaline, ainsi que l'a reconnu M. Le Bel.

Ces émissions proviennent, sans aucun doute, de grandes profondeurs, car le gaz emprisonné dans ces huiles minérales s'y trouve à une pression supérieure à celle de 15 atmosphères. Toutefois, le seul fait qui, à ma connaissance, indiquerait que le bitume liquide, le pétrole, sort quelquefois des roches d'une époque ancienne, est celui observé par de Humboldt, dans l'Amérique méridionale : une source d'huile dans un micaschiste baigné par la mer à la *punta de Araya* dans le golfe de *Cariaco*. Rappelons ici que, aux États-Unis, on retire d'immenses quantités d'huiles minérales lourdes et légères des terrains siluriens et dévoniens.

Asphalte d'Égypte.

Carbone.	85,29
Hydrogène.	8,24
Oxygène.	6.22
Azote.	0,25
	100,00

Ce bitume a ceci de particulier, qu'il laisse après la combustion une cendre formée d'oxyde rouge de fer.

Bitume de Judée, remis par de Saulcy ; flotte en morceaux sur la mer Morte : cassure conchoïde.

Carbone.	77,84
Hydrogène.	8,93
Oxygène.	11,54
Azote.	1,70

Résines fossiles. — On les rencontre dans des alluvions aurifères de la *Nueva-Granada ;* elles ont l'aspect du succin.

Un échantillon détaché d'un bloc de 12 kilog., trouvé dans les lavages de la mine d'or de Giron, près Bucaramanga, contenait :

Carbone.	82,7
Hydrogène.	10,8
Oxygène.	6,5
Azote.	0,0
	100,0

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fusain. — Le houille a, dans certains cas, un singulier aspect, celui du charbon de bois; on la désigne alors sous le nom de *fusain.*

Elle est en fragments plats, à angles émoussés, dispersés dans le charbon de terre. Il y a des tiges, dont l'intérieur, converti en fusain, est recouvert d'une écorce changée en houille. Dans l'opinion de M. Grand'Eury, à qui l'on doit une excellente étude sur la formation des combustibles minéraux, le fusain serait l'état fossile d'un bois desséché à l'air avant son enfouissement et qui n'aurait pas éprouvé la transformation des débris végétaux ayant pourri préalablement dans les marécages.

Fusain des houillères de Blanzy, puits Sainte-Eugénie :

Carbone.	87,81
Hydrogène.	3,88
Oxygène.	7,67
Azote.	0,64
	100,00

Fusain de Montrambert (Loire), puits Dyère :

Carbone.	93,05
Hydrogène.	3,35
Oxygène.	3,43
Azote.	0,17
	100,00

Anthracites. — M. Friedel a dosé, dans un échantillon que l'on croit originaire du Brésil :

Carbone.	97,6
Hydrogène.	0,7
Oxygène.	1,7
	100,0

Graphite de Karsoh.

Carbone.	97,87
Hydrogène.	0,37
Oxygène.	1,70
Azote.	0,06
	100,00

L'hydrogène, l'oxygène, l'azote appartenaient aux impuretés mêlées au minéral. Pour les éliminer, il faut, comme l'ont fait MM. Dumas et Stas, dans leurs belles recherches sur le véritable poids atomique du carbone, traiter le graphite par plusieurs agents, puis, pour enlever les dernières traces de fer, le soumettre au rouge à un courant de chlore sec. Ainsi obtenu, le graphite, comme le diamant, est du carbone pur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 11 *janvier* 1884.

Présidence de M. BECQUEREL, Vice-Président.

M. le *Président* annonce qu'il a reçu de M. *Dumas* une lettre témoignant sa gratitude à la Société pour le télégramme qui lui a été adressé lors de l'assemblée générale du 28 décembre dernier.

CORRESPONDANCE. — M. *Lugues*, à Guerchy. Système de transmission par bielles pour remplacer le système de transmission par courroies. (Arts mécaniques.)

M. *Lotineaux* , 18, impasse Gaudelet, à Paris. Nouvelle lampe de mineur prévenant de l'approche du grisou. (Arts mécaniques.)

M. *Plassiard*, 4, rue Poissonnière, à Lorient (Morbihan). Réclamation au sujet de la caoutchoutine. (Arts économiques.)

M. *Eliaou Taïb*, rue de Rome, à Orléansville, Algérie. Mouvement continuel. (Arts mécaniques.)

M. *Énodeau*, 276, rue Saint-Jacques, à Paris. Nouvelle colle. (Arts économiques.)

M. Adolphe *Coillot*, 47, rue de l'Église, à Paris-Grenelle. Échantillon de pierre lithographique. (Constructions.)

M. R. *Abt*, 22, place des Batignolles. Mémoire sur un système de chemin de fer à crémaillère. (Arts mécaniques.)

M. *Gillet*, à Barbezieux (Charente). Appareil de topographie automatique. (Arts mécaniques.)

M. *Dohis*, 10, rue Elisa-Borey, Paris. Description d'un petit moteur. (Arts mécaniques.)

M. *Laffargue*, à Preissac (Lot). Système de transmission à distance de la force motrice. (Arts mécaniques.)

M. *Saget*, 4, quai National, à Puteaux (Seine). Machine à tailler les fraises. (Arts mécaniques.)

M. *Bonnaz*, 65, rue du Faubourg-du-Temple, à Paris. Id. (Arts mécaniques.)

M. *Anquetin*, 77, rue d'Aboukir, à Paris. Id. (Arts mécaniques.)

M. *Huré*, 8, rue Fontaine-au-Roi, à Paris. Id. (Arts mécaniques.)

M. R. *Schmiel* fils, fabricant de vernis, route de la Révolte, à Saint-Denis, présente des produits de sa fabrication. (Arts chimiques.)

M. *Tombois*, directeur de l'*Halerie française*, 85, rue des Cités, à Aubervilliers. Produits lubrifiants. (Arts chimiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. John *Casthelaz*, 19, rue Sainte-Croix-de-la-Bretonnerie. Note sur la falsification de l'émétique par l'acide oxalique. (Arts chimiques.)

M. Ad. *Jumeau*, mécanicien, à Saint-Martin-en-Brie (Seine-et-Marne). Plan et description d'appareils applicables à la viticulture. (Agriculture.)

M. *de Royer*, à Perrou, par Francescas (Lot-et-Garonne). Mémoire sur les pratiques de l'agriculture, et Manuel d'agriculture. (Agriculture.)

M. Philippe *Gipouloux*, 78, rue des Gravilliers, à Paris. Mémoire sur la désinfection des fosses d'aisances. (Arts économiques.)

M. Ph. *Schlosser*, 116, Faubourg-Saint-Martin, à Paris. Mémoire sur la désinfection permanente des fosses d'aisances. (Arts économiques.)

MM. *Gibrat*, *Baux* et *Denamiel*, 8, rue du Courreau, à Montpellier. Désinfection des fosses d'aisances. (Arts économiques.)

M. Friedrich *Lux*, à Ludwigshafen-sur-Rhin. Emploi des résidus de bauxite pour la désinfection du gaz. (Arts économiques.)

M. *Gérold*, 22 *bis*, rue de Paradis, à Paris. Moyen de reconnaître la falsification du beurre. (Agriculture.)

M. *Van Meerbeeck*, agriculteur, à Vosslaer, près Turhour, Anvers. Moyen de reconnaître la falsification du beurre. (Agriculture.)

MM. *Bernaud* frères, à Villefranche (Rhône). Application de l'eau oxygénée. (Arts chimiques.)

M. *Bernard*, ingénieur, 17, rue de Nanterre, Colombes (Seine). Application de l'eau oxygénée. (Arts chimiques.)

M. *Just-Robert*, à Parthenay. Étude d'économie rurale. (Agriculture.)

M. F. *Briot*, inspecteur des forêts, à Chambéry (Savoie). Id. (Agriculture.)

M. *Duffaure*, à Dax (Landes). Id. (Agriculture.)

M. E. *Duroselle*, à Malzéville, près Nancy (Meurthe-et-Moselle). Id. (Agriculture.)

M. *Guennebaux*, 18, Cloître-Sainte-Croix, Orléans (Loiret). Id. (Agriculture.)

M. *Bouchard*, 1, rue Évain, Angers (Maine-et-Loire). Id. (Agriculture.)

M. Th. *Denis*, chef de culture au Jardin botanique, Parc de la Tête-d'Or, à Lyon. Note sur un moyen pratique de reconstituer les vignobles et d'empêcher l'invasion du phylloxera. (Agriculture.)

M. *Miard*, chef mécanicien à bord du steamer *Tabago*, au Havre. Engrais détruisant le phylloxera. (Agriculture.)

M. *Lebruinment*, cultivateur, à Yvetot (Seine-Inférieure). Sur la destruction du phylloxera. (Agriculture.)

M. *Franchet*, concierge à la mairie de Levroux (Indre). Id. (Agriculture.)

M. *Deloge*, à Mondragon (Vaucluse). Id. (Agriculture.)

M. A. *Roche*, 7, place Bellecour, Lyon. Id. (Agriculture.)

M. Ed. *Lenferna*, Saint-Maurice, district de Rose Hill. Id. (Agriculture.)

M. *Aman Vigié*, 30, rue Curial, à Marseille. Id. (Agriculture.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. P. *Boiteau*, à Villegouge, Marseille. Sur la destruction du phylloxera (Agriculture).

M. *Christe* et comp., 6, rue Champigny, Reims. Id. (Agriculture.)

M. Julien *Soulié*, à Nézignan-l'Évêque. Id. (Agriculture.)

M. *Vouriot*, géomètre, à Tournus (Saône-et-Loire). Id. (Agriculture.)

M. *Maussée*, à Rembercourt (Meurthe-et-Moselle). Id. (Agriculture.)

M. *Lavanchy-Clarke* fait savoir que son École professionnelle d'aveugles est transférée rue Jacquier.

M. *Dupré*, 4, rue de l'École-de-Médecine. Note sur le jeu de boules (Arts économiques.)

M. E. *Rathgeb*, mécanicien, 143, West Raudolph street, Chicago. Inventions diverses. (Arts économiques.)

M. J. B. *Baillière* demande l'échange du journal *Science et Nature* avec le *Bulletin* de la Société. (Commission du *Bulletin*.)

M. Alfred *Bing Benard*, 19, rue Chauchat, à Paris. Mémoire sur le moyen d'arrêter la décadence de la fabrique française et d'opérer le relèvement de l'industrie. (Commerce.)

La Société a reçu :

— *Le Bassin houiller du Pas-de-Calais*, par M. E. *Vuillemin*, ingénieur-administrateur des mines d'Aniche. (Arts mécaniques.)

— *Annuaire* de l'Institut Smithsonien, de la part de M. le *Ministre* de l'instruction publique et des beaux-arts.

— Conférence sur la transmission de l'énergie, faite au congrès pour l'avancement des sciences à Rouen, par M. Ch. *de Comberousse*, membre du Conseil.

— Mémoire sur la chaîne flottante des mines de fer de Décido, par M. A. *Brull*.

— Conférence sur la législation des sucres, faite par M. A. *Vivien*, chimiste, à Saint-Quentin (Aisne).

— Essai de philosophie naturelle, par M. E. *Delaurier*.

— Sur la traction par différents systèmes, communication de M. Léon *Francq*.

Ces ouvrages seront déposés à la bibliothèque.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société :

M. *Dautun*, capitaine en retraite, à Bezons.

M. *Jacquet*, ancien sous-préfet, à Paris.

M. *Imbs*, professeur au Conservatoire des arts et métiers, présenté par M. Eugène *Peligot* et M. *Simon*.

NOMINATION D'UN MEMBRE DU COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES. — Le scrutin est ouvert pour la nomination d'un membre du comité des arts économiques.

M. *Laussedat*, directeur du Conservatoire des arts et métiers, ayant réuni l'unanimité des suffrages, est nommé membre du Conseil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Appareil pour fabriquer le gaz hydrogène.* — M. *Bérard*, au nom du comité des arts chimiques, lit un Rapport sur l'appareil de M. *Egasse* pour fabriquer le gaz hydrogène. Cet appareil étant de nature à rendre des services dans certains cas, le comité propose de remercier M. *Egasse* de sa communication et d'insérer le Rapport au *Bulletin* avec un dessin.

Ces conclusions sont approuvées.

Crayons vitrifiables et moufles. — M. Ern. *Dumas*, au nom du comité des beaux-arts, lit un Rapport sur les nouveaux crayons vitrifiables et les moufles portatifs de M. *Lacroix*.

Les procédés de M. *Lacroix* devant faciliter les moyens de décoration sur porcelaine, le comité propose de remercier M. *Lacroix* de sa communication et d'insérer le Rapport au *Bulletin*, avec les figures nécessaires pour faire comprendre la disposition et l'usage des nouveaux moufles.

Ces conclusions sont approuvées.

COMMUNICATIONS. — *Chaufferettes pour voitures.* — M. *Tresca*, membre du Conseil, présente un nouveau système de chaufferettes dû à M. *Morel*, 36, boulevard Voltaire; de construction très simple et ingénieuse à circulation d'eau chaude, ces chaufferettes peuvent s'appliquer principalement au chauffage des voitures et wagons.

M. le *Président* remercie M. *Tresca* de cette intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts économiques.

Couleurs vitrifiables. — M. *de Luynes*, membre du Conseil, présente de nouvelles couleurs vitrifiables dues à M. *Lacroix*. Ces couleurs délayées à l'eau, pour éviter l'emploi de l'essence, offrent des avantages et des facilités pour la décoration sur porcelaine.

M. le *Président* remercie M. *de Luynes* de cette intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts chimiques.

Expérience sur l'aérostat électrique à hélice. — M. Gaston *Tissandier* fait connaître les dispositions de l'aérostat à gaz hydrogène, du propulseur, du moteur et de l'appareil à hydrogène qu'il a imaginés en collaboration de M. Albert *Tissandier*. Il rend compte aussi de l'expérience qu'ils ont faite avec ce ballon au mois d'octobre dernier.

M. le *Président* remercie M. *Tissandier* de cette intéressante communication, qui est renvoyée à la Commission du *Bulletin*.

Impressions en relief sur étoffes. — M. *Legrand* fait connaître les procédés qu'il emploie pour imprimer sur étoffes et produire en même temps des reliefs qui donnent aux tissus une valeur artistique et commerciale.

M. le *Président* remercie M. *Legrand* de son intéressante communication, qui est renvoyée au comité des beaux-arts.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Séance du 25 janvier 1884.

Présidence de M. BECQUEREL, Vice-Président.

CORRESPONDANCE. — M. H. *Thiéry* et comp., constructeurs, 11, place d'Italie, à Paris. Description d'un appareil élévateur. (Arts mécaniques.)

M. Emmanuel *Buxtorf*, ingénieur-mécanicien, 23, rue de Paris, à Troyes. Débrayage mécanique instantané de casse-fil indépendant. (Arts mécaniques.)

M. A. *Jaubert* adresse, de la part de M. *Laurent-Alexandre*, entrepreneur de maçonnerie, à Valensolle (Basses-Alpes), le plan et la description d'un appareil pour la clarification des eaux dans les grandes villes. (Constructions.)

M. A. *Corcas*, fabricant d'engrais, place de la Pépinière, Mont-de-Marsan. Note sur la désinfection des fosses d'aisances. (Arts chimiques.)

M. P. A. Sur la désinfection des fosses d'aisances. (Arts chimiques.)

M. E. *Racine*, 164, cours de la République, au Havre. Petit moteur pour atelier de famille. (Arts mécaniques.)

M. *Lugues* Raphaël, à Guerchy (Yonne). Système de transmission pour machines à pistons. (Arts mécaniques.)

M. Frédéric *Berr*, 129, rue Sainte-Catherine, à Bordeaux. Appareil pour nager. (Arts économiques.)

M. J. *Pennin*, à Moissac (Tarn-et-Garonne). Système de propulsion pour navigation aérienne. (Arts mécaniques.)

M. Carl *Olsen*, à Flensborg, Schleswig. Lettre relative à son système de machine à double effet.

M. Adolphe *Tabouret*, 40, rue de la Plaine, à Paris. Inventions concernant la panification. (Agriculture.)

M. R. *Gauthier*, 37, boulevard de La-Tour-Maubourg, à Paris. Observations relatives à l'agriculture. (Agriculture.)

M. Paul *Serres*, viticulteur, à Talairan (Aude). Étude sur la vigne et ses parasites. (Agriculture.)

M. C. *Nesme*, propriétaire, à Fleurie (Rhône). Moyen de détruire le phylloxera. (Agriculture.)

M. E. *Aufour*, à Gly, par Ardents (Indre). Id. (Agriculture.)

M. *Rocher*, propriétaire à Semuy (Ardennes). Id. (Agriculture.)

M. H. M. et comp., à Courpière (Puy-de-Dôme). Id. (Agriculture.)

M. Joseph *Merle*, à Saint-Saulge. Id. (Agriculture.)

M. G. *Dussac*, à Aincourt. Note sur la maladie des pommes de terre. (Agriculture.)

M. A. *Plé*, 23, rue Saint-Jacques, à Amiens. Étude sur l'agriculture et l'économie rurale. (Agriculture.)

M. *Laussedat* écrit pour remercier le Conseil de la Société de sa nomination de membre du comité des arts économiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Duponchel* remercie le Conseil de la médaille qui lui a été décernée.

M. le *Secrétaire* de la Société *The Franklin institute* accuse réception de *Bulletins* de la Société d'encouragement de l'année 1883.

M. *Levrot*, président de la Société des architectes et ingénieurs des Alpes-Maritimes, prie les membres du Conseil de la Société d'encouragement d'assister au Congrès international qui se tiendra à Nice en février prochain.

M. A. *Bleu*, secrétaire général de la Société nationale et centrale d'horticulture de France fait savoir qu'une exposition internationale d'horticulture aura lieu le 20 mai 1885, aux Champs-Élysées, sous les auspices de cette Société.

La famille *Maurel* fait part du décès de M. F. A. *Maurel*, membre de la Société, à qui le Conseil a décerné plusieurs médailles pour ses inventions, et, entre autres, une médaille de platine à la séance générale du 28 décembre 1883.

La Société a reçu de M. *Collignon*, membre du Conseil, sa brochure intitulée le *Concours de Bucarest*, en septembre 1883.

— De M. *Le Blanc*, membre du Conseil, son Rapport sur le matériel des arts chimiques de la pharmacie et de la tannerie, fait en collaboration avec MM. *Limousin* et *Schmitz*.

— Du ministère des travaux publics, le tome V des Ports maritimes de la France, de Saint-Nazaire à Ars-en-Ré.

— De M. Hippolyte *Leplay*, chimiste. Détermination de la valeur des mélasses en distillerie.

— De M. Charles *Joly*. Note sur une visite au domaine de Gouville.

— Le Compte rendu du septième congrès des ingénieurs en chef des associations des propriétaires d'appareils à vapeur, tenu à Bordeaux les 10, 11 et 12 septembre 1882.

Déclaration d'une vacance au comité des arts chimiques. — M. Félix *Le Blanc*, au nom du comité des arts chimiques, demande qu'une vacance soit déclarée dans le comité, en remplacement de M. *Cloëz*.

La vacance est déclarée.

Rapports des comités. — *Brevets d'invention.* — M. Ch. *Lavollée*, au nom du comité de commerce, lit un Rapport sur une communication de M. Ed. *Simon* relative au service des brevets d'invention.

M. *Lavollée*, après avoir examiné les raisons qui ont conduit à prendre la mesure, d'accord avec les sentiments d'intérêt que le Conseil a souvent exprimés en faveur des inventeurs, demande de plus grandes facilités pour la communication des brevets et propose d'appeler respectueusement l'attention de M. le *Ministre du commerce* sur la question, en lui transmettant le Rapport qui sera inséré dans le *Bulletin* de la Société.

Ces conclusions sont approuvées.

Garde-fou pour regards d'égout. — M. *Rousselle*, au nom du comité des arts écono-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

miques, lit un Rapport sur un garde-fou pour regards d'égout inventé par M. *Caillette*, entrepreneur de travaux publics.

Le comité considérant que M. *Caillette* poursuit un but fort utile et que son appareil offre des avantages incontestables, au point de vue de la sécurité des habitants des villes pourvues d'égouts, M. *Rousselle* propose de remercier M. *Caillette* de son intéressante communication et d'insérer le Rapport au *Bulletin* avec les dessins de l'appareil.

Ces conclusions sont approuvées.

Verres de lampes. — M. *Bardy*, au nom du comité des arts économiques, lit un Rapport sur les verres de lampes présentés par M. *Bayle*, 29, rue de Châteaudun, à Paris.

M. *Bardy* propose d'adresser des félicitations à M. *Bayle* et d'insérer le Rapport au *Bulletin* avec une figure à l'appui.

Ces conclusions sont approuvées.

Communications. — *Soufflage mécanique du verre.* — M. *Appert* fait connaître les perfectionnements apportés par lui à son système de soufflage mécanique du verre.

M. le *Président* remercie M. *Appert* de son intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts chimiques.

Freins à vide. — M. *Poupard* donne une description des freins à vide employés par plusieurs chemins de fer et fait connaître les principaux perfectionnements apportés par M. *Hardy* dans les systèmes de freins à vide automatiques et non automatiques.

M. le *Président* remercie M. *Poupard* de son intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts mécaniques.

Le Gérant, R. A. Castagnol.

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5;
JULES TREMBLAY, GENDRE ET SUCCESSEUR.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

83e année. Troisième série, tome XI. Mars 1884.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par M. le* colonel GOULIER, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* DISPOSITIF A PRISMES, POUR LES NIVEAUX A FIOLE INDÉPENDANTE, *imaginé et étudié par* M. KLEIN, *et exécuté par* M. BERTHÉLEMY.

Messieurs, dans la séance du Conseil du 10 août 1883, un habile constructeur d'instruments de précision, M. Berthélemy, vous a présenté une addition au niveau à lunette, réalisée par lui d'après les dispositions imaginées et étudiées par M. Klein, qui, sous la haute surveillance de M. Léon Durand-Claye, ingénieur en chef et professeur à l'École des ponts et chaussées, dirige avec une grande compétence le dépôt des instruments de précision qui est annexé à cette École. Cette addition a pour objet de permettre à l'opérateur de constater le calage exact de la bulle au moment même où il vise dans la lunette. Son examen a été renvoyé au comité des arts mécaniques, qui m'a fait l'honneur de me charger de vous lire son avis. Mais il a paru utile de faire précéder celui-ci de certains développements nécessaires pour faire bien apprécier l'importance du perfectionnement dont il vient d'être question.

On sait que, dans les niveaux à lunette et à bulle d'air, l'horizontalité du *plan de visée* de la lunette est indiquée par une *nivelle* composée d'une fiole mastiquée dans une enveloppe métallique rectifiable. Dans les *niveaux à fiole fixe*, cette nivelle est liée au bâti de l'instrument et, en général, placée au-dessous de la lunette. Dans les *niveaux à plateau*, et leurs dérivés les *niveaux à fiole indépendante*, cette nivelle repose sur les colliers de la lunette. Dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

certains niveaux privés de la possibilité des compensations, tels que le *Gravatt's Level* des Anglais et le niveau imaginé, vers 1840, par Bodin, artiste-mécanicien à l'Ecole de Metz, la nivelle est aussi placée au-dessus du corps de la lunette, mais elle est fixée sur celui-ci, qui lui-même est lié invariablement à la fusée verticale de l'instrument.

Le système de calage appliqué au Gravatt's Level manque de stabilité. Aussi l'inventeur de ce niveau a-t-il placé, au-dessus de la fiole, une bande de miroir, inclinée de telle sorte que, en élevant un peu l'œil au-dessus de l'oculaire, l'opérateur peut voir l'image réfléchie de la bulle, assurer l'exactitude du calage immédiatement avant la lecture de la hauteur de mire, et vérifier, après cette lecture, si le calage est encore correct. Ce dispositif a été imité dans d'autres instruments, mais il n'a pas été généralement adopté, probablement à cause de sa fragilité, et peut-être aussi, en ce qui regarde la France, parce que depuis longtemps, dans notre pays, les niveaux à lunette sont fortement charpentés, *trop fortement même*, et leur calage semble être assez stable pour que cette complication ait pu être regardée comme peu utile.

Cependant, le calage n'a pas, pendant l'emploi des niveaux sur le terrain, le degré de stabilité qu'on lui suppose, et il est facilement et souvent très fortement dérangé par les compressions variables du sol que produit l'opérateur en se déplaçant autour de l'instrument. En effet, quand l'oculaire de la lunette est situé au-dessus de l'une des *jambes* du *support en bois*, si, après s'être placé latéralement pour assurer le calage exact de la bulle, l'opérateur vient faire la visée en posant ses pieds près de la pointe de cette jambe, on constate immédiatement que la compression produite sur le sol fait abaisser cette pointe, car la bulle marche vers l'objectif de la lunette. Il résulte, d'ailleurs, d'expériences nombreuses, faites sous la direction de l'un de nous, que ce déplacement de la bulle correspond, sur une mire distante de 100 mètres, à des erreurs variant entre 1 millimètre et 50 millimètres, ou même plus : le premier nombre se rapportant au cas où les pointes du support reposent sur les pavés d'une chaussée, et le second, au cas où les pointes sont fortement enfoncées dans la terre végétale. Même sur des sols peu compressibles tels que les accotements des routes et le ballast des chemins de fer, l'erreur moyenne est de 4 millimètres. On comprendra l'importance de ces erreurs, si l'on veut bien se rappeler que, avec les lunettes ordinairement adaptées aux niveaux, l'erreur de visée, sur une mire distante de 100 mètres, est généralement inférieure à 2 millimètres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cela montre combien il importe que les niveleurs posent leurs pieds loin des pointes des jambes du support, C'est cependant une condition à laquelle bien peu d'entre eux s'assujettissent ; car elle n'est signalée, probablement, dans aucun des ouvrages consacrés au nivellement. Voici les conséquences de son inobservation :

Quand, dans les stations successives du niveau, on donne aux jambes de son support des orientations variables par rapport à la ligne du cheminement, les dérangements du calage, au moment des lectures sur les mires, produisent des erreurs qui sont variables de grandeur, et qui, par conséquent, rentrent dans la catégorie des erreurs accidentelles. Ces dérangements affectent alors indifféremment les mires arrière et avant; ils ont seulement pour effet d'accroître, souvent il est vrai dans une forte proportion, les autres erreurs accidentelles qui peuvent affecter les *dénivelées* successives et, par suite, les altitudes calculées. Mais les effets de ces dérangements ont une importance beaucoup plus grande quand les erreurs produites deviennent systématiques, c'est-à-dire quand elles sont toujours positives ou toujours négatives, ainsi que cela se produit dans le cas suivant :

On sait que, dans la pratique du nivellement, on se contente d'obtenir, au moyen des vis calantes, un calage grossier du *pivot* de l'instrument. Pourvu que, pendant une révolution autour de ce pivot, le centre de la bulle ne s'écarte du milieu de la fiole que de quelques divisions, ce calage est suffisant pour assurer, *autant que cela est nécessaire*, l'horizontalité du fil du réticule et, par suite, l'horizontalité transversale du plan de visée. Mais, après ce calage approximatif, on dirige la lunette vers la mire, et l'on fait alors le calage exact de la fiole, *dans le sens de la visée*, afin d'assurer autant que possible l'horizontalité longitudinale de ce plan de visée. Pour ce *fin calage*, les niveaux à fiole indépendante sont généralement munis d'une vis à pas fins, portée par la traverse du bâti. Mais avec les niveaux qui, comme ceux de Bourdalouë, sont privés de ce rappel, on se contente d'agir sur l'une des trois vis calantes. Dans ce second cas, si, pour établir ce calage longitudinal, on n'agit pas sur la vis convenable, on peut altérer notablement l'horizontalité du fil. C'est pour éviter ce danger que Bourdalouë recommandait à ses opérateurs de mettre toujours l'une des jambes du support dans la direction du cheminement, et d'agir, pour le fin calage, sur la vis calante correspondante, dont le jeu fait tourner l'instrument autour de la ligne des pointes des deux autres vis, ligne qui représente une articulation autour de laquelle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on peut incliner beaucoup l'instrument, sans déranger notablement l'horizontalité du fil du réticule.

Il est probable que, non contents de suivre cette prescription, les opérateurs les plus consciencieux, les plus minutieux, auront cru bien faire en mettant la jambe du support, non pas seulement sur la ligne du nivellement, mais toujours vers *le point avant*, ou toujours vers *le point arrière*. Dans le premier cas, pour la visée arrière, l'opérateur comprimant le sol près de la jambe en question, la hauteur lue sur la mire est toujours trop forte ; tandis que, pour la visée avant, les pieds de l'observateur étant placés entre deux jambes du support et loin de leurs pointes, la compression du sol est sans influence notable sur la hauteur de mire lue. Si l'on veut bien se rappeler maintenant que, dans le calcul des altitudes des points, les cotes lues sur la mire arrière sont toujours additives, et les cotes lues sur la mire avant toujours soustractives, on en conclura que les erreurs *en plus* qui affectent toutes les cotes arrière donnent, sur les altitudes des points consécutifs, des erreurs *en plus*, égales aux sommes de ces erreurs partielles. Les erreurs seraient de même nature, mais *en moins*, si la jambe du niveau avait été disposée vers le point arrière, car la compression du sol eût produit des erreurs en plus sur les cotes avant, qui, dans le calcul, sont considérées comme négatives. De même, les erreurs sur les altitudes, calculées à partir du point A, seraient de signes contraires pour deux opérations faites par le même opérateur, allant d'abord de A vers B, puis revenant de B vers A, avec la précaution de mettre toujours, par exemple, la jambe du support vers le point avant de son nivellement, car cela produirait successivement, par rapport aux points A et B, les deux orientations opposées que nous considérions tout à l'heure.

Il est bon de montrer ici l'importance numérique de cette cause d'erreur : Celle-ci, ne fût-elle que de 1 millimètre pour une visée de 100 mètres (minimum des erreurs constatées dans les expériences indiquées ci-dessus), comme dans chaque nivelée l'erreur est proportionnelle à la longueur de la visée affectée par elle, l'erreur totale, sur un cheminement, sera proportionnelle à la somme des longueurs de ces visées, c'est-à-dire, en moyenne, à la demi-longueur du cheminement. Pour un nivellement de 100 kilomètres, elle serait donc proportionnelle à 50 kilomètres, c'est-à-dire que sa valeur serait $\frac{50\,000^{m}}{100^{m}} \times 1^{mm} = 500^{mm}$!! On voit que cela dépasse considérablement l'er-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

reur maximum de 50, et même de 30 millimètres par 100 kilomètres, limites dans lesquelles Bourdalouë croyait enfermées les erreurs de ses nivellements (1).

(1) Peut-être s'étonnera-t-on de cette comparaison entre une erreur systématique hypothétique, de 500 millimètres pour 100 kilomètres, et les limites d'erreur infiniment moindres admises par Bourdalouë. Mais si cet habile opérateur a soupçonné des erreurs systématiques dans ses nivellements, il n'en a fait mention dans aucun de ses écrits imprimés ou manuscrits; et pourtant des erreurs de ce genre, de 5 millim. et plus par kilomètre, affectent les opérations de ses meilleurs niveleurs. Pour ne parler ici que de celles qui dépendent du sens des opérations, on les constate facilement en calculant, à partir d'un point A, les altitudes des repères compris dans un cheminement A B, au moyen des *opérations originales d'un même opérateur*, faites, d'abord, en allant de A vers B, puis en retournant de B vers A. Souvent on trouve, sur les deux altitudes obtenues pour chaque repère, des *discordances progressivement croissantes* avec le nombre de nivelées ou le nombre de kilomètres parcourus à partir de A. Alors, si l'on suppose, comme cela est probable, que ces erreurs systématiques soient, en moyenne, égales et de signes contraires pour l'aller et le retour, les moitiés de ces discordances donneront les erreurs systématiques qui affectent, avec des signes contraires, chacune des opérations inverses.

Or, pour l'un de ses niveleurs, on a constaté que les discordances et, par suite, les erreurs, sont proportionnelles, plutôt au *chemin parcouru* qu'au *nombre de nivelées*. Mais de toutes les causes que nous avons imaginées pour expliquer ces erreurs systématiques, une seule, la compression du sol, donne des erreurs proportionnelles aux distances; les autres donnent des erreurs indépendantes des longueurs des nivelées. On peut donc être tenté d'attribuer, à cette compression, la plus grande part dans l'erreur systématique de cet opérateur.

Mais si l'on se rappelle que, dans la *méthode de nivellement de Bourdalouë*, *l'opérateur* était flanqué d'un *lecteur*, chargé : 1° d'assurer le calage de la bulle pendant que cet opérateur, ayant l'œil à la lunette, lisait les hauteurs de mire, et 2° de faire les lectures de contrôle pendant que l'opérateur veillait à son tour au calage de la bulle, on pourrait espérer que ces précautions eussent fait éviter les erreurs systématiques provenant du défaut de calage accompagnant une orientation constante du support. Toutefois, pour qu'il en fût ainsi, il aurait fallu que le fin calage eût été exécuté, pour chaque visée, seulement après que l'opérateur ou le lecteur, ayant mis l'œil à la lunette, auraient produit la compression du sol près des jambes du support. Or, il est très douteux que cette précaution ait été prise. En effet, si l'on remarque que le lecteur était un aide sans instruction théorique et pris parmi les simples manœuvres, on comprendra que, après avoir calé la bulle, l'opérateur ne devait permettre au lecteur d'y toucher, pendant les visées, que si cette bulle se dérangeait notablement, de plus de $0^{mm},5$ par exemple. Mais, pour une fiole ayant, comme celles des niveaux Bourdalouë, 30 mètres de rayon de courbure, ce défaut de calage donnait à la ligne de visée une inclinaison produisant une erreur de 17 millimètres à 1 000 mètres. Cette erreur n'affectant d'ailleurs, comme on l'a expliqué ci-dessus, que l'une des visées de chaque nivelée, les altitudes des repères d'un nivellement n'eussent été erronées que de 8 millimètres environ par kilomètre, si toutes les nivelées avaient été affectées de cette erreur, ou de 2 à 3 millimètres par kilomètre si, une fois seulement sur trois ou deux nivelées, le lecteur avait négligé volontairement de corriger le défaut de calage de la bulle égal à 1/2 millimètre.

On parviendrait ainsi à expliquer une bonne partie de l'erreur systématique de 4 à 5 millimètres par kilomètre qui a été constatée. Cependant, cette explication semble inadmissible pour l'opérateur considéré. En effet, si, par défiance dans l'habileté de son aide, l'opérateur l'avait empêché

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est bon de faire remarquer ici que, pour des opérations faites dans les conditions qui viennent d'être expliquées, et aussi exactes que possible, c'est-à-dire exemptes de grosses fautes dues à des inadvertances, et pour un cheminement de 100 kilomètres qui reviendrait au point de départ, l'erreur de *fermeture* serait généralement plus grande que ces 500 millimètres, puisque cette fermeture comprendrait, outre l'erreur systématique considérée, la somme algébrique des erreurs accidentelles commises sur chaque nivelée. Dans ce cas, les opérateurs, si nombreux, qui croient trouver dans la fermeture la preuve que leurs opérations sont correctes, ne manqueraient pas d'attribuer cette grosse erreur de fermeture à des fautes grossières ; mais ils en chercheraient en vain la présence en recommençant les opérations de la même manière. Or, les nivellements sont exposés à plusieurs autres causes d'erreurs systématiques que nous n'avons pas à détailler ici. L'existence de ces diverses causes d'erreur est une raison, qui s'ajoute à beaucoup d'autres, pour prouver combien est illusoire, pour de longs cheminements, la vérification par fermeture, qui peut être trouvée imparfaite alors que les opérations sont toutes bonnes, ou suffisante alors que des fautes grossières, commises dans quelques-unes de ces opérations, viennent masquer les effets des erreurs systématiques.

---

de rectifier, pendant ses visées, les défauts de calage de 1/2 millimètre et moins, il n'aurait pas manqué à corriger ce défaut, ou même des défauts plus faibles, pendant les visées du lecteur. Alors l'erreur systématique considérée eût été nulle ou très faible pour les opérations de ce lecteur. Or, les calculs des altitudes, faites avec les inscriptions de leurs deux carnets, montrent que les lectures de l'un et de l'autre sont affectées des mêmes erreurs systématiques. De cette concordance, il faut conclure : ou bien qu'il existe, pour cette erreur (*qui est proportionnelle au chemin parcouru*), une cause qui nous est encore inconnue, ou bien que le carnet du lecteur ne serait pas sincère, et aurait été volontairement accordé avec celui de l'opérateur. Cette dernière hypothèse nous paraît peu admissible parce que la constance et la régularité d'allures de ces erreurs systématiques, dont l'opérateur ne s'est pas douté, erreurs qui, ayant une moyenne de 3 millimètres par kilomètre (5m,70 SUR 1 900 KILOMÈTRES DE NIVELLEMENTS), atteignent 4 à 5 millimètres vers la fin de ces opérations, cette régularité, disons-nous, est pour nous une preuve de la conscience avec laquelle les opérations ont été faites.

La conclusion à laquelle on vient d'arriver, sur la cause probable des erreurs systématiques *correspondantes au sens de la marche*, eût dû, semble-t-il, nous dispenser d'écrire cette longue note. Nous avons cru utile, au contraire, de saisir cette occasion pour signaler ces erreurs énormes dont il n'est pas question dans les traités du nivellement, et pour appeler l'attention sur la nécessité, soit de les éliminer par les modes d'observation, soit de les compenser en faisant toujours deux nivellements aller et retour, dont la moyenne sera à l'abri de ces erreurs, pourvu que les opérations soient conduites de telle sorte que les erreurs systématiques soient égales et de signes contraires, dans ces deux opérations.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est vrai que, les causes de ces erreurs étant connues, on pourra généralement, ou bien les éviter entièrement, ou bien au moins réduire beaucoup leur influence. C'est ainsi que, dans le cas présent, pour se soustraire à l'erreur systématique qui viendrait d'une orientation constante des jambes du support, on pourra donner à ces jambes une orientation arbitraire. Ou bien on pourra, dans les nivelées successives, mettre alternativement une jambe en avant et une jambe en arrière. Ou, mieux encore, on pourra assujettir l'opérateur à placer deux pointes des trois jambes du support sur une ligne parallèle à celle du cheminement.

Dans le premier cas, on ne sera plus exposé (cela a déjà été signalé), qu'à des erreurs accidentelles, variant de signe et de grandeur dans les différentes nivelées. Dans le second cas, les erreurs auront généralement des valeurs variables, mais plus fortes que dans le cas précédent, parce que les pieds de l'observateur y seront aussi près que possible de l'une des jambes du support; et si, comme cela se pratique dans tous les nivellements de précision, le niveau est à peu près équidistant des mires avant et arrière, ces erreurs tendront à se compenser, parce qu'elles auront des signes contraires dans les deux nivelées consécutives. Dans le troisième cas, les erreurs commises sur les lectures arrière et avant de chaque nivelée auront le même signe, et, par conséquent, elles seraient sans effet sur la différence de niveau si elles étaient égales. Mais, par raison de symétrie, et comme celles du second cas, elles tendront vers l'égalité. D'ailleurs, elles ne seront pas, comme celles-ci, des maxima, puisque les pieds de l'observateur seront plus éloignés des jambes du niveau que dans le second cas. La troisième disposition sera donc la plus avantageuse pour combattre les effets de la compression du sol. Il est vrai que, dans ce procédé comme dans les deux autres, si l'on fait le fin calage à l'aide de l'une des vis calantes, on sera exposé à altérer l'horizontalité du fil du réticule ; mais *cette altération sera toujours négligeable, pourvu que, pour ce calage, on ait soin d'agir, ici comme on doit le faire avec tous les instruments, sur la vis qui est la plus voisine du plan vertical passant par l'axe de la lunette* (1).

(1) L'horizontalité de la visée est souvent compromise par une trop grande imperfection du calage transversal, non pas tant à cause de l'inclinaison du fil du réticule (car on fait généralement la visée sur les parties de ce fil qui sont voisines du fil vertical), que par le défaut de parallélisme des projections horizontales de la *directrice* de la fiole et de la ligne de visée. Il résulte, en effet, de ce défaut de parallélisme que, même après avoir fait un réglage parfait de l'instrument, c'est-à-dire après avoir assuré l'horizontalité simultanée de la directrice de la fiole et de l'axe optique

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si, conformément à ce qui vient d'être indiqué, on dispose une jambe du support perpendiculairement à la ligne de cheminement; si, en même temps, on écarte autant que possible les jambes de ce support, afin de diminuer l'inclinaison de la ligne de visée produite par un affaissement donné de l'une des pointes; si l'on enfonce fortement ces pointes dans le sol; si, enfin, l'on a soin de poser ses pieds loin de ces pointes, on parviendra à restreindre les erreurs dues à la compression du sol, autant que cela peut être utile pour des opérations courantes, mais on ne les annulera pas entièrement. On éliminera, au contraire, complètement ces erreurs, si l'on fait usage d'un niveau muni, soit du miroir de Gravatt, soit, et mieux, du dipositif à prismes qui vous a été présenté. Ce dernier dispositif a été appliqué au niveau à fiole indépendante; voici en quoi il consiste :

La règle qui recouvre habituellement la fiole de la nivelle indépendante à été élevée de 3 à 4 centimètres au-dessus de cette fiole, afin de donner place au dispositif. Celui-ci comprend deux prismes isoscèles rectangles (1), placés à des hauteurs différentes. En élevant l'œil à leur hauteur, l'opérateur qui va faire la lecture sur la mire voit, dans ces prismes comme dans deux miroirs, les deux bouts de la bulle. D'ailleurs, ces prismes sont montés sur deux petits chariots munis de crémaillères, sur lesquelles agit un pignon qui permet, quand la longueur de la bulle varie, de donner aux prismes un écartement convenable. Ces deux chariots se meuvent sur une réglette qui est fixée au bouton de manœuvre de la nivelle, bouton au moyen duquel on peut lui faire exécuter, sous la règle et autour d'un arbre vertical, une demi-révolution limitée par des arrêts. Cette demi-révolution permet au

---

pendant que le pivot est vertical, si l'on donne à ce pivot une inclinaison dans le sens transversal, on aura beau établir le calage longitudinal, l'axe optique sera incliné sur l'horizon. Et cette inclinaison croîtra avec le défaut du calage transversal. Habituellement les constructeurs corrigent ce défaut de parallélisme pour les niveaux à fiole indépendante, où sa constatation est facile, mais ils ne s'en préoccupent pas pour les niveaux à fiole fixe. C'est à tort; car, avec ces derniers instruments, le défaut est souvent assez grand pour compromettre beaucoup l'exactitude des visées, quand l'observateur néglige trop le calage transversal. Il est d'ailleurs facile de constater ce défaut et son importance en examinant comment varient les lectures sur une mire distante d'une centaine de mètres, quand on établit le calage longitudinal après avoir donné au pivot des inclinaisons transversales progressivement croissantes.

(1) Les faces hypoténuses de ces prismes sont argentées ou mieux étamées, comme il convient pour un instrument exposé à recevoir la pluie et la poussière; car la rosée ou les poussières déposées sur ces faces hypoténuses compromettraient les effets de *réflexion totale* dont on se contente avec raison dans les instruments qui sont à l'abri de ces accidents.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

système réflecteur de fonctionner dans les deux positions que l'on donne à la nivelle indépendante quand, par des doubles visées, on veut compenser les erreurs du niveau.

Le dispositif doit être réglé et le calage approximatif doit être fait de telle sorte que, en élevant l'œil à la hauteur des prismes, l'opérateur voie à la fois, dans chacun d'eux, les traits correspondants gravés sur la fiole et les chiffres romains qui les accompagnent. Alors, en faisant usage du fin calage, on donne aux deux bouts de la bulle des positions symétriques par rapport aux traits correspondants. La précision avec laquelle on produit ce calage est plus grande qu'avec les instruments ordinaires, parce que, dans ces conditions, la bulle étant vue comme si on la regardait de haut en bas, ses extrémités, qui réfléchissent les bouts obscurs de la fiole, paraissent très noires; et ces extrémités, tout aussi bien que les traits et les chiffres de la fiole, se détachent très nettement sur le papier blanc qui enveloppe la partie inférieure de la fiole, papier, d'ailleurs, fort vivement éclairé, parce que la fenêtre de la nivelle est très largement ouverte. Ajoutons encore que la proximité apparente des deux bouts de la bulle facilite la comparaison de leurs écarts par rapport aux traits correspondants, et atténue beaucoup les effets de parallaxe auxquels on est exposé en calant la bulle vue, soit directement, soit par réflexion dans le miroir Gravatt, toutes les fois que le rayon visuel est oblique sur la direction de la fiole.

Quand ce dispositif fut présenté à la Commission du nivellement général de la France, l'un des membres fit observer que les images des deux bouts de la bulle étaient à des distances différentes de l'œil de l'observateur; que, par suite, les divisions correspondantes de la fiole paraissaient avoir des dimensions différentes, et que des écarts, égaux en apparence, entre les extrémités de la bulle et les traits correspondants, répondraient en réalité à des écarts inégaux; ce qui pourrait donner lieu à une erreur systématique de calage. Pour remédier à cet inconvénient, M. Klein a fait donner à la face verticale du prisme le plus éloigné de l'œil une forme sphérique convexe, dont le rayon a été calculé par M. Lallemand, secrétaire de la Commission. Les variations de dimensions apparentes, qui correspondent encore aux différences dans les écartements des prismes, qu'exigent les changements de longueur de la bulle, sont absolument négligeables.

Le même membre de la Commission fit encore observer que, dans les nivellements de précision auxquels le dispositif est destiné, il importe extrêmement, pour restreindre les erreurs dues aux réfractions et aux ondulations,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que les rayons visuels s'écartent du sol autant que possible, et que, pour cela, le support de l'instrument ait une élévation, telle que l'axe de la lunette soit à hauteur de l'œil de l'observateur. Cependant, avec le niveau présenté, si l'on donne aux prismes cette hauteur maximum, la lunette est de 75 milli-

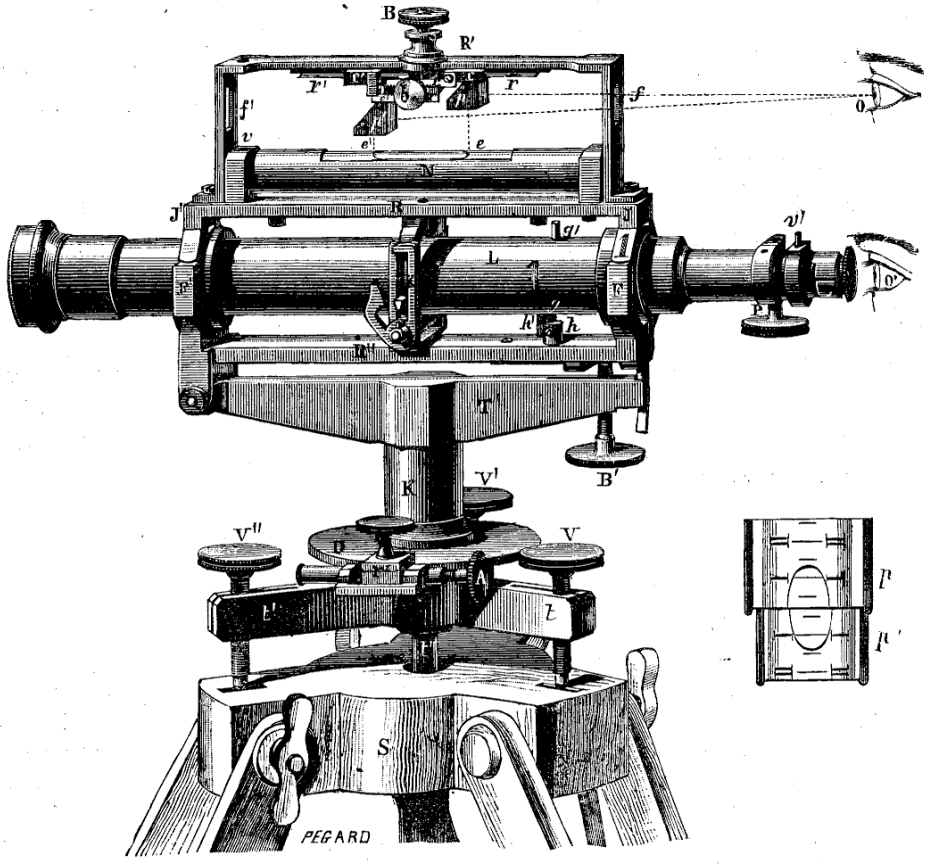


Fig. 1. — Échelle 1/3.

Fig. 2. — Échelle 1/1.

mètres plus basse. M. Lallemand proposa alors, pour conserver à la lunette la hauteur la plus convenable, de faire usage d'une double réflexion à angle droit pour amener le rayon visuel horizontal, destiné aux prismes, à hauteur de l'oculaire de la lunette. M. Klein a étudié et M. Berthélemy a réalisé cette conception au moyen de deux prismes supplémentaires, montés aux extrémités d'une gaine prismatique, que l'on peut fixer sur celle des fourches de l'instrument qui est voisine de l'oculaire. Cette addition augmente de 75 millimètres la distance de l'œil aux images de la bulle. Si, d'une part, cela gêne

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un peu la visée en diminuant le champ de vue, d'autre part cela a pour effet de restreindre et d'annuler presque la légère parallaxe qui, avec le premier système de prismes, peut être la conséquence des changements de position de l'œil. D'ailleurs, en donnant une courbure convenable à l'une des faces des deux prismes bi-réflecteurs, on peut corriger l'excès d'éloignement de ces images et les ramener à la distance de la vue distincte (1).

Les considérations que renferme ce long Rapport montrent que, quoique certainement bien délicat et peu utile pour les opérations ordinaires, le dispositif de prismes ajoutés aux niveaux à lunette, a cependant pour les nivellements de précision, une assez grande importance, puisqu'il permet d'éviter l'une des causes d'erreur de ces nivellements. Aussi le comité des arts mécaniques a-t-il l'honneur, Messieurs, de vous prier de remercier M. Berthélemy de son intéressante communication; et quoique, sans doute par discrétion, M. Klein n'ait pas cru devoir solliciter les suffrages de la Société d'encouragement, de constater la part prépondérante qu'il a eue dans la réalisation de ce perfectionnement; enfin d'ordonner l'insertion de ce Rapport dans le *Bulletin* de la Société, avec la description des appareils accompagnée de figures dans le texte.

Signé : colonel GOULIER, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 9 *novembre* 1883.

---

(1) Pour compléter ce qui se rapporte à cette question, signalons encore deux dispositions à l'étude. On sait que très souvent, se préoccupant surtout de comparer des fractions de divisions, les opérateurs commettent, dans le calage, des fautes de une division ou d'un groupe de divisions; ils mettent, par exemple, l'une des extrémités de la bulle entre des traits qui seraient chiffrés **4** et **5**, et l'autre entre les traits qui seraient chiffrés **3** et **4**. Pour éviter ces fautes, l'un des membres de la Commission avait proposé de remplacer les divisions tracées sur les fioles par deux traits, ou mieux par deux *doubles traits-index*, dont on pourrait faire varier l'écartement selon la longueur des bulles. M. le commandant Richard, attaché aux études de la Commission, avait fait remarquer que, pour obtenir la compensation des erreurs de l'instrument, on pourrait se contenter d'amener l'une des deux extrémités de la bulle en correspondance avec un trait unique; qu'ainsi on éviterait d'avoir à apprécier des fractions et que probablement on obtiendrait, de cette coïncidence, une précision suffisante. Pour expérimenter cette idée, la Commission a fait réaliser, par M. Berthélemy, d'abord une nivelle indépendante munie d'un seul prisme réversible, tournant, au moyen d'un engrenage conduit par le bouton de manœuvre, autour d'un axe vertical placé au-dessus d'un trait unique gravé sur la fiole ; puis, selon les idées de M. l'ingénieur en chef Léon Durand-Claye, un second dispositif comprenant deux prismes accolés et légèrement inclinés, dans chacun desquels on vise le trait unique de la fiole, lors des deux opérations de compensation, cela dispense de retourner le prisme unique. Ces deux dispositifs ont été réalisés par M. Berthélemy avec la même habileté que les précédents.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DES FIGURES, 1, 2, 3, 4.

Fig. 1. Vue d'un niveau de Berthélemy, muni des prismes réflecteurs Klein.

Fig. 2. Apparence des bouts de la bulle vus dans les prismes.

Fig. 3. Élévation postérieure d'un niveau muni du dispositif à double réflexion.

Fig. 4. Élévation latérale d'une partie de l'instrument muni de deux dispositifs.

Les mêmes lettres désignent les mêmes objets sur toutes les figures.

N, nivelle indépendante qui repose, sur les colliers de la lunette, au moyen des jambes J et J′ qui font corps avec la règle R.

K, système d'accrochage de cette nivelle mobile.

v, vis de réglage de la même nivelle.

R′, règle de l'étrier de manœuvre.

f, *f*′, fenêtres percées dans les montants de cet étrier.

p, *p*′, prismes isoscèles rectangles faisant fonction de miroirs.

C, C′, curseurs sur lesquels les prismes sont fixés.

r, *r*′, bouts de la platine mobile sur lesquels glissent les curseurs.

c, *c*′, crémaillères fixées sur les curseurs C et C′.

b, *b*′, boutons molletés au moyen desquels on fait tourner un pignon qui engrène avec les deux crémaillères; ce qui, à volonté, permet d'éloigner ou de rapprocher les prismes du milieu de l'instrument.

B, bouton de manœuvre de la nivelle mobile, au moyen duquel on fait faire une demi-révolution, d'abord à la platine *r r*′ qui porte les prismes, puis à la nivelle elle-même.

O′ (fig. 1), position de l'œil de l'observateur qui regarde dans la lunette.

O (fig. 1), position de l'œil de l'observateur qui regarde, dans les prismes *p*, *p*′, les images des extrémités *e* et *e*′ de la bulle.

La fig. 2 montre l'apparence des prismes et de la bulle pour l'œil placé en O. Quoique la boîte du prisme *p* paraisse plus grande que celle du prisme *p*′ qui est plus éloigné de l'œil, cependant, grâce à la convexité donnée à la face verticale du prisme *p*, les images de la partie visible de la fiole, ainsi que celles de ses divisions et de ses chiffres, sont vues avec des dimensions égales.

Ainsi que le montre la fig. 2, on ne voit, dans les prismes, que les deux bouts de la bulle. Cela permet de comparer sûrement, d'un coup d'œil, les extrémités de cette bulle avec les traits correspondants de la division gravée sur la fiole. L'emploi de chiffres romains, pour numéroter les traits de deux en deux, fait d'ailleurs éviter les fautes que l'on pourrait commettre avec des chiffres arabes, par exemple en confondant le 5 et le 3.

Pour caler la bulle, on commence par disposer l'œil, puis, s'il y a lieu, par agir sur l'un des boutons *b* ou *b*′ pour donner aux prismes un écartement tel que les extré-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mités de la bulle soient vues peu distantes des milieux des prismes. Alors on agit sur

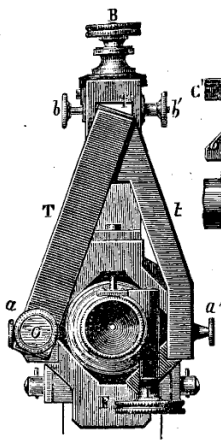


Fig. 3. — Échelle 2/5.

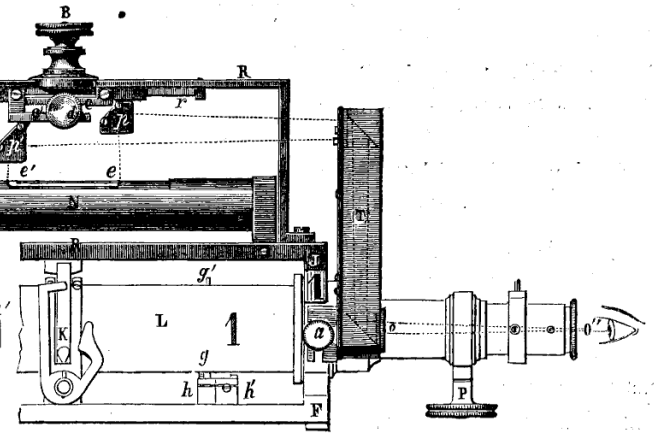


Fig. 4. — Échelle 2/5.

le bouton B' de la vis de *fin calage* pour amener ces extrémités à égales distances de traits correspondants. Théoriquement, pour que ce calage fût rigoureux, il faudrait que l'œil eût une position telle que les axes verticaux des faces des prismes et des bouts réfléchis de la bulle se confondissent avec une même verticale. Mais, en pratique, on n'a jamais à se préoccuper de l'erreur qui pourrait résulter d'une incorrection, même plus grande que celle de la fig. 2, dans la correspondance des axes dont il vient d'être question.

T (fig. 3 et 4), gaine renfermant deux prismes isoscèles rectangles qui, par une double réflexion, permettent à l'œil, placé en O'', à gauche de l'oculaire de la lunette, de voir, dans la direction O'' *o*, et comme les montre la fig. 2, les images des prismes *p* et *p'* et des bouts *e* et *e'* de la bulle.

Dans la fig. 4, des traits pointillés indiquent seulement les deux prismes de la gaine T, sans en donner les projections correctes, projections qui eussent été trop compliquées parce que les arêtes de ces prismes ne sont pas horizontales, mais ont une inclinaison nécessitée par l'obliquité de la gaine T (fig. 3).

t (fig. 3), tuteur de la gaine T.

a, *a'*, vis à têtes molletées au moyen desquelles on fixe la gaine T et son tuteur *t* sur la fourche F.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *présenté par* M. ROUSSELLE, *au nom du comité des arts économiques, sur le* GARDE-FOU POUR REGARD D'ÉGOUT *inventé par* M. CAILLETTE.

Messieurs, M. Caillette, entrepreneur de travaux publics, a soumis à l'examen de la Société d'encouragement les dessins et la description d'un garde-fou pour regard d'égout dont il est inventeur.

Fortement ému par quelques accidents qui se sont produits à Paris et particulièrement par la chute d'un enfant dont le corps n'a pu être retrouvé, pensant, d'ailleurs, que les appareils mobiles aujourd'hui usités n'offrent pas une garantie suffisante, parce que leur fonctionnement est subordonné aux soins que doivent prendre les agents municipaux, M. Caillette s'est proposé de pourvoir tous les regards d'égout débouchant sur les voies publiques d'un appareil fixe qui, dans toutes ses situations, constituât une fermeture complète de l'orifice.

Son appareil, entièrement construit en fer galvanisé, se compose de deux couronnes, l'une en fer méplat, l'autre en fer rond, ayant un diamètre un peu plus faible que l'ouverture circulaire du châssis en fonte qui clot le regard d'égout. Ces couronnes sont reliées entre elles par des tiges rectilignes aboutissant en quinze points également espacés sur chacune des circonférences.

Les assemblages sont formés par des boucles entrant dans des anneaux afin d'assurer un libre mouvement dans tous les sens. La couronne supérieure peut ainsi s'appliquer sur la couronne inférieure, les tiges devenant alors horizontales et constituant un treillis régulier avec une petite ouverture circulaire dans la partie centrale. L'appareil étant dans cette situation, si, en maintenant fixe la couronne inférieure, l'on soulève la couronne supérieure, tout en lui imprimant un léger mouvement de rotation, les tiges deviennent les génératrices d'un hyperboloïde de révolution, lequel se transforme en un cylindre lorsque la couronne supérieure est arrivée au terme de sa course et que les tiges sont devenues verticales.

M. Caillette fixe la couronne inférieure dans la cheminée du regard d'égout, un peu au-dessous du châssis, en fonte au moyen d'un procédé que nous décrirons plus tard. Quant à la couronne supérieure, elle est assujettie, lorsqu'elle est relevée, au moyen d'une crossette métallique qui se trouve

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

déjà dans la plupart des regards des égouts de Paris et qui sert à faciliter la descente des ouvriers.

L'appareil ainsi disposé constitue, lorsqu'il est mis en service, un garde-fou circulaire de $0^m,70$ de hauteur, avec barreaux verticaux espacés de $0^m,14$. La protection qu'il assure est très suffisante. L'inventeur a de plus atteint le but qu'il poursuivait, puisque l'appareil, lorsqu'il est au repos dans le regard, et lorsqu'on le développe pour le mettre en service, ou qu'on le rabat avant de fermer le regard, ne permet à personne de tomber dans l'égout.

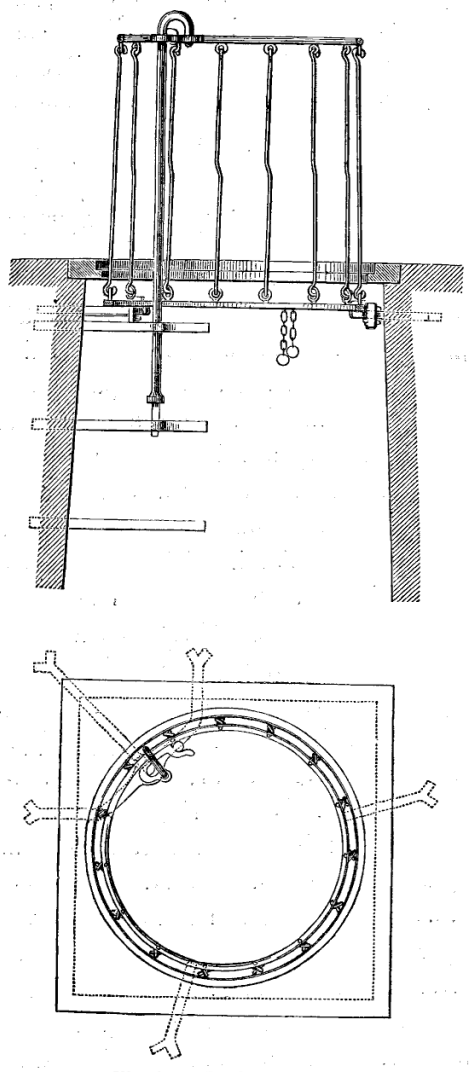


Fig. 1. — Garde-fou ouvert.

M. Caillette a réalisé, avec la permission des ingénieurs municipaux de Paris, une application de son système sur le terre-plein de la place du Théâtre-Français, du côté de la rue Saint-Honoré. L'appareil est robuste et fonctionne avec une grande facilité; il est exécuté, d'ailleurs, dans tous ses détails, avec un soin qui dénote un véritable esprit pratique. Le prix en est assez modéré.

Cependant, les dispositions conçues par l'inventeur soulèvent, nous devons le dire, une assez grave objection. Le garde-fou, parfaitement convenable pour le service journalier de la surveillance et du nettoiement des égouts, devient un obstacle fort gênant lorsqu'on doit exécuter souterrainement soit des travaux de maçonnerie, soit des ouvrages de fontainerie ou des réparations aux câbles télégra-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

phiques. Il faut alors introduire des matériaux par les cheminées de regard et la fermeture de M. Caillette s'y opposerait presque complètement. Pour surmonter cette difficulté, l'inventeur, au lieu de sceller la couronne inférieure d'une manière fixe dans la maçonnerie de la cheminée, fait reposer cette couronne dans les mâchoires de trois supports en fer carré scellés dans les murs du regard. Le serrage dans les mâchoires se fait au moyen de coins en fer. Lorsque la nécessité s'en fait sentir, on fait sauter les coins à l'aide d'un marteau et tout l'appareil peut être enlevé d'une seule pièce et placé sur le sol à côté du regard. L'entrepreneur du travail à exécuter dans l'égout peut alors librement installer l'outil à l'aide duquel s'opérera la descente des matériaux.

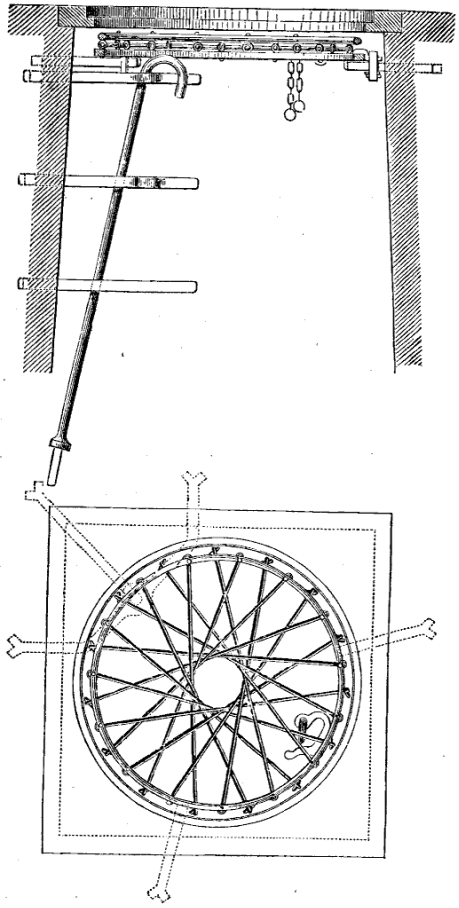


Fig. 2. — Garde-fou fermé.

Un tel procédé est sans doute efficace et ingénieux; mais n'a-t-on pas à craindre que l'on abuse des facilités qu'il procure; que l'appareil préservateur, après avoir été enlevé, soit détérioré ou mal replacé? Ce procédé n'est-il pas, d'ailleurs, en contradiction avec le programme que s'est tracé M. Caillette lui-même, puisqu'il permet, dans certains cas, la suppression de toute garantie? A ce point de vue, le système paraît susceptible de perfectionnements qui exerceront sans doute l'esprit inventif de M. Caillette.

Quoi qu'il en soit, Messieurs, votre comité des arts économiques a considéré que M. Caillette poursuit un but fort utile, que son appareil constitue une application, à la fois élégante et ingénieuse, des principes de la géométrie et qu'il offre des avantages incontestables au point de vue de la sécurité des habitants dans les villes pourvues d'égouts. Il vous propose de remercier

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Caillette de son intéressante communication et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* de la Société, en y joignant les dessins qui donnent le plan, l'élévation et la coupe de l'appareil.

Signé : ROUSSELLE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 25 janvier 1884.

NÉCROLOGIE.

OBSÈQUES DE M. DU MONCEL; DISCOURS (1) DE M. ED. BECQUEREL, MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

MESSIEURS,

Théodose-Achille-Louis, comte du MONCEL, membre libre de l'Académie des Sciences, eut, dès sa jeunesse, le goût des sciences et des arts. Il suivit en cela les nobles exemples de sa famille, car son grand-père maternel, M. de Magneville, naturaliste distingué, fonda à Caen un musée d'Histoire naturelle, un Jardin des plantes, une Société linnéenne et celle des Antiquaires de Normandie, et son père, général du génie, se livra avec ardeur à l'agriculture.

Il avait à peine terminé ses études, qu'il fit paraître un *Traité de Perspective* et s'occupa de l'examen archéologique des monuments de la Normandie. En 1843, à l'âge de vingt-deux ans (2), il entreprit un voyage en Orient, d'où il rapporta un grand nombre de souvenirs historiques, scientifiques et artistiques qui firent le sujet d'un ouvrage : *De Venise à Constantinople à travers la Grèce*, dont les planches furent dessinées et lithographiées par lui. Il fit encore plusieurs publications de ce genre ; mais à partir de 1850, il s'adonna exclusivement à l'étude des sciences physiques, qu'il poursuivit depuis sans interruption.

Il commença par établir un observatoire météorologique pourvu d'instruments enregistreurs de son invention, qui non seulement lui donnèrent le goût de la mécanique, mais encore le conduisirent à s'occuper d'électricité,

(1) *Nota.* Le corps ayant été transporté à Hérouville-Saint-Clair (Calvados), ce discours n'a pas été prononcé sur la tombe.

(2) Il était né le 5 mars 1821.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

science qui allait devenir l'objet de tous ses travaux ; il avait trouvé sa voie, et il ne s'en écarta plus pendant le reste de sa carrière.

La télégraphie électrique venait d'être installée en France ; il vit aussitôt que l'on pouvait y introduire de nouveaux perfectionnements et construisit des appareils enregistreurs de différents genres, qui, justement appréciés à l'Exposition universelle de Paris, en 1855, lui valurent une des premières récompenses.

A partir de ce moment, et à diverses reprises, il fit connaître d'autres instruments analogues, tels que télégraphes, moniteurs électriques, systèmes divers pour l'inflammation des mines, dont l'un fut employé au creusement du port de Cherbourg, ainsi que plusieurs appareils, utilisés avec avantage dans diverses circonstances.

L'appareil d'induction de Ruhmkorff fut pour lui l'objet d'une étude attentive ; il analysa un des premiers les effets des courants induits à haute tension, directs et inverses, que l'on recueille avec cet appareil, c'est-à-dire les courants induits de rupture et de fermeture, et reconnut que l'on pouvait faire prédominer tels ou tels de ces courants, suivant la résistance des circuits parcourus par eux ; il montra, en outre, quelle était la composition complexe de la décharge d'induction et donna le moyen de séparer les deux parties qui la constituent, c'est-à-dire l'auréole et le trait de feu, ou ce qui appartient à la transmission de l'électricité par les particules volatilisées des conducteurs, et à la transmission par l'incandescence du milieu ambiant. Il fit concourir à cette analyse délicate, non seulement les actions extérieures mécaniques et magnétiques, mais encore l'analyse spectrale.

Le passage de l'électricité au travers des conducteurs imparfaits le conduisit à observer le premier les effets qui se produisent lorsque deux lames de verre placées à distance l'une de l'autre ont chacune une de leurs faces extérieures munie d'une armature en relation avec les extrémités polaires d'un appareil d'induction; il se manifeste alors entre ces lames de verre une nappe lumineuse nommée *effluve électrique*, actuellement en usage pour l'électrisation des gaz et des vapeurs, ainsi que pour la production de l'ozone.

Les lois de l'aimantation des électro-aimants, suivant l'intensité des courants électriques et les dimensions des circuits, furent, de sa part, le sujet de longues recherches très bien dirigées. Ils s'occupa de la distribution du magnétisme et détermina, par expérience, les effets produits sur des arma-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tures placées à des distances diverses ; puis il chercha quelles étaient les conditions les plus favorables de construction des électro-aimants destinés à être placés dans des circuits d'une résistance déterminée, et il put indiquer quelles étaient les conditions du maximum quand on ne dépasse pas la saturation magnétique de la masse centrale en fer. Cet ensemble de recherches constitue un travail fort important, utilisé dans la pratique.

Il faut distinguer encore, parmi les travaux de notre confrère, les Mémoires qu'il a publiés sur l'électricité atmosphérique, et dans lesquels il a cherché à expliquer les changements d'intensité et les décharges qui ont lieu dans l'atmosphère, en assimilant ces effets à ceux auquels donnent lieu les effets de tension des appareils d'induction.

Comme ingénieur et membre du Conseil de perfectionnement du matériel des lignes télégraphiques, le comte du Moncel fit plusieurs séries de recherches sur les causes des variations d'intensité des différentes piles, sur leur force électromotrice, sur leur résistance à la conductibilité, ainsi que sur la transmission de l'électricité à travers le sol et sur l'isolement des fils télégraphiques. Il étudia d'une manière spéciale les courants accidentels qui se produisent sur les lignes télégraphiques et reconnut que, dans certains cas, l'action chimique exercée par les agents asmosphériques sur les fils conducteurs pouvait donner lieu à des effets perturbateurs.

A la suite de ces derniers travaux, il entreprit des expériences très délicates sur la conductibilité des corps médiocres conducteurs, tels que les substances ligneuses et minérales, recherches qui ont vivement attiré l'attention. Il démontra que cette conductibilité devait être principalement attribuée à l'humidité, qu'elle variait avec l'état hygrométrique de l'air ambiant, qu'elle changeait également suivant les dimensions des corps, la pression exercée sur eux et leur température, et qu'une dessiccation complète de certains bois conduisait à un grand pouvoir isolant.

Ces recherches et d'autres encore, que je ne puis énumérer ici, sont la preuve de sa persévérance dans la direction de ses travaux. Sa préoccupation constante était l'extension des applications de l'électricité, dont il était un des plus ardents promoteurs ; c'est même dans ce but qu'il entreprit ses publications les plus importantes, notamment son *Exposé des applications de l'Electricité*, qui a eu trois éditions (la dernière en cinq volumes), œuvre capitale, conçue sur un plan nouveau et renfermant des documents nombreux, sources précieuses pour les ingénieurs-électriciens. Il publia, en outre, un *Traité de Télégraphie électrique*, des ouvrages sur les appareils d'induction, sur les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lois des électro-aimants, l'éclairage électrique, la téléphonie, ouvrages justement estimés et qui ont eu plusieurs éditions ; il est également auteur d'un grand nombre de notices et d'articles scientifiques qui ont paru dans différents recueils. Tous ces travaux et ces publications lui assignent un rang élevé parmi les savants qui se sont distingués dans l'étude des questions relatives aux applications diverses de l'électricité.

Depuis 1856, il faisait partie du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, et, jusque dans ces dernières années, il a prêté à cette Compagnie le concours de sa grande expérience, notamment en ce qui concerne la télégraphie électrique, qu'il connaissait dans ses moindres détails.

Il eut le bonheur d'être uni à une compagne (1) dont la haute intelligence put comprendre l'importance de ses travaux ; elle était initiée à toutes ses recherches, et était devenue son collaborateur dévoué pendant toute sa carrière scientifique. Aussi la vie de notre confrère s'est-elle écoulée heureuse et tranquille, et a-t-il pu se livrer sans relâche à ses recherches de prédilection; sa plus grande ambition fut satisfaite le jour où il vint prendre place parmi nous.

Artiste habile, archéologue érudit, physicien ingénieux et fécond, travailleur infatigable, le comte Théodose du Moncel n'a pas ralenti sa marche un seul instant, et, il y a peu de temps encore, il prenait part à nos travaux. D'une parfaite loyauté et plein de bienveillance envers tout le monde, il laisse parmi ses confrères un inaltérable souvenir.

NÉCROLOGIE.

OBSÈQUES DE M. DU MONCEL; DISCOURS DE M. LEROUX, MEMBRE DU CONSEIL.

La Société d'encouragement vient de faire l'une des pertes les plus douloureuses qu'il lui soit donné de subir.

Membre, depuis vingt-huit ans, du comité des arts économiques, du Moncel a partagé nos travaux jusqu'à sa dernière heure. Son dévouement est resté acquis à tous les adeptes de cette science de l'électricité, qui a si bien rempli sa laborieuse existence, trop courte, hélas!

Qui a jamais écouté avec plus de patience les inventeurs, que nous avons

(1) Fille de M. le comte de Montalivet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour mission de soutenir dans leurs luttes, parfois si pénibles, contre la nature?

Qui a moins épargné sa peine à décrire leurs travaux pour ne laisser dans l'ombre aucun détail digne de quelque intérêt?

Les Rapports et les Communications de du Moncel forment la matière de plusieurs volumes de nos *Bulletins*.

Alors qu'il nous était donné de jouir en quelque sorte insoucieusement de son aimable commerce, nous ne songions pas que nous pussions un jour en être privés, et peut-être avons-nous profité de son labeur infatigable sans penser à en apprécier toute la grandeur. Aujourd'hui, le deuil qui nous accable nous oblige à prendre la mesure de son œuvre : en pleurant le collègue, le camarade, nous nous mettons à admirer l'artiste, le savant.

Mais n'oublions pas non plus en lui l'homme de bien. Chez du Moncel, ce n'était pas seulement cette honnêteté qu'on pourrait appeler obligatoire, en vertu de laquelle chacune de nos actions ne doit résulter que d'une conviction, chez lui c'était en quelque sorte de la candeur. Il a pu se tromper ou être trompé, mais jamais il n'a laissé guider sa plume par ces sentiments de sympathie ou d'antipathie personnelles dont bien des âmes aussi honnêtes, mais moins bienveillantes que la sienne, ont tant de peine à se défendre.

Et cependant, quelle carrière périlleuse à ce point de vue que celle qu'il s'était créée, d'historiographe des applications de la science électrique!

Pendant plus de trente ans, ses Rapports sur les inventions qui nous sont soumises, ses Communications à nos séances publiques, ses articles dans une vingtaine de recueils différents, ses Traités spéciaux, ses recherches et ses découvertes personnelles, ont soutenu l'attention du public savant.

Une voix plus autorisée que la mienne, parlant au nom de l'Académie des sciences, vient d'énumérer les titres scientifiques de du Moncel. Qu'il me soit permis de retarder de quelques instants la fermeture de cette tombe cruelle en retraçant la vie de l'infatigable travailleur.

C'est en 1821 que naquit Théodose-Achille-Louis comte du Moncel, fils d'un général du génie, pair de France.

Ses aptitudes étaient à la fois artistiques et scientifiques. A peine sorti du collège de Caen, n'ayant pas encore vingt ans, il publiait deux traités, l'un de *Perspective mathématique*, l'autre de *Perspective apparente*.

Il se prit tout d'abord de passion pour l'archéologie et les excursions lointaines qu'elle demande. En 1847, il publiait un grand ouvrage in-folio intitulé : *De Venise à Constantinople à travers la Grèce*, lequel contenait un grand

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nombre de planches dessinées d'après nature et lithographiées par lui-même. Il publia, dans les mêmes conditions, une *Étude du dessin d'après nature* et une *Monographie du château de Tourlaville*.

Mais, s'il était de bon ton de faire des voyages archéologiques, il l'était moins, paraît-il, de lithographier soi-même les planches de ses albums, et la famille du jeune artiste lui refusa les subsides nécessaires pour qu'il pût persévérer dans cette voie, laborieuse sans doute, mais peu fructueuse à l'époque.

Forcé ainsi de se restreindre du côté de l'archéologie artistique, le jeune du Moncel put s'adonner tout entier à l'objet d'une autre passion, l'électricité et ses applications.

L'ingénieux et persévérant Ruhmkorff venait de résumer, dans l'appareil qui porte son nom, les recherches de Masson et de Bréguet sur l'induction électrodynamique. Dès 1853, du Moncel commence devant l'Académie de Caen, la Société des sciences naturelles de Cherbourg et l'Institut de France, une série de Communications relatives à la nature et aux effets des décharges produites par cet appareil. Tous ces Mémoires furent ensuite résumés par lui dans deux volumes intitulés : l'un, *Recherches sur la non-homogénéité de l'étincelle d'induction;* l'autre, *Notice sur l'appareil de Ruhmkorff*. Ce dernier est parvenu à sa septième édition.

Ce fut certainement du Moncel qui imprima en France l'élan le plus vigoureux aux applications de l'électricité à une foule de mécanismes en vue, surtout, de l'enregistrement des phénomènes naturels. Dès 1852, il avait commencé par établir à l'Observatoire de Paris un *anémographe électrique*, le prototype de tous les appareils de ce genre qui furent construits depuis. Viennent ensuite son *régulateur électrique de la température*, un *galvanomètre à enregistrement photographique*, son *marégraphe électrique*, son *moniteur électrique des chemins de fer* pour éviter les collisions au moyen d'avertissements automatiques, son *traducteur électrique des courbes météorologiques*, plusieurs systèmes de *télégraphes*, dont un *sous-marin*, etc., etc.

Il imagina aussi plusieurs systèmes d'inflammation des mines par l'électricité; ils furent mis en pratique avec avantage dans les travaux de creusement du port de Cherbourg.

Tous ces appareils, que l'esprit inventif de du Moncel se plaisait à combiner, avaient pour organes fondamentaux des électro-aimants, dont la force, les dimensions et même la forme devaient satisfaire dans chaque cas spécial à des conditions particulières. Ce fut pour lui le sujet de nombreux Mémoires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il résuma dans deux volumes intitulés : l'un, *Étude du magnétisme;* l'autre, *Recherches sur les meilleures conditions de construction des électro-aimants.*

La télégraphie électrique fut l'un des sujets d'études affectionnés de du Moncel. Sa compétence lui avait valu le titre d'*ingénieur-électricien de l'Administration des lignes télégraphiques*. Il publia, en 1864, un *Traité de télégraphie électrique*, et n'a cessé depuis de publier sur le même sujet une quantité considérable de Mémoires, Rapports et Notices. Nous citerons notamment sa *Notice sur le câble transatlantique*, sa *Revue de la télégraphie à l'Exposition de* 1867, ses articles des *Annales télégraphiques*, du *Journal télégraphique de Berne*, du *Telegraphic Journal*, et ses nombreux Rapports à notre Société dont il présidait un des comités.

Parmi ses travaux académiques, on ne saurait passer sous silence ses *Recherches sur les courants telluriques* et ses nombreuses et si intéressantes expériences sur *la conductibilité des corps médiocrement conducteurs*. Il arriva à démontrer que, dans les cas les plus ordinaires, l'eau hygroscopique joue dans ces phénomènes un rôle prépondérant.

Son œuvre capitale est sans contredit l'*Exposé des applications de l'électricité*. Cet ouvrage, qui ne comporte pas moins de cinq volumes, en est aujourd'hui à sa troisième édition.

Les découvertes récentes qui ont, dans ces dernières années, imprimé aux applications de l'électricité un si remarquable élan, trouvèrent en du Moncel un apôtre infatigable. Par ses volumes consacrés au *téléphone*, au *microphone* et au *phonographe*, il initie tout un monde de lecteurs aux origines et aux perfectionnements, déjà si nombreux, de ces merveilleux appareils.

En collaboration avec M. Franck Géraldy, il fit l'histoire de l'*Électricité employée comme force motrice*.

Enfin, la mort est venue le surprendre au moment où paraissait le second volume de son *Traité de l'éclairage électrique*.

Directeur scientifique du journal *La lumière électrique*, il publia dans ce recueil un nombre considérable d'articles sur les nombreuses inventions que chaque jour voit éclore.

Dès le commencement de sa carrière scientifique, du Moncel avait épousé M^lle^ de Montalivet, fille de l'ancien ministre. Il eut l'insigne bonheur de trouver en elle, non seulement l'ange rêvé du foyer, mais, ce qui est encore plus rare, un collaborateur aussi infatigable que lui-même.

Telle est la carrière si laborieuse de notre cher et regretté collègue. Entré dans la vie avec tous les avantages que comportent encore les titres nobi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

liaires et les patrimoines, il a voulu être le fils de ses œuvres, et il y a réussi. Les historiens à venir des progrès de la science électrique, ne pourront jamais omettre le nom de du Moncel, et nous, Société d'encouragement pour l'industrie nationale, nous aurons à jamais le droit de le revendiquer comme un des bienfaiteurs de cette industrie nouvelle dont nous ne faisons qu'entrevoir le merveilleux essor.

Adieu, cher collègue !

COMMERCE.

MÉMOIRE RELATIF A LA CONVENTION INTERNATIONALE DU 20 MARS 1883 ET A LA NOUVELLE LOI ANGLAISE DE 1883 SUR LES BREVETS D'INVENTION, MODÈLES, DESSINS ET MARQUES DE FABRIQUE ET NOMS COMMERCIAUX AVEC COMMENTAIRES ET CONSÉQUENCES, PAR M. ÉMILE BARRAULT, INGÉNIEUR-CONSEIL.

C'est le 20 mars 1883, que fut conclue la convention pour la protection de la propriété industrielle, dont je veux vous entretenir en vous indiquant son origine, ses bases et ses conséquences.

Les puissances signataires, au moment actuel, sont au nombre de douze, savoir :

1. La Belgique ;
2. Le Brésil ;
3. L'Espagne ;
4. La France ;
5. Le Guatémala ;
6. L'Italie ;
7. Les Pays-Bas ;
8. Le Portugal ;
9. Le Salvador ;
10. La Serbie ;
11. La Suisse ;

La douzième puissance est l'Angleterre dont l'adhésion a été postérieure à celle des onze autres puissances pour des motifs exposés plus loin.

Il a fallu cinq années de travaux persévérants pour amener la signature de cette convention, d'autant plus importante que, par les dispositions de son article 16, elle autorise les États qui n'y ont point pris part à y adhérer par simple notification diplomatique au gouvernement Suisse, qui est chargé d'avertir régulièrement tous les autres États adhérents de la convention.

Nous pouvons prouver l'importance de cette disposition en disant, de suite, que la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Grande-Bretagne et les États-Unis ont approuvé complètement toutes les dispositions proposées par la convention, mais que l'Angleterre avait dû subordonner son adhésion à l'adoption d'un bill industriel relatif à la propriété industrielle, dont le Gouvernement anglais avait saisi le Parlement.

Aujourd'hui la loi nouvelle est votée pour fonctionner à partir du 1er janvier 1884, et je vais vous exposer les principes sur lesquels repose cette loi nouvelle et aussi quelles en sont les parties les plus essentielles et les plus importantes.

La nouvelle loi a pour objet de modifier et consolider celle des brevets d'invention, l'enregistrement des dessins et des marques de fabrique, elle annule entièrement ou en partie, non moins de vingt-trois lois ou statuts et apporte de grands changements, par suite de la simplification de la procédure, de la réduction des taxes et des rapports du breveté avec le Gouvernement anglais et les Gouvernements étrangers.

La loi prévoit certaines modifications dans la législation existante des marques de fabrique et des dessins ; mais les remarques suivantes se rapportent spécialement aux brevets d'invention qui n'avaient pas subi de changements essentiels depuis 1852.

Les principales modifications effectuées en ce qui concerne la loi des patentes sont les suivantes :

La durée des protections provisoires est portée de six à neuf mois et les taxes gouvernementales pour cette demande sont réduites de 5 livres sterling à 1 livre sterling c'est-à-dire de 125 francs à 25 francs, tandis que les taxes à payer pour compléter la patente pour son premier terme (4 années au lieu de 3 comme maintenant) sont réduites de 20 livres sterling à 3 livres sterling, c'est-à-dire de 500 francs à 75 francs, soit une somme de 100 francs pour les quatre premières années.

Le total des paiements subséquents pour la prolongation des patentes de 4 à 14 années reste la même, mais au lieu de payer les 50 et 100 livres sterling en bloc (soit 1 250 et 2 500 francs), sur la fin de la 3e et 7e année, ces sommes sont désormais payables, au choix des patentés concessionnaires, soit en une somme de 50 livres sterling ou 1 250 francs à la fin de la 4e année et une somme de 100 livres sterling ou 2 500 francs à la fin de la 8e, ou bien par des paiements annuels de 10 livres sterling ou 250 francs avant la fin des 4e, 5e, 6e et 7e années ; 15 livres sterling 375 francs avant la fin des 8e et 9e années, et 20 livres sterling ou 500 francs avant la fin des 10e, 11e, 12e et 13e années.

Des patentes peuvent être accordées à l'inventeur conjointement avec d'autres personnes acceptées par lui, mais dans chaque cas l'inventeur doit faire la déclaration qu'il est le véritable et premier inventeur.

Un point important, c'est que les demandes de patentes, toujours limitées à une seule invention, pourront désormais être adressées par la poste au *Patent Office*, au moyen des papiers timbrés exigés pour ces demandes, lesquels seront en vente dans tous les bureaux de patentes du pays ; aussitôt le dépôt effectué au *Patent Office* d'une déclaration d'inventeur avec une spécification ou description provisoire, ces docu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ments seront envoyés à des examinateurs, au lieu d'être adressés comme autrefois pour leur examen aux fonctionnaires légaux.

L'examinateur vérifiera si la spécification décrit suffisamment l'invention et constatera si le titre de la demande indique suffisamment l'objet de l'invention.

Eu outre, l'examinateur signalera au contrôleur, qui est le fonctionnaire placé à la tête du *Patent Office*, si la demande se trouvait par hasard en conflit avec une autre demande non encore revêtue du grand sceau et qui se trouverait encore à l'Office.

Après l'approbation de la spécification provisoire, le postulant doit préparer sa spécification définitive pour la déposer au *Patent Office* dans les neuf mois qui suivent la date de sa demande, et l'examinateur auquel elle est renvoyée doit déclarer si elle se trouve d'accord avec la spécification provisoire et la renvoyer au contrôleur avec son avis.

Le postulant, lorsqu'il est mécontent de la solution donnée par l'examinateur, peut toujours faire appel aux fonctionnaires légaux, mais on considère comme nulle la spécification complète qui n'est pas acceptée dans les douze mois de la date de sa demande.

Après qu'elle a été soumise au contrôleur, la spécification définitive est revêtue du grand sceau.

Jusqu'au moment où la spécification définitive est déposée, la spécification provisoire reste secrète.

Mais aussitôt ce dépôt effectué les spécifications provisoire et définitive sont soumises à l'examen du public.

Les spécifications peuvent être modifiées par voie de renonciation, de corrections, ou d'explication, mais jamais par voie d'addition, et c'est le contrôleur qui décide sur toutes les demandes de cette nature, étant bien entendu qu'il peut toujours être fait appel de sa décision aux fonctionnaires légaux.

Une très importante prévision est également introduite dans le but de permettre au patenté de renoncer, par permission du juge, pendant le cours d'une affaire, et sans échelle de procédure.

La Chambre de commerce (Board of trade) a le pouvoir d'accorder des licences obligatoires, au lieu et place des patentés, en accordant ces licences à des conditions raisonnables, et sur preuve de ce que :

(*a*) La patente n'est pas mise en œuvre dans le royaume ;

(*b*) Les exigences raisonnables du public ne sont pas satisfaites ;

(*c*) Une personne est empêchée de mettre en œuvre ou d'employer à son plus grand avantage dans le Royaume-Uni une invention dont elle est tributaire.

La juridiction du Conseil privé dans les affaires de prolongations des patentes est maintenue, mais le pouvoir presque absolu donné au Conseil privé pour confirmer les patentes n'est pas renouvelé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'action de *scire facias* est abolie, mais les révocations de patentes peuvent être obtenues, sur demande à la Cour.

Le droit de la Couronne au libre usage des inventions patentées est aboli, mais la Couronne aura le droit de se servir des inventions patentées aux conditions qui seront établies par le Trésor.

Dans toutes les difficultés légales relatives aux patentes, la Cour peut et pourra, sur la requête de l'une ou l'autre des parties, appeler un assesseur à son aide.

Les lettres-patentes peuvent être accordées aux représentants personnels des inventeurs décédés.

La clause de l'acte de modification de la loi des brevets de 1852 par laquelle la patente anglaise tombait avec l'expiration d'une patente étrangère de date antérieure, n'est pas renouvelée.

Les dispositions, en ce qui concerne l'enregistrement des documents au *Patent Office*, l'impression et la publication des spécifications et la préparation des tables de matières et abrégés, ne sont pas substantiellement modifiées.

Le contrôleur doit publier un journal illustré des inventions patentées, aussi bien que les décisions des procès de patentes, et il doit tenir ce journal en vente, ainsi que les spécifications complètes de toutes les patentes en vigueur.

Pouvoir est donné pour se joindre à l'Union internationale pour la protection réciproque des brevets, et quand ce sera fait, la publication antérieure d'une description étrangère ne pourra affecter la demande faite en Angleterre, du moins pour un temps limité.

L'adhésion de l'Angleterre est donc absolue dès ce jour et nous pouvons continuer l'exposé de la situation.

C'est au Congrès international de la propriété industrielle tenu à Paris en 1878, que, sur la proposition de M. Romanelli, commissaire italien, il fut institué une commission permanente chargée de poursuivre la réalisation officielle de ce qui n'avait pu être jusque-là qu'un objet de pure discussion.

M. Teisserenc de Bort, ministre du commerce à cette époque, accepta, pour le gouvernement français, la mission d'une honorable initiative, et il provoqua, auprès des autres gouvernements, la formation d'une conférence internationale.

Rapporteur de la section des Brevets d'invention au Congrès, j'ai eu l'honneur d'être nommé également rapporteur du Comité exécutif de la commission permanente internationale du congrès de Paris pour la propriété industrielle après la conférence internationale de 1880, qui fut présidée par M. Bozérian, sénateur, homme dont la compétence éprouvée et le caractère honorable et bienveillant furent appréciés par tous.

Vous avez, à la bibliothèque, le tableau synoptique relatif aux Brevets d'invention que j'ai dressé pour les réponses faites aux questions posées par la section française,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tant par le Congrès international de 1878 que par la conférence internationale de 1880, et les sections française et étrangères.

Je n'ai pas à revenir sur ce travail et sur ce qui l'a suivi.

La conférence de 1880 comprenait vingt et une puissances, c'est-à-dire dix des puissances adhérentes de la convention du 20 mars 1883 et l'Autriche, la Hongrie, la Confédération Argentine, les États-Unis, l'Angleterre, la Russie, la Suède et la Norvège, la Turquie, l'Uruguay et le Vénézuéla.

Vous constaterez sans doute avec surprise que l'Allemagne ne s'y trouvait pas; mais en réfléchissant un peu, vous verrez que c'est volontairement que, après s'être abstenue, elle a fait agir tous les moyens pour empêcher cette conférence d'aboutir à quelque chose de pratique, ou du moins pour empêcher les pays allemands ou dépendant de l'Allemagne d'y adhérer.

L'importance des résultats obtenus sera facilement comprise par l'étude de chacun des articles votés, et nous en ferons l'analyse et le commentaire en nous servant, pour ce commentaire, de la discussion qui a eu lieu entre les membres du Comité à propos de chaque article, tant en 1880 qu'en 1883, dans les diverses séances tenues à cet effet.

ARTICLE PREMIER. — Il établit que les douze États adhérents, à ce jour, entendent se constituer à l'état d'union pour la protection provisoire de la propriété industrielle, comme déjà se trouvent constitués, par une convention, l'établissement d'un bureau international des poids et mesures et, par des traités antérieurs, l'union postale dont les avantages ont été reconnus par tous.

Par cette convention, les États forment entre eux « une sorte de régime conventionnel, une sorte d'assurance mutuelle contre le plagiat et la contrefaçon », ainsi que le disait M. Teisserenc de Bort dans son discours d'ouverture.

Le Congrès proclame tout d'abord implicitement, et c'est d'une importance extrême, la légitimité du droit des inventeurs et des auteurs industriels sur leurs œuvres, et des fabricants sur leurs marques de fabrique.

« Ce droit est un droit de propriété que la loi civile ne crée pas, qu'elle ne fait que réglementer. »

Différence considérable avec les idées d'autrefois, exprimées par M. Michel Chevalier dans un travail officiel auquel j'ai fait réponse en 1863; différence notable avec les lois qui reposaient sur cette idée : d'une concession généreuse de la Société à des individus qui ne tenaient leurs droits que de la bienveillance du législateur et devaient mériter cette bienveillance par des sacrifices sans nombre.

Le Congrès de 1878 avait reconnu la légitimité des brevets d'invention et avait même protesté contre l'exclusion dont certains produits sont l'objet dans la législation de divers pays. Puis, abordant la question si controversée de l'examen préalable, il avait voté cette résolution : « que le brevet doit être délivré à tout demandeur à ses risques et périls; mais que, cependant, il est utile que le demandeur reçoive un avis

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

préalable et secret, notamment sur la question de nouveauté, pour qu'il puisse à son gré maintenir, modifier ou retirer sa demande. »

Le Congrès avait également donné une formule pour la définition des dessins et modèles industriels. Puis, il avait élaboré un véritable projet de loi en ce qui concerne les marques de fabrique et de commerce. Enfin, il avait déclaré que le nom commercial constituait une propriété du droit des gens, qui doit être protégée partout sans distinction de nationalité et sans obligation de dépôt.

Il faut comprendre que, dans l'article 1er, ce mot « propriété industrielle » présente un sens général comprenant toutes les industries, y compris l'industrie agricole, qui importe beaucoup à certains pays, spécialement au Portugal.

D'ailleurs, dans le protocole de clôture, le paragraphe 1er explique nettement que :

« Les mots *propriété industrielle* doivent être entendus dans leur acception la plus large, en ce sens qu'ils s'appliquent, non seulement aux produits de l'industrie proprement dite, mais également aux produits de l'agriculture (vins, grains, fruits, bestiaux, etc.) et aux produits minéraux livrés au commerce (eaux minérales, etc.). »

ART. 2. — « Les sujets ou citoyens de chacun des États contractants jouiront dans tous les autres États de l'Union, en ce qui concerne les brevets d'invention, les dessins ou modèles industriels, les marques de fabrique ou de commerce et le nom commercial, des avantages que les lois respectives accordent actuellement ou accorderont par la suite aux nationaux. En conséquence, ils auront la même protection que ceux-ci et le même recours légal contre toute atteinte portée à leurs droits, sous réserve de l'accomplissement des formalités et des conditions imposées aux nationaux par la législation intérieure de chaque État. »

Il a été entendu que, pour le moment du moins, cet article ne concède aux étrangers d'un pays adhérent que les droits dont peuvent jouir les nationaux de ce pays.

Ainsi, les Pays-Bas et la Suisse n'ont pas encore de lois sur les brevets. Ils vont en établir, mais, jusqu'au moment où elles seront promulguées, les étrangers ne pourront prendre, dans ces pays, des brevets d'invention pour la Suisse ou la Hollande lorsque les nationaux de ces pays ne le pourraient pas.

Il a été convenu et mentionné au protocole de clôture : « que la disposition finale de l'article 2 ne porte aucune atteinte à la législation de chacun des États contractants, en ce qui concerne la procédure suivie devant les tribunaux et la compétence de ces tribunaux. »

De plus, il a fallu définir que, sous le nom de *Brevets d'invention*, sont compris les diverses espèces de brevets industriels admis par les législations des États contractants, tels que : *Brevets d'importation*, *Brevets de perfectionnement*, etc.

ART. 3. — « Sont assimilés aux sujets ou citoyens des États contractants les sujets ou citoyens des États ne faisant pas partie de l'Union, qui sont domiciliés ou ont des établissements industriels ou commerciaux sur le territoire de l'un des États de l'Union. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cet article a été ajouté par suite des difficultés soulevées dans la conférence par la question de savoir si les dispositions de la convention devaient être uniquement applicables aux ressortissants des États contractants, ou bien étendues aux sujets des États qui ne font pas partie de l'Union ; et il a été décidé que la convention serait applicable, non pas à tous les étrangers sans distinction, mais à ceux qui seraient domiciliés ou établis dans l'un des États de l'Union.

Art. 4. — « Celui qui aura régulièrement fait le dépôt d'une demande de brevet d'invention, d'un dessin ou modèle industriel, d'une marque de fabrique ou de commerce dans l'un des États contractants, jouira, pour effectuer le dépôt dans les autres États, et sous réserve des droits des tiers, d'un droit de priorité pendant les délais déterminés ci-après.

« En conséquence, le dépôt ultérieurement opéré dans l'un des autres États de l'Union, avant l'expiration de ces délais, ne pourra être invalidé par des faits accomplis dans l'intervalle, soit notamment par un autre dépôt, par la publication de l'invention ou son exploitation par un tiers, par la mise en vente d'exemplaires du dessin ou du modèle, par l'emploi de la marque.

« Les délais de priorité mentionnés ci-dessus seront de six mois pour les brevets d'invention, et de trois mois pour les dessins ou modèles industriels, ainsi que pour les marques de fabrique ou de commerce. Ils seront augmentés d'un mois pour les pays d'outre-mer. »

Cette disposition est justifiée par ce fait que la demande d'un brevet d'invention dans un pays, ou le dépôt d'un dessin ou d'une marque, déterminent souvent une publicité dont pourrait profiter une autre personne pour se hâter d'acquérir, dans un autre pays, la propriété de ces mêmes brevets, dessins ou marques, ou du moins de l'empêcher d'appartenir à l'inventeur ou au propriétaire.

Le droit de priorité, concédé par l'article 4 dans tous les États de l'Union, évite non seulement cette manœuvre, mais présente en outre cet avantage considérable de ne pas imposer immédiatement à l'inventeur des dépenses pour la prise de brevets à l'étranger, et de lui permettre de ne prendre ces brevets que lorsqu'il saura déjà si son invention peut être utilement et avantageusement exploitée.

Le délai de six et sept mois pour les brevets, de trois et quatre mois pour les dessins et les marques est bien court, mais c'est un premier pas d'une importance extrême, et nous pouvons espérer que, dans une revision de la convention, le délai d'un an et de treize mois sera proposé et accepté pour les brevets, et celui de six et de sept mois pour les dessins et marques.

En tous cas, on a compris qu'il fallait établir une différence d'un mois au moins pour les pays d'outre-mer.

Art. 5. — « L'introduction par le breveté, dans le pays où le brevet a été délivré, d'objets fabriqués dans l'un ou l'autre des États de l'Union, n'entraînera pas la déchéance.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Toutefois, le breveté restera soumis à l'obligation d'exploiter son brevet, conformément aux lois du pays où il introduit les objets brevetés. »

Cet article constitue une première dérogation à la législation française. En effet, la législation de 1844 dispose : que le fait d'introduire en France un objet breveté est une cause de déchéance ; de telle sorte que l'étranger qui s'est fait breveter en France n'a pas le droit d'y faire entrer les objets qu'il fabrique dans un pays voisin en vertu d'un brevet analogue ; il ne peut même obtenir que très rarement et très difficilement la faveur d'y introduire un modèle pour faire connaître et apprécier ses produits et machines, et il résulte de là que, sauf en cas de succès considérable permettant l'établissement d'une fabrique en France, notre pays est privé pendant longtemps des moyens et machines qui assurent, pendant ce temps, la supériorité de fabrication et de vente à nos voisins plus heureux.

En effet, il n'y a qu'en France que la législation s'oppose absolument à l'introduction, par le breveté, d'objets fabriqués à l'étranger ; tous les autres pays ont compris qu'une telle exclusion leur était nuisible.

On a reconnu, en France, que cette disposition de la loi est barbare et inutile, qu'elle a été introduite par des protectionnistes inintelligents des intérêts véritables du pays, et qu'elle ne répond pas à leur but, puisqu'elle est de nature à porter de sérieux préjudices au commerce, sans aucun intérêt pour l'industrie.

Ainsi, Watt était breveté en 1769 en Angleterre et ne l'était pas en France ; il ne pouvait, par conséquent, empêcher nos manufacturiers de fabriquer, s'ils l'eussent voulu ; et cependant c'est l'Angleterre qui a le plus vite et le mieux profité de la machine à vapeur de Watt, qui a produit un bénéfice de 64 millions à l'inventeur pendant les trente-cinq années de son privilège.

La pompe à feu de Chaillot a été la première machine faite en France d'après ce système ; elle a été établie par les frères Périer, trente ans seulement après le premier brevet de Watt et lorsque déjà l'Angleterre était couverte des machines de ce grand inventeur.

Nous ne sommes pas assez loin du moment où les machines à vapeur se sont répandues en France, pour qu'on ne se souvienne pas qu'elles n'ont été vulgarisées que bien tardivement dans notre pays, et cependant l'industrie était libre ; il n'existait pas de brevet.

Jacquart est breveté en France à la date du 23 décembre 1801, et, de suite, il épuise son temps et ses forces pour persuader à ses compatriotes d'accepter son système. Il lutte contre les patrons, il lutte contre les ouvriers, et ce n'est que vers 1819 qu'il réussit à faire triompher son système sur les procédés coûteux, pénibles, insalubres même que son métier remplace avec tant d'avantages. Son triomphe aurait été plus rapide si la durée trop courte de son brevet (10 ans) ne l'avait empêché de trouver le concours utile des capitalistes.

Cependant l'industrie française s'est trouvée en possession d'un métier qui a donné

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à Lyon et à la France sur l'Angleterre une suprématie telle, qu'elle existe encore aujourd'hui après soixante ans d'intervalle.

Supposez qu'il n'existât point de brevet à cette époque, Jacquart aurait tenu son invention secrète, et il se pourrait faire qu'aujourd'hui elle ne fût pas connue; ou bien il se serait rendu en Angleterre, et là il aurait trouvé la considération et la fortune que la France n'a pas su lui donner.

Enfin, si même il fût resté en France, il n'aurait pas mis à faire réussir son œuvre la persistance qui, seule, a fait triompher son invention de la routine.

La preuve que l'invention a toujours besoin d'être propagée par quelqu'un qui y ait intérêt, c'est que l'Angleterre, où Jacquart n'avait pas de brevet, n'a possédé son métier qu'en 1820 seulement, lorsque la France entière l'avait mis en pratique.

Les Anglais étaient précédemment nos rivaux et nos maîtres dans cette industrie, mais le brevet Jacquart vint changer tout cela.

C'est en 1820 seulement qu'un nommé Lambert, un Français, alla porter en Angleterre l'invention de Jacquart, en se faisant donner un monopole, à la date du 11 avril 1820, pour quatorze années.

Si la loi anglaise n'eût pas permis d'accorder brevet aux inventions encore *inconnues* dans le pays, c'est bien plus tard que les Anglais auraient possédé le métier Jacquart, et leur industrie aurait eu plus longtemps à souffrir de notre concurrence.

Par une modification législative qui va être présentée aux Chambres, la suppression de cette interdiction sera effectuée, et la loi de 1844, ainsi allégée, deviendra meilleure.

Quant à l'obligation d'exploiter, elle restera maintenue pour les pays qui la jugeront nécessaire et qui l'auront insérée dans leurs lois; signalons en passant que, ni l'Angleterre, ni les États-Unis n'ont imposé cette obligation, et cependant c'est dans ces pays que l'industrie fonctionne le mieux.

Art. 6. — « Toute marque de fabrique ou de commerce, régulièrement déposée dans le pays d'origine, sera admise au dépôt et protégée telle quelle dans tous les autres pays de l'Union.

« Sera considéré comme pays d'origine le pays où le déposant a son principal établissement.

« Si ce principal établissement n'est point situé dans un des pays de l'Union, sera considéré comme pays d'origine celui auquel appartient le déposant.

« Le dépôt pourra être refusé si l'objet pour lequel il est demandé est considéré comme contraire à la morale ou à l'ordre public. »

Cet article a donné lieu à beaucoup de difficultés, parce que les législations de divers pays ne reconnaissent pas toutes comme marques, les mêmes signes, emblèmes, etc.

Dans certains pays une marque, admise par exemple en France, est refusée; quelques gouvernements tels que la Belgique, l'Italie, la Russie, la France, se sont préoccupés de cette situation, et ils ont conclu entre eux des arrangements aux termes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

desquels les marques d'un pays sont admises telles quelles dans l'autre, pourvu que le déposant fournisse la preuve qu'elles ont été régulièrement déposées dans le premier pays.

L'article 6 ne consacre pas le même ordre d'idées, par suite des observations faites spécialement par l'Autriche, où les chiffres ne peuvent servir de marque; par le Brésil, où l'on n'admet pas comme marques celles qui se composent exclusivement de chiffres ou de lettres; par les Pays-Bas, qui ont signalé la nécessité, pour tout déposant de marque, de publier au *Journal officiel* le dépôt exécuté, parce qu'il y a droit d'opposition pendant six mois par tous déposants antérieurs pour le cas où la nouvelle marque réclamée ne serait pas suffisamment distincte de l'ancienne.

D'autre part, l'Espagne a fait connaître ses objections relatives à l'interdiction, formulée par la loi espagnole, de reproduire comme marques de fabrique les armoiries royales ou les insignes des ordres espagnols.

C'est à la suite de sérieuses discussions que le texte de l'article 6 a été définitivement adopté, et il a été décidé qu'une interprétation, à titre de commentaire, serait donnée; elle constitue le quatrième paragraphe du protocole de clôture, et se trouve ainsi conçue :

« 4.—Le paragraphe 1er de l'article 6 doit être entendu en ce sens : qu'aucune marque de fabrique ou de commerce ne pourra être exclue de la protection dans l'un des États de l'Union par le fait seul qu'elle ne satisferait pas, au point de vue des signes qui la composent, aux conditions de la législation de cet État, pourvu qu'elle satisfasse, sur ce point, à la législation du pays d'origine et qu'elle ait été, dans ce dernier pays, l'objet d'un dépôt régulier; sauf cette exception, qui ne concerne que la forme de la marque, et sous réserve des dispositions des autres articles de la convention, la législation intérieure de chacun des États recevra son application.

« Pour éviter toute fausse interprétation, il est entendu que l'usage des armoiries publiques et des décorations peut être considéré comme contraire à l'ordre public, dans le sens du paragraphe final de l'article 6. »

ART. 7. — « La nature du produit sur lequel la marque de fabrique ou de commerce doit être apposée ne peut, dans aucun cas, faire obstacle au dépôt de la marque. »

Pour comprendre la portée de cet article, il faut savoir que dans certains pays, quand un fabricant ou un commerçant se présente pour déposer une marque de produits pharmaceutiques, par exemple, on refuse d'enregistrer cette marque, parce que le produit n'aura pas été approuvé par le conseil d'hygiène et qu'il ne peut être mis en vente.

Or, la marque est absolument indépendante du produit, et il était intéressant que son propriétaire pût la faire enregistrer, afin de garantir ses droits pour le jour où le produit, aujourd'hui interdit, serait ultérieurement admis.

ART. 8. — « Le nom commercial sera protégé dans tous les pays de l'Union, sans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

obligation de dépôt, qu'il fasse ou non partie d'une marque de fabrique ou de commerce. »

Cet article a paru nécessaire, en présence de la jurisprudence qui tend à prévaloir en France.

Le nom sous lequel on fait le commerce peut être seul ou accompagné d'emblèmes, et, dans ce dernier cas, il constitue une marque de fabrique. Or, il y a deux choses bien distinctes : le nom et l'emblème ; la Cour de cassation a décidé, néanmoins, que si la marque de fabrique tombait dans le domaine public, le nom y tombait également ; c'est cette jurisprudence et ses conséquences qu'il s'est agi de faire disparaître en stipulant que le nom ne tomberait en aucun cas dans le domaine public.

S'il est indiqué qu'il n'y a pas obligation de dépôt, cela tient à ce qu'il peut y avoir des législations qui imposent le dépôt du nom, de la même manière que celui des marques de fabrique, tandis que le but de l'article 8 est de protéger le nom, même sans dépôt, comme étant une propriété de droit commun.

Mais la convention ne protège pas le nom des Allemands, ou de tous autres sujets de pays non adhérents.

On avait mis : *sans distinction de nationalité*, mais cette indication a été supprimée après les observations de M. Jagerschmidt.

Art. 9. — « Tout produit, portant illicitement une marque de fabrique ou de commerce, ou un nom commercial, pourra être saisi à l'importation dans ceux des États de l'Union dans lesquels cette marque ou ce nom commercial ont droit à la protection légale.

« La saisie aura lieu à la requête, soit du ministère public, soit de la partie intéressée, conformément à la législation intérieure de chaque État. »

Ces dispositions de l'article 9 constitueront un avantage considérable pour les États de l'Union.

Les dispositions de la législation française, sur ce point, sont contenues dans l'article 19 de la loi du 25 juin 1857 sur les marques de fabrique, lequel est ainsi conçu :

« Art. 19 : Tous produits étrangers portant, soit la marque, soit le nom d'un fabricant résidant en France, soit l'indication du nom ou du lieu d'une fabrique française, sont prohibés à l'entrée et exclus du transit et de l'entrepôt, et peuvent être saisis, en quelque lieu que ce soit, soit à la diligence de l'administration des douanes, soit à la requête du ministère public ou de la partie lésée.

« Dans le cas où la saisie est faite à la diligence de l'administration des douanes, le procès-verbal de saisie est immédiatement adressé au ministère public.

« Le délai dans lequel l'action prévue par l'article 18 devra être intentée, sous peine de nullité de la saisie, soit par la partie lésée, soit par le ministère public, est porté à deux mois.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Les dispositions de l'article **14** sont applicables aux produits saisis en vertu du présent article. »

Les dispositions de l'article **19** protégeront désormais les produits des États de l'Union.

Il faut remarquer que jamais, en France, la douane ne constate d'office une contrefaçon; il faut que chaque négociant importateur fasse une déclaration en douane pour les produits taxés à la valeur; quand la douane suppose que la déclaration est mensongère, elle saisit les produits pour les faire expertiser.

Or, voici ce qui se passe : des draps fabriqués en Allemagne et destinés à l'Amérique passent en transit, et l'on voit, en ouvrant les ballots, l'indication : *Drap de France* sur les trames, avec une marque de fabrique française.

Le fabricant est alors averti, il fait un procès, il le gagne, mais la douane n'intervient jamais directement, malgré la menace contenue dans l'article **19**, qui sert d'épée de Damoclès pour épouvanter les contrefacteurs.

ART. 10. — « Les dispositions de l'article précédent seront applicables à tout produit portant faussement, comme indication de provenance, le nom d'une localité déterminée, lorsque cette indication sera jointe à un nom commercial fictif ou emprunté dans une intention frauduleuse.

« Est réputé partie intéressée tout fabricant ou commerçant engagé dans la fabrication ou le commerce de ce produit, et établi dans la localité faussement indiquée comme provenance. »

Il fallait réprimer les contrefacteurs qui vendent à l'étranger du vin qualifié de *Champagne*, par exemple, et qui mettent sur les bouteilles, pour mieux tromper l'acheteur, M. *Martin, négociant à Reims*. Or, il n'y a pas, à Reims, de marchand de vin de Champagne du nom de *Martin*. La fraude serait donc impunie si l'on ne pouvait faire saisir les bouteilles, comme portant une fausse indication de provenance, il y a donc là des intérêts considérables protégés.

Il faut remarquer que cet article prohibe les produits portant une indication mensongère de provenance à l'entrée seulement des autres États, et que si le fait a lieu dans le pays même, cette disposition n'est pas applicable et les lois seules spéciales du pays peuvent agir; d'autre part, on sait que partout l'on fabrique du vin de *Champagne*, de l'eau de *Cologne*, du cuir de *Russie*, du velours d'*Utrecht*, etc., etc., et ces mots n'indiquent pas la provenance, mais un genre de vin, d'eau ou de tissus, etc.

La contrefaçon n'existera que si l'on ajoute un nom commercial fictif, ou bien une indication de provenance fausse, dans le but de tromper l'acheteur sur le véritable lieu d'origine.

ART. 11. — « Les hautes parties contractantes s'engagent à accorder une protection temporaire aux inventions brevetables, aux dessins ou modèles industriels, ainsi qu'aux marques de fabrique ou de commerce, pour les produits qui figureront aux Expositions internationales officielles ou officiellement reconnues. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cet article n'a donné lieu à aucune discussion, le principe en était adopté par tous, mais il faut rappeler que l'application n'en sera possible que dans les pays qui auront une loi de protection pour les brevets d'invention, les dessins et les marques de fabrique, et la convention détermine que les États contractants prennent l'engagement d'établir des lois à cet effet, s'il n'en existe pas encore chez quelques-uns d'entre eux.

Il est évident que chaque pays, en faisant la loi nécessaire, songera nécessairement à protéger la période importante de l'installation ; la France introduira les modifications convenables pour changer la loi générale des brevets de 1844, en y prévoyant les précautions suffisantes pour satisfaire à l'article 11, sans faire une loi spéciale pour chaque exposition, ainsi que cela s'est fait jusqu'à ce jour.

ART. 12. — « Chacune des hautes parties contractantes s'engage à établir un service spécial de la propriété industrielle et un dépôt central, pour la communication au public : des brevets d'invention, des dessins ou modèles industriels et des marques de fabrique ou de commerce. »

Cet article a été adopté sans discussion, tout le monde étant convaincu de la nécessité d'une semblable mesure.

Cela existe en France, mais dans de bien mauvaises conditions, l'Angleterre, les États-Unis et l'Allemagne sont bien supérieurs sur ce point.

ART. 13. — « Un Office international sera organisé sous le titre de *Bureau international de l'Union pour la protection de la propriété industrielle.*

« Ce bureau, dont les frais seront supportés par les administrations de tous les États contractants, sera placé sous la haute autorité de l'administration supérieure de la Confédération suisse et fonctionnera sous sa surveillance. Les attributions en seront déterminées d'un commun *accord* entre les États de l'Union. »

Cet article est certainement l'un des plus importants de la convention, car il établit un lien commun entre les divers services, et le protocole de clôture règle l'exécution de cet article, par les paragraphes 5 et 6 que voici :

« 5. — L'organisation du service spécial de la propriété industrielle, mentionné à l'article 12, comprendra, autant que possible, la publication dans chaque État, d'une feuille officielle périodique.

« 6. — Les frais communs du bureau international, institué par l'article 13, ne pourront, en aucun cas, dépasser par année, une somme totale, représentant une moyenne de 2 000 francs par chaque État contractant.

« Pour déterminer la part contributive de chacun des États dans cette somme totale des frais, les États contractants, et ceux qui adhéreraient ultérieurement à l'Union, seront divisés en six classes contribuant chacune dans la proportion d'un certain nombre d'unités, savoir :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1re classe.	25	unités.
2e classe.	20	—
3e classe.	15	—
4e classe.	10	—
5e classe.	5	—
6e classe.	3	—

Ces coefficients seront multipliés par le nombre des États de chaque classe, et la somme des produits ainsi obtenus, fournira le nombre d'unités par lequel la dépense totale doit être divisée. Le quotient donnera le montant de l'unité de dépense.

Les États contractants sont classés ainsi qu'il suit, en vue de la répartition des frais :

1re classe.	France, Italie.
2e classe.	Espagne.
3e classe.	Belgique, Brésil, Portugal, Suisse.
4e classe.	Pays-Bas.
5e classe.	Serbie.
6e classe.	Guatémala, Salvador.

L'Angleterre dont l'adhésion est absolue, puisqu'elle fait l'objet de l'un des articles de la nouvelle loi exécutoire à partir du 1er janvier 1884; l'Angleterre, dis-je, appartient à la première classe.

L'administration suisse surveillera les dépenses du bureau international, fera les avances nécessaires et établira le compte annuel, qui sera communiqué à toutes les autres administrations.

Le bureau international centralisera les renseignements de toute nature relatifs à la protection de la propriété industrielle, et les réunira en une statistique générale qui sera distribuée à toutes les administrations; il procédera aux études d'utilité commune intéressant l'Union et rédigera, à l'aide des documents qui seront mis à sa disposition par les diverses administrations, une feuille périodique, en langue française, sur les questions concernant l'objet de l'Union.

Les numéros de cette feuille, de même que tous les documents publiés par le bureau international, seront répartis entre les administrations des États de l'Union, dans la proportion du nombre des unités contributives ci-dessus mentionnées. Les exemplaires et documents supplémentaires qui seraient réclamés, soit par lesdites administrations, soit par des sociétés ou des particuliers, seront payés à part.

Le bureau international devra se tenir, en tout temps, à la disposition des membres de l'Union pour leur fournir, sur les questions relatives au service international de la propriété industrielle, les renseignements spéciaux dont ils pourraient avoir besoin.

L'administration du pays où doit siéger la prochaine conférence préparera, avec le concours du bureau international, les travaux de cette conférence.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le directeur du bureau international assistera aux séances de conférences et prendra part aux discussions sans voix délibérative. Il fera, sur sa gestion, un rapport annuel qui sera communiqué à tous les membres de l'Union.

La langue officielle du bureau international sera la langue française.

ART. 14. — « La présente convention sera soumise à des revisions périodiques en vue d'y introduire les améliorations de nature à perfectionner le système de l'Union.

« A cet effet, des conférences auront lieu successivement, dans l'un des États contractants, entre les délégués desdits États.

« La prochaine réunion aura lieu, en 1885, à Rome. »

Il avait été décidé, en 1880, que la réunion prochaine aurait lieu à Vienne, en souvenir de ce que c'est en Autriche, en 1873, que fut conçue l'idée d'une Union internationale; l'absence de l'Autriche, en 1883, a nécessité le changement de la ville indiquée, et, sur la proposition de la France, *Rome* a été choisie d'un commun accord.

ART. 15. — « Il est entendu que les hautes parties contractantes se réservent respectivement le droit de prendre séparément, entre elles, des arrangements particuliers pour la protection de la propriété industrielle, en tant que ces arrangements ne contreviendraient point aux dispositions de la présente convention. »

Cet article 15 ne peut souffrir de difficultés d'interprétation.

ART. 16. — « Les États qui n'ont point pris part à la présente convention, seront admis à y adhérer sur leur demande.

« Cette adhésion sera notifiée par la voie diplomatique au gouvernement de la Confédération suisse, et par celui-ci à tous les autres.

« Elle emportera, de plein droit, accession à tous les avantages stipulés par la présente convention. »

Il n'est besoin d'aucun commentaire pour cet article, dont l'importance est considérable, cependant nous devons signaler que, le 10 mars 1883, à propos des États-Unis et de leur accession probable, il a été décidé, à l'unanimité, avec adhésion de M. Morton, délégué officiel des États-Unis, que la mention suivante serait insérée au procès-verbal de ladite séance :

« La conférence est d'avis que le Gouvernement fédéral suisse est autorisé à accepter l'accession des États-Unis d'Amérique, sous la réserve formulée au quatrième paragraphe du projet de clôture de 1880. »

Cette réserve était ainsi conçue :

« 4.—Le plénipotentiaire des États-Unis d'Amérique ayant déclaré qu'aux termes de la constitution fédérale, le droit de légiférer, en ce qui concerne les marques de fabrique ou de commerce, est, dans une certaine mesure, réservé à chacun des États de l'Union américaine, il est convenu que les dispositions de la convention ne seront applicables que dans les limites des pouvoirs constitutionnels des hautes parties contractantes. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les conséquences de cette réserve dans la pratique sont relatives aux marques de fabrique, tandis que les brevets d'invention et les dessins se trouveraient soumis de suite aux conditions de la convention internationale, si les États-Unis adhèrent prochainement, ainsi qu'il est permis de l'espérer.

ART. 17. — « L'exécution des engagements réciproques contenus dans la présente convention est subordonnée, en tant que de besoin, à l'accomplissement des formalités et règles établies par les lois constitutionnelles de celles des hautes parties contractantes qui sont tenues d'en provoquer l'application, ce qu'elles s'obligent à faire dans le plus bref délai possible. »

Il résulte de ce texte que la Suisse et la Hollande présenteront des projets de loi pour établir, dans ces pays, la protection des brevets d'invention ; quant à la France, elle aurait pu procéder en modifiant la loi de 1844, mais le gouvernement a préféré approuver purement et simplement la convention internationale qui a déjà été approuvée par le Sénat et le sera bientôt par la Chambre des députés.

Les modifications relatives à l'organisation de la publicité pourront se faire par des règlements ministériels.

L'introduction des machines ou objets qui sont brevetés en France ne sera possible que pour les brevetés des pays adhérents à la convention internationale.

ART. 18. — « La présente convention sera mise à exécution dans le délai d'un mois, à partir de l'échange des ratifications et demeurera en vigueur pendant un temps indéterminé, jusqu'à l'expiration d'une année, à partir du jour où la déclaration en sera faite.

« Cette dénonciation sera adressée au gouvernement chargé de recevoir les adhésions. Elle ne produira son effet qu'à l'égard de l'État qui l'aura faite. la convention restant exécutoire pour les autres parties contractantes. »

Il était nécessaire d'indiquer cette faculté, mais il est probable qu'un État, après avoir joui des bénéfices résultant de l'adhésion, ne renoncera pas plus à ce progrès qu'il ne renoncera aux avantages des traités relatifs aux poids et mesures et à ceux de l'union postale.

ART. 19. — « La présente convention sera ratifiée, et les ratifications en seront échangées à Paris dans le délai d'un an, au plus tard. »

Nous devons donc attendre encore une année au moins avant que la convention que nous venons d'analyser puisse être mise en vigueur, mais cette espérance est consolante, et il est fort probable qu'à cette époque les États-Unis et la Russie auront adhéré ; quant à l'Angleterre, son adhésion est faite à ce jour.

Certes, cette convention n'est pas une panacée pour les crises industrielles et commerciales, car il n'en existe pas d'autres que le travail assidu et bien dirigé, l'économie intelligente, la bonne répartition et la solidarité des forces sociales, comprenant : les soldats, les marins, les ouvriers et les patrons, les travailleurs de la tête et de la main.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais un pas nouveau est fait par de nombreux pays, sur l'initiative de la France et sous sa direction intelligente et bienveillante, pour établir une solidarité profitable entre les citoyens ou sujets de tous les gouvernements adhérents.

C'est un acte de justice, conçu dans la pensée de protéger l'industrie et le commerce contre toute concurrence déloyale et stérile, en laissant le champ libre à la concurrence légitime et fertile.

Le gouvernement de la République française a su obtenir la réalisation de cette convention difficile, par l'habileté qu'il a eue de limiter à certains points principaux la discussion et les résolutions à prendre, et de se livrer à la mise à l'étude des questions de principes qui fourniront la base d'une union susceptible d'être perfectionnée dans l'avenir.

Il faut remarquer, en effet, qu'on a évité avec soin de régler les détails, en ménageant, autant que possible, les législations divergentes des États appelés à former l'Union de la propriété industrielle, et c'était le seul moyen d'arriver à une solution pratique.

L'établissement d'un organe central, d'un bureau international, approuvé par l'unanimité des délégations des États représentés dans les conférences de **1878**, **1880** et **1883**, est de nature à inspirer grande confiance dans le développement ultérieur de cette Union.

Mais, pour terminer notre étude, il nous reste encore à vous indiquer quelles seront les conséquences pratiques de cette convention internationale, et ces conséquences vous intéressent spécialement comme ingénieurs occupés de chemins de fer, d'électricité, de métallurgie, de machines-outils, de constructions et d'industries diverses touchant aux tissus, à la sucrerie, à la papeterie, à l'éclairage, aux mines, etc.

Le succès d'un pays tient surtout au développement rapide de son industrie et de son commerce, à la connaissance et à l'emploi des moyens les plus rapides, les plus sûrs et les plus économiques.

Or, le meilleur moyen pour obtenir un résultat, c'est d'intéresser à son obtention ceux qui peuvent le favoriser, et la pratique le démontre.

Si l'Angleterre possède une grande industrie, c'est le résultat des travaux de tous les inventeurs et ingénieurs du monde entier, depuis **1623** jusqu'en **1789**, c'est-à-dire pendant cent soixante-six ans, car c'est à partir de **1623** que l'Angleterre jugea utile pour ses intérêts d'accorder des privilèges temporaires à ceux qui lui apportaient des avantages permanents.

Le calcul était juste, et la pratique l'a si bien démontré que tous les peuples civilisés ont suivi l'exemple de l'Angleterre, et si l'industrie française a quelque valeur, c'est que, depuis **1791** et surtout depuis **1844**, elle a conservé en partie les hommes de génie inventif qui lui rendirent de si grands services, comme Nicolas Leblanc, qui nous donna la soude factice pendant les guerres de notre première révolution, ce qui a permis à l'industrie française du verre, du savon, etc., de reprendre les travaux sus-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pendus par l'absence des soudes d'Espagne ; et, comme Jacquart, le perfectionneur de notre métier *Vaucanson*, dont l'influence fut si considérable ; etc.

Il ne serait pas possible de citer tous les grands inventeurs français et les services par eux rendus à notre pays, une seule conférence spéciale y suffirait à peine ; ce que je puis rappeler, c'est que pendant cent soixante-six années, durant lesquelles l'Angleterre fut seule à donner des privilèges aux inventeurs, la France, pour son compte, lui envoya des inventions importantes, parmi lesquelles je citerai : le balancier pour frapper les médailles, le moulin à papier et à cylindre, le métier à bas, la teinture du coton en rouge, un nouveau métier à gaze, une nouvelle matrice pour la monnaie, etc., etc.

Voici qu'à notre tour nous prenons des dispositions pour reprendre notre place, car l'une des heureuses conséquences de la convention internationale, c'est que, dans un délai qui ne pourra pas être bien long, une loi nouvelle sera édictée ; cette loi comprendra nécessairement :

1° La suppression, pour satisfaire à l'article 5 de la convention, du paragraphe 3e de l'article 32 de la loi de 1844, qui concernait les déchéances et se formulait ainsi :

« Art. 32 : Sera déchu de tous ses droits :

« 1°; 2°; 3°, le breveté qui aura introduit en France des objets fabriqués en pays étranger et semblables à ceux qui sont garantis par son brevet, etc., etc. »

2° Un article disant : que celui qui aura régulièrement fait le dépôt d'une demande de brevet d'invention dans l'un des États adhérents à la convention, jouira, pour effectuer le dépôt dans les autres et sous réserve des droits des tiers, d'un droit de priorité de six mois, augmenté d'un mois pour les pays d'outre-mer. (Voir art. 2, 3, 4 de la convention.)

3° L'accord d'une protection temporaire aux inventions brevetables, pour les produits figurant dans ses expositions internationales officielles ou bien officiellement reconnues (art. 11).

Il faudra de même modifier les lois sur les marques de fabrique et les dessins industriels par des lois nouvelles.

Mais l'occasion se trouvera favorable pour modifier en même temps tout ce qui concerne les publications des brevets, qui sont dans un état regrettable d'infériorité vis-à-vis de l'Angleterre, des États-Unis et de l'Allemagne. En effet, pour avoir la copie officielle d'un brevet, il faut aujourd'hui payer tout d'abord à l'État une taxe de 25 francs pour uu brevet, de 20 francs pour chaque addition et, en plus, faire à ses frais les calques des dessins au ministère, qui ne permet ces copies que depuis onze heures jusqu'à trois heures, soit pendant quatre heures par jour seulement.

Au contraire, moyennant un prix qui ne s'élève que rarement à 2 francs et qui souvent est au-dessous de 1 franc, les trois pays plus haut cités livrent chaque brevet imprimé avec les dessins lithographiés ou gravés à toute personne qui les réclame, ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui permet à chaque manufacturier de posséder chez lui la collection de tous les brevets qui peuvent intéresser son industrie.

En outre, des résumés relatifs à chaque industrie sont publiés, pour faciliter les recherches, et l'on peut, à toute distance de la capitale, être renseigné, mieux qu'il n'est possible de l'être aujourd'hui pour la France en allant au ministère et au Conservatoire prendre connaissance des documents officiels, dont beaucoup sont toujours absents pour une cause ou pour une autre.

On réclamera, par suite, la suppression de la dernière partie de l'article 11 de la loi française de 1844, ainsi conçue :

« Toute expédition ultérieure, demandée par le breveté ou ses ayants cause, donnera lieu au payement d'une taxe de 25 francs. Les frais de dessin, s'il y a lieu, demeureront à la charge de l'impétrant. »

Et la dernière partie de l'article 22 :

« Tous ceux qui auront droit de profiter des certificats d'addition pourront en lever une expédition au ministère de l'agriculture et du commerce, moyennant un droit de 20 francs. »

Par suite de l'impression immédiate et nécessaire de tous les brevets, on se verra forcé de réclamer, pour les dessins déposés, des dimensions et conditions spéciales ; mais depuis longtemps déjà l'Angleterre, les États-Unis, la Belgique, l'Italie et l'Allemagne ont adopté ces mêmes mesures de dimensions déterminées, dans le but de faciliter les publications à faire, et personne ne s'est plaint.

J'ai dressé un tableau spécial pour les États principaux du monde industriel, et il est facile de se rendre compte que, dans la prochaine réunion de la convention de revision à Rome, en 1885, il sera facile d'uniformiser les dimensions à imposer, de façon à faciliter les demandes de brevets d'invention dans tous les pays lorsqu'elles comporteront des dessins.

Mais je ne puis tout dire aujourd'hui, et je termine cette communication en exprimant l'espoir que la France, par son heureuse initiative, saura reprendre le rang que lui assurent l'intelligence de conception et l'habileté d'exécution de ses enfants, grâce au nouvel esprit qui anime nos gouvernants, et les porter en tête des nations qui avaient profité de notre négligence et de nos discussions pour marcher en avant dans la protection des droits des inventeurs et obtenir ainsi la supériorité de leur industrie.

C'est surtout pour les ingénieurs civils français que ces modifications sont heureuses, puisque la mise en pratique des inventions exige presque toujours leur concours, sans lequel aucune d'elles ne peut réussir.

L'expérience m'a prouvé que tous les hommes possédaient une certaine intelligence, dont l'expression est loin d'être égale pour tous ; si, chez les uns, elle peut se chiffrer par 10, il est certain que chez beaucoup d'autres, et spécialement pour les hommes d'étude, elle doit se chiffrer par 100, ce qui, par parenthèse, démontre que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'égalité n'est pas possible entre les hommes de cette terre, quoi qu'on fasse et quoi qu'on veuille.

Mais, ce qui est plus inégal encore, c'est le mode de répartition des forces possédées : chez les uns, la répartition des forces se fait également entre la science des affaires, la connaissance des sciences, la mémoire, l'habileté de direction, d'organisation, la puissance d'apprendre et de s'assimiler, la facilité d'exprimer ce que l'on sait et même ce que l'on devine, les facultés artistiques, la puissance de conception et de réflexion, d'expression ou d'imagination, etc.; mais alors, sauf des cas bien exceptionnels, l'homme ainsi équilibré est dans la bonne moyenne, mais ce n'est jamais un génie.

Au contraire, lorsque sur 100 à répartir, 90 se trouvent d'un seul côté, vous obtenez un grand homme, un homme de génie, dans une spécialité; c'est un Watt, un Jacquart, un Fulton, un Cort, un Stephenson, un Ruhmkorff, un Nicolas Leblanc, un Ackwright, un Giffard, etc., pour ne parler que de ceux qui sont morts et qui sont connus de nous tous, ou bien un Raphaël, un Rubens, un Poussin, etc., si c'est un peintre; un Michel-Ange, un Jean Goujon, etc., si c'est un statuaire; un Molière, un Shakespeare, un Gœthe, etc., s'il s'agit de littérateurs et de poètes à noms bien connus, etc., etc.

Dans tous ces cas, il ne reste plus que 10 à répartir pour les affaires autres que celles qui absorbent 90 de forces.

Il faut donc que des ingénieurs, des manufacturiers, des organisateurs, des conseils financiers assistent les hommes de génie, sans quoi le découragement vient les saisir, le succès ne leur est pas favorable, et quelquefois la misère seule *récompense* leur dévouement, leur science et leur génie.

Autrefois, les rois, les princes et les grands seigneurs soutenaient les artistes et les grands hommes, qui sans eux ne pouvaient rien; mais lorsqu'une puissance savait les protéger, ils lui donnaient en échange une gloire et une renommée éternelles, comme pour François Ier, Louis XIV, etc.

Vous le voyez, Messieurs, l'expérience nous apprend que, pour réussir dans ce monde, il faut solidariser les efforts des ingénieurs avec ceux des inventeurs qui ne possèdent pas les facultés nécessaires, et c'est ce que je répète chaque jour à ceux qui inventent; c'est pour cela que je me suis permis de vous le dire aujourd'hui, un peu trop longuement peut-être, mais sous une forme qui vous est familière, puisque vous avez l'habitude de vous servir de toutes les forces de la nature et des vôtres pour le progrès de la France et de l'humanité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PHYSIQUE.

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ A LA NAVIGATION AÉRIENNE, PAR M. GASTON TISSANDIER.

L'aérostat électrique à hélice de MM. Albert et Gaston Tissandier.

Dès les débuts de l'aéronautique, à la fin même du siècle dernier, on a songé à construire des aérostats de forme allongée, munis de propulseurs qui devaient donner au navire aérien la faculté de fendre l'air, comme un bateau sous-marin peut fendre l'eau à courant contraire. Si l'idée est venue à l'esprit des inventeurs, les moyens de l'exécuter faisaient absolument défaut, et il y aurait injustice à se moquer des premiers essais d'une science en enfance et à tourner en dérision, par exemple, la godille et les rames aériennes expérimentées, en 1784, par les frères Robert et le duc de Chartres. Les expérimentateurs ne pouvaient faire autre chose que ce qu'ils ont fait, n'ayant à disposer comme force motrice que du moteur humain, absolument insuffisant. La machine à vapeur n'existait pas encore à l'état d'engin pratique, et l'hélice, que l'on peut appeler le propulseur par excellence, était inconnue.

Quand la création des chemins de fer eut vulgarisé l'emploi des machines à vapeur, un jeune mécanicien, que son génie devait plus tard élever au rang des plus grands inventeurs, notre regretté maître et ami Henri Giffard, construisit, en 1852, le premier navire aérien à vapeur. Son aérostat, allongé, était actionné par une hélice à deux palettes planes, qu'une petite machine très légère, à grande pression, avec chaudière à flamme renversée, mettait en mouvement. Le jeune inventeur s'éleva seul, dans son navire aérien à vapeur et, aux yeux de nombreux spectateurs, il se dévia, pour la première fois, de la ligne du vent. Cette magnifique expérience a été renouvelée par M. Dupuy de Lôme, qui, en 1872, construisit son grand aérostat à hélice, gonflé d'hydrogène pur et actionné par un propulseur de 6 mètres de diamètre, que sept hommes mettaient en mouvement dans la nacelle.

Pourquoi M. Dupuy de Lôme, le constructeur des premiers navires cuirassés dont la machine à vapeur est l'organe essentiel, a-t-il, après Giffard, banni la vapeur d'un aérostat allongé? Parce qu'il a redouté, non sans motifs sérieux, l'association de ces deux appareils : la chaudière, qui exige du feu, et le ballon, qui est rempli d'un gaz essentiellement inflammable. En outre, le moteur à vapeur n'est pas un système à poids constant; en brûlant, le combustible qui lui donne l'énergie se transforme en produits gazeux, qui se dégagent et se dispersent dans l'atmosphère; la vapeur d'eau se volatilise, l'appareil, en fonctionnant, diminue constamment de poids. Or, l'aérostat, quand il est bien équilibré dans l'air, s'élève facilement par les plus petites pertes de poids et, pour compenser l'ascension due à la consommation du combustible, il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faudrait laisser échapper du gaz, c'est-à-dire réduire la durée du séjour dans l'atmosphère.

Danger du feu, perte de poids, tels sont les inconvénients de la machine à vapeur au point de vue de la navigation aérienne.

L'aérostation exige un moteur léger qui fonctionne sans feu et qui travaille à poids constant.

Les moteurs dynamo-électriques réalisent admirablement ces conditions multiples. Aussitôt qu'ils ont paru dans le domaine de la pratique, élevé à l'école de Giffard, j'ai songé à continuer l'œuvre du maître et à appliquer l'électricité à la propulsion d'aérostats allongés.

J'ai commencé à étudier le problème en petit en 1881, et j'ai construit pour l'Exposition d'électricité un modèle d'aérostat allongé muni d'un minuscule moteur dynamo-électrique construit tout exprès et avec art par M. G. Trouvé. Ce petit moteur pesait 220 grammes. Il actionnait, par l'intermédiaire d'une transmission, une hélice à palettes de soie de $0^m,40$ de diamètre. Le générateur d'électricité était formé de deux ou trois couples secondaires, que mon cher et savant ami Gaston Planté m'avait confiés; ces petites piles secondaires ne pesaient que 500 grammes chacune. Pendant l'Exposition d'électricité, le ballon fonctionnait attaché à un manège et gonflé d'air; mais pour le jour de l'inauguration il avait été rempli d'hydrogène, et sa force ascensionnelle avait été calculée de telle sorte qu'il pût enlever son moteur et sa batterie. Sa vitesse de translation, dans un air calme, atteignait environ 3 mètres à la seconde, et, dans ces conditions, le travail fourni sur l'arbre de l'hélice était de 1 kilogrammètre.

Ces essais faits en petit étaient encourageants. Ils me décidèrent à entreprendre des expériences en grand dans un ballon monté, essayé à l'air libre et par temps calme.

Mon frère et mon compagnon de voyages aériens, Albert Tissandier, joignit alors ses efforts aux miens, et c'est à frais communs que nous avons résolu de construire un aérostat électrique capable de nous élever dans l'atmosphère et devant être expérimenté par temps calme.

Je me suis attaché à la construction d'une batterie de piles au bichromate de potasse, après avoir constaté par plusieurs expériences que ces piles, bien combinées, pouvaient remplacer avantageusement les accumulateurs dans le cas présent; je me suis occupé de la confection du moteur dynamo-électrique qui a été exécuté par la maison Siemens, de Paris, et de la construction d'un appareil à gaz hydrogène, à grand débit. Mon frère, de son côté, a mis à profit ses connaissances d'architecte pour étudier et construire l'aérostat allongé proprement dit, avec sa housse de suspension et sa nacelle. Nos essais et nos constructions ont été faits, pour la plupart, dans l'atelier aérostatique que nous avons organisé à Paris-Auteuil (1).

(1) L'aérostat a été construit sous la direction et sur les plans de M. Albert Tissandier dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il me reste maintenant à décrire l'expérience que nous avons exécutée mon frère et moi dans le prenier aérostat dirigeable électrique.

L'aérostat électrique (fig. 1, 2 et 3) a une forme semblable à celle des ballons de M. Giffard et de M. Dupuy de Lôme. Il a 28 mètres de longueur de pointe en pointe et $9^{m},20$ de diamètre au milieu. Il est muni, à sa partie inférieure, d'un cône d'appendice terminé par une soupape automatique; le tissu est formé de percaline, rendue imperméable par un nouveau vernis d'excellente qualité (1). Le volume du ballon est de 1 060 mètres cubes.

La housse de suspension est formée de rubans cousus à des fuseaux longitudinaux,

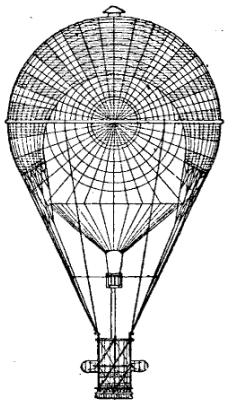


Fig. 1.

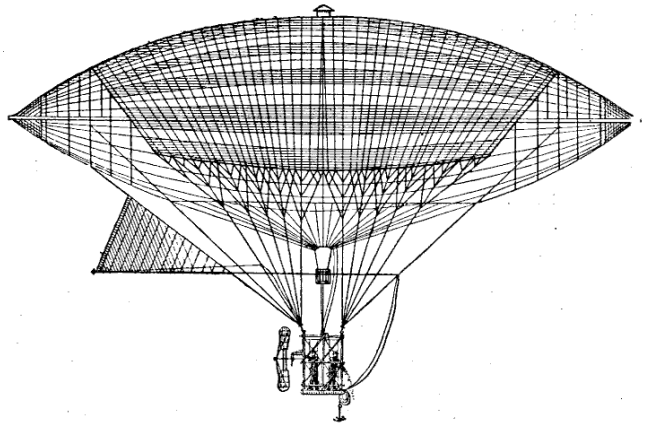


Fig. 2.

qui les maintiennent dans la position géométrique qu'ils doivent occuper; les rubans, ainsi disposés, s'appliquent parfaitement sur l'étoffe gonflée et ne forment aucune saillie, comme le feraient les mailles d'un filet.

La housse de suspension est fixée sur les flancs de l'aérostat, à deux brancards latéraux flexibles, qui en épousent complètement la forme, de pointe en pointe, en passant par l'équateur, et empêchent toute déformation du système. Ces brancards sont formés de minces lattes de noyer adaptées à des bambous sciés longitudinalement; ils sont consolidés par des lanières de soie. A la partie inférieure de la housse, des pattes d'oie se terminent par vingt cordes de suspension, qui s'attachent par groupe de cinq aux quatre angles supérieurs de la nacelle.

---

les ateliers de M. H. Lachambre, à Vaugirard. — Les expériences relatives à l'électricité et à la construction des piles, ont été exécutées dans l'atelier d'Auteuil. — Mon ami M. Ed. Hospitalier, m'a apporté dans le cours de ces recherches, le concours de ses connaissances techniques, et je suis heureux de lui adresser ici tous mes remerciements.

(1) Ce produit est préparé par M. Arnoul, fabricant de vernis à Saint-Ouen-l'Aumône.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La nacelle a la forme d'une cage. Elle a été construite à l'aide de bambous assemblés, consolidés par des cordes et des fils de cuivre recouverts de gutta-percha. La partie inférieure de la nacelle est formée de traverses en bois de noyer qui servent de support à un fond de vannerie d'osier; les cordes de suspension enveloppent entièrement la nacelle; elles sont tressées dans la vannerie inférieure et ont été préalablement entourées d'une gaine de caoutchouc qui, en cas d'accident, les préserverait du contact du liquide acide contenu dans la nacelle pour alimenter les piles.

Les cordes de suspension sont reliées horizontalement entre elles par une couronne de cordage située à deux mètres au-dessus de la nacelle.

Les engins d'arrêt pour la descente, guide-rope et corde d'ancre, sont attachés à cette couronne, qui a en outre pour but de répartir également la traction à la descente. Le gouvernail, formé d'une grande surface de soie non vernie, maintenue à sa partie inférieure par un bambou, y est aussi adapté à l'arrière.

Voici les poids des différentes parties de ce matériel :

	Kil.
Aérostat, avec ses soupapes	170
Housse, avec le gouvernail et les cordes de suspension	70
Brancards flexibles latéraux	34
Nacelle	100
Moteur, hélice et piles avec le liquide pour les faire fonctionner pendant 2 h. 30	280
Engins d'arrêt (ancres et guide-rope)	50
Poids du matériel fixe	704
Deux voyageurs avec instruments	150
Poids du lest enlevé	386
Poids total	1 240

Le moteur dont je vais parler à présent, se compose de trois parties distinctes :

1° D'un propulseur à deux palettes hélicoïdes de $2^m,85$ de diamètre, construit sur les plans de M. Victor Tatin;

2° D'une machine dynamo-électrique Siemens, nouveau type réduit à son minimum de poids;

3° D'une batterie de piles électriques légères au bichromate de potasse.

Le propulseur à deux palettes hélicoïdes est formé d'un moyeu métallique, entièrement creux, dans lequel sont fixées deux longues tiges de bois de sapin, bien sec et de bonne qualité; ces tiges servent de support à des lattes préalablement gauchies suivant épure géométrique; les rebords extérieurs sont en rotin mince; les palettes, recouvertes de soie vernie à la gomme laque, sont maintenues à l'état de fixité à l'aide de tendeurs en fil d'acier. Cette hélice, qui a été confectionnée avec beaucoup de soins, ne pèse que 7 kilogrammes.

La machine dynamo-électrique a été construite sur un nouveau modèle par la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

maison Siemens, de Paris, dont le directeur, M. Georges Boistel, ingénieur des arts et manufactures, a bien voulu m'apporter son concours avec la plus gracieuse obligeance.

On compte dans cette machine, dont les pièces de montage sont en acier fondu, 56 faisceaux sur la bobine et 4 électros dans le circuit. La bobine est très longue par rapport au diamètre. Les balais, maintenus parallèles, sont montés à calage variable. Toutes les pièces accessoires ont été réduites à leur minimum de volume et de poids,

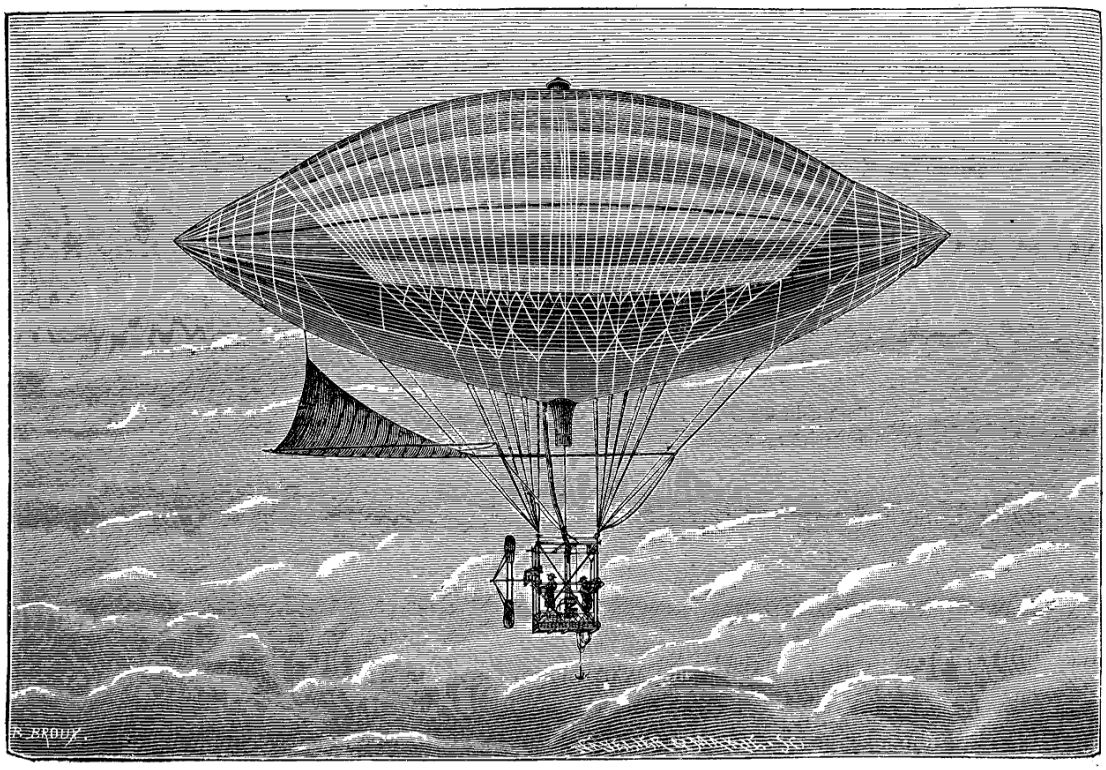


Fig. 3.

et le mécanisme est monté sur un châssis de bois à jour. L'appareil pèse 55 kilogrammes, et peut fournir un travail effectif de 100 kilogrammètres (1).

La batterie électrique, que l'on peut appeler le générateur de l'aérostat à hélice,

(1) La nouvelle machine Siemens a été essayée dans les ateliers de *Force et Lumière*, avec l'aimable concours de MM. Hospitalier et Raffard ; on a reconnu qu'elle pouvait fournir un travail effectif de 100 kilogrammètres mesurés au frein.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est formée de quatre auges d'ébonite à six compartiments, formées de 24 couples zinc et charbon.

Chaque compartiment formant un élément de pile, renferme, montés sur des tiges de cuivre plombé, 11 charbons minces (de $0^m,150$ de hauteur sur $0^m,080$ de largeur et $0^m,003$ d'épaisseur) et 10 zincs un peu plus petits placés alternativement les uns à côté des autres. — Les zincs sont tenus, à leur partie supérieure, dans des pinces flexibles qui permettent de les renouveler facilement après chaque expérience ; ces zincs ont $0^m,0015$ d'épaisseur pour faire fonctionner la pile pendant trois heures. Ils doivent être parfaitement amalgamés. Chaque compartiment est muni, à sa partie inférieure, d'un mince tube d'ébonite qui communique à un conduit latéral, relié par l'intermédiaire d'un tube de caoutchouc à un grand seau d'ébonite très léger, contenant la solution acide de bichromate de potasse; quand on lève le seau à l'aide d'une cordelette passant dans des moufles, au-dessus du niveau de la batterie, celle-ci se remplit par le principe des vases communiquants, le liquide agit sur les zincs, le courant passe ; quand on baisse le seau au-dessous, le liquide y rentre par le tube de caoutchouc, la pile se vide et cesse de fonctionner. On voit que, par ce système, les piles communiquent entre elles, mais uniquement par des conduits étroits : la résistance du liquide est assez grande pour que cette communication n'ait aucune influence sur le débit, quoique les éléments soient montés en tension. Dans la nacelle de l'aérostat électrique, il y a 4 batteries semblables, soit 24 éléments montés en tension, alimentés par quatre seaux d'ébonite contenant chacun 30 litres de la dissolution de bichromate de potasse.

La batterie est arrimée dans la nacelle, qui a $1^m,90$ de longueur et $1^m,45$ de largeur, de manière à occuper le moins de place possible. Deux auges d'ébonite, formant 12 éléments, sont placées transversalement à $0^m,35$ du fond de la nacelle, et les deux autres se trouvent fixées à $0^m,15$ au-dessus ; ces auges sont placées sur des traverses de bois et consolidées par des fils tendeurs ; les réservoirs d'ébonite des deux angles postérieurs de la nacelle alimentent les piles du haut, les deux autres réservoirs de la batterie alimentent les piles inférieures. Un espace libre est réservé entre les quatre seaux pour l'opérateur, qui peut tout faire fonctionner lui-même, ayant sous la main les cordelettes pour lever les seaux, les crochets pour fixer ces cordelettes à hauteur voulue, le commutateur à godet de mercure pour faire passer le courant et les cordes du gouvernail de l'aérostat.

La dissolution de bichromate de potasse employée pour faire fonctionner la pile, est très concentrée et très acide; elle est versée dans les seaux à une température de 35 à 40 degrés.

Depuis la fin de septembre, l'appareil à gaz étant prêt à fonctionner, l'aérostat était étendu sur le terrain, sous une longue tente mobile, afin de pouvoir être gonflé immédiatement. La nacelle et le moteur étaient tout arrimés sous un hangar qui les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

contenait. Mon frère et moi nous n'attendions plus que le beau temps pour exécuter notre expérience.

Dès le samedi 6, une hausse barométrique a été signalée ; le dimanche 7, le temps s'est mis au beau, avec vent faible, nous avons décidé que l'expérience aurait lieu le lendemain, lundi 8 octobre 1883.

Le gonflement de l'aérostat a commencé à 8 heures du matin et a été continué sans interruption jusqu'à 2 h. 30 m. de l'après-midi. Cette opération a été facilitée par des cordes équatoriales qui pendaient à droite et à gauche de l'aérostat, et le long desquelles on descendait les sacs de lest. Le navire aérien étant tout à fait gonflé, il a été procédé de suite à l'installation de la nacelle et des réservoirs d'ébonite contenant chacun, comme nous l'avons dit, 30 litres de la dissolution acide de bichromate de potasse. A 3 h. 20 m., après avoir entassé le lest dans la nacelle et après avoir procédé à l'équilibrage, nous nous sommes élevés lentement dans l'atmosphère par un faible vent E. S. E.

A terre, le vent était presque nul, mais comme cela se présente fréquemment, il augmentait de vitesse avec l'altitude et nous avons pu constater par la translation de l'aérostat au-dessus du sol, qu'il atteignait à 500 mètres de hauteur une vitesse de 3 mètres à la seconde.

Mon frère était spécialement occupé à régler le jeu de lest, dans le but de bien maintenir l'aérostat à une altitude constante et peu éloignée de la surface du sol. L'aérostat a très régulièrement plané à une hauteur de quatre ou cinq cents mètres au-dessus de la terre ; il est resté constamment gonflé, et le gaz en excès s'échappait même par la dilatation, en ouvrant, sous sa pression, la soupape automatique inférieure dont le fonctionnement a été très régulier.

Quelques minutes après le départ, j'ai fait fonctionner la batterie de piles au bichromate de potasse. Un commutateur à mercure nous permet de faire fonctionner à volonté six, douze, dix-huit ou vingt-quatre éléments et d'obtenir ainsi quatre vitesses différentes de l'hélice, variant de soixante à quatre-vingts tours par minute. Avec douze éléments en tension, nous avons constaté que la vitesse propre de l'aérostat dans l'air était insuffisante, mais au-dessus du bois de Boulogne, quand nous avons fait fonctionner notre moteur à grande vitesse, à l'aide des 24 éléments, l'effet produit s'est trouvé être tout différent. La translation de l'aérostat devenait subitement appréciable, et nous sentions un vent frais produit par notre déplacement horizontal. Quand l'aérostat faisait face au vent, alors que sa pointe de l'avant était dirigée vers le clocher de l'église d'Auteuil, voisine de notre point de départ, il tenait tête au courant aérien et restait immobile, ce que nous pouvions constater en prenant sur le sol des points de repère au-dessous de notre nacelle. Malheureusement, il ne restait pas longtemps dans cette position favorable, et quand il avait bien fonctionné pendant quelques instants, il se trouvait soumis, tout à coup, à des mouvements giratoires que le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jeu du gouvernail était impuissant à maîtriser complètement. Malgré ces rotations que nous trouverons le moyen d'éviter dans des expériences ultérieures, nous avons recommencé la même manœuvre pendant plus de vingt minutes, ce qui nous a permis de stationner sensiblement au-dessus du bois de Boulogne.

Quand nous avons essayé de nous déplacer en coupant le vent dans une direction perpendiculaire à la marche du courant aérien, le gouvernail se gonflait comme une voile et les rotations se produisaient avec beaucoup plus d'intensité. Nous estimons, d'après ces faits, que la position que doit occuper un navire aérien doit être telle que son grand axe ne fasse avec la ligne du vent qu'un angle de quelques degrés.

Après avoir procédé aux expériences que nous venons de décrire, nous avons arrêté le moteur, et l'aérostat a passé au-dessus du Mont-Valérien. Une fois qu'il eut bien pris l'allure du vent, nous avons recommencé à faire tourner l'hélice, en marchant cette fois dans le sens du courant aérien; la vitesse de translation de l'aérostat était accélérée; par l'action du gouvernail nous obtenions facilement alors des déviations à gauche et à droite de la ligne du vent. Nous avons constaté ce fait en prenant, comme précédemment, des points de repère sur le sol; plusieurs observateurs l'ont, d'ailleurs, vérifié, à la surface du sol (1).

A 4 h. 35 m., nous avons opéré notre descente dans une grande plaine qui avoisine Croissy-sur-Seine; les manœuvres de l'atterrissage ont été exécutées par mon frère avec un plein succès. Nous avons laissé l'aérostat électrique gonflé toute la nuit et le lendemain, il n'avait pas perdu la moindre quantité de gaz; il était aussi bien gonflé que la veille. Peintres, photographes ont pu prendre l'aspect de notre navire aérien au milieu d'une foule nombreuse et sympathique que la nouveauté du spectacle avait attirée de toutes parts.

Nous aurions voulu recommencer le jour même une nouvelle ascension; mais le froid de la nuit avait déterminé la cristallisation du bichromate de potasse dans nos réservoirs d'ébonite, et la pile, qui était loin d'être épuisée, se trouvait cependant ainsi hors d'état de fonctionner. Nous avons fait conduire l'aérostat à l'état captif sur le rivage de la Seine, près du pont de Croissy, et là, à notre grand regret, nous avons dû procéder au dégonflement, et perdre, en quelques instants, ce gaz que nous avions mis tant de soins à préparer.

Nous avons été aidés, dans toutes ces opérations, avec la plus aimable obligeance par la population de la localité et par plusieurs propriétaires des villas voisines.

---

(1) Quoique les difficultés d'une première expérience ne nous aient pas laissé le loisir de prévenir de notre ascension toutes les personnes que nous aurions voulu inviter, nous avions à notre départ un grand nombre de spectateurs. Parmi ceux-ci, M. Ch. Tellier nous a affirmé que, de terre, en prenant le sommet d'un arbre comme point de repère, il a vu *par moments*, l'aérostat électrique *remonter le courant aérien* à vent contraire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sans entrer dans de plus longs détails au sujet de notre retour (1), nous pouvons conclure de cette première expérience :

Que l'électricité fournit à l'aérostat un moteur des plus favorables, et dont le maniement dans la nacelle est d'une incomparable facilité ;

Que dans le cas particulier de notre aérostat électrique, quand notre hélice de $2^m,80$ de diamètre tournait avec une vitesse de 180 tours à la minute, avec un travail effectif de 100 kilogrammètres, nous arrivions à tenir tête à un vent de 3 mètres à la seconde, et en descendant le courant à nous dévier de la ligne du vent avec une grande facilité ;

Que le mode de suspension d'une nacelle à un aérostat allongé, par des sangles obliques maintenues au moyen de brancards latéraux flexibles, assure une stabilité parfaite au système.

Nous devons ajouter que notre ascension du 8 octobre ne doit être considérée que comme une expérience d'essai préliminaire qui sera renouvelée avec les améliorations que comporte notre matériel. Nous ferons observer surtout que nous avions dans la nacelle un excès considérable de lest et qu'il nous sera facile, dans la suite, d'employer un moteur beaucoup plus puissant.

La navigation aérienne ne sera pas créée en une seule fois ; elle nécessite des essais nombreux, des efforts multiples, et une persévérance à toute épreuve.

Les résultats seraient beaucoup plus satisfaisants, si l'on employait un aérostat beaucoup plus grand. Les surfaces ne croissant pas avec les volumes, on aurait avantage à construire des ballons gigantesques qui pourraient être munis de machines très puissantes, et avoir une vitesse propre assez considérable pour remonter des courants aériens de force moyenne, mais les dépenses que nécessiterait un tel matériel ne pourraient être faites que par des Sociétés ou par l'État.

Nous avons dû borner notre ambition, mon frère et moi, à nous efforcer avec notre aérostat de 1 000 mètres cubes de donner une démonstration de direction par temps calme, et nous nous félicitons d'avoir été les premiers à associer, même en petit, ces deux puissances de l'avenir : la navigation aérienne et l'électricité.

Nouvel appareil de M. Gaston Tissandier pour la fabrication du gaz hydrogène.

Le gaz hydrogène bien préparé a une force ascensionnelle de 1 180 grammes par

---

(1) Nous dirons ici que notre matériel a pu être ramené à Paris sans que rien absolument ait subi la moindre avarie ; grâce à un mode spécial de fermeture de nos réservoirs d'ébonite, pas une goutte de liquide n'a été répandue dans la nacelle, et pas un seul charbon mince de la pile n'a été cassé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mètre cube ; le gaz de l'éclairage en a une qui, sous le même volume, atteint seulement 730 à 740 grammes. Ces chiffres suffisent pour montrer l'avantage que présente, au point de vue aérostatique, le premier gaz sur le second.

Si la production en grand de l'hydrogène intéresse les aéronautes, elle n'est pas sans offrir quelque importance, au point de vue des laboratoires de chimie, construits loin des usines à gaz, et de certaines industrie de luxe qui font usage du chalumeau à gaz oxhydrogène pour la fusion des métaux ; c'est à ces titres différents que nous donnerons ici une description assez détaillée de notre nouvel appareil.

Cet appareil est construit sur un principe analogue à celui que notre regretté maître et ami Giffard avait installé, en 1878, dans la cour des Tuileries pour le gonflement de son grand ballon captif à vapeur ; mais il en diffère considérablement dans les détails, et dans le mode de construction. L'hydrogène dans notre appareil, comme dans celui de M. Giffard, se produit par la décomposition de l'eau sous l'influence du fer et de l'acide sulfurique, mais au lieu d'employer un générateur unique de grand volume fait en tôle garnie intérieurement de feuilles de plomb épaisses, d'un prix très élevé, j'ai fait usage de tuyaux Doulton en terre de Londres, de ceux-là même dont on se sert habituellement pour les conduites d'eau. Ces tuyaux résistent très bien à l'action des acides, même à chaud : en les superposant verticalement, et en les soudant les uns avec les autres à l'aide d'un mastic spécial, il est possible de s'en servir pour faire des réservoirs cylindriques de grand volume et d'un prix beaucoup moindre que celui de réservoirs métalliques. Après avoir fait des essais sur des tuyaux de petite dimension, j'ai construit un générateur, formé de huit tuyaux Doulton, de 0^m, 45 de diamètre intérieur et de 0^m,76 de hauteur. On obtient ainsi une colonne de plus de 6 mètres de hauteur capable de contenir 1 000 kilogrammes de tournures de fer tamisées. Quatre générateurs distincts sont capables de produire un volume considérable de 300 mètres cubes de gaz hydrogène à l'heure, c'est-à-dire d'opérer la dissolution de 1 000 kilogrammes de fer, dans 1 500 kilogrammes d'acide sulfurique étendu de trois fois son volume d'eau.

Les quatre générateurs sont identiques ; il nous suffira donc d'en décrire isolément un seul. C'est ce que nous allons faire aussi succinctement que possible en reportant le lecteur à la coupe représentée dans la figure ci-contre. Le générateur formé de tuyaux en grès Doulton, est figuré en G (fig. 4) ; le cylindre est fermé à sa partie inférieure par une maçonnerie de briques faite à chaud avec un ciment de soufre fondu additionné de résine, de suif et de verre pilé. Ce même ciment a été employé pour garnir les joints des tuyaux et les souder les uns avec les autres. Le tuyau de grès inférieur, que nous appellerons le n° 1, le tuyau n° 4 et le tuyau n° 6, en comptant de bas en haut, sont des tuyaux à deux tubulures qui permettent de ramifier à l'appareil les tubes plus étroits servant : à l'entrée dans l'appareil de l'eau additionnée d'acide sulfurique, à la sortie du liquide chargé de sulfate de fer après la réaction opérée, et au dégagement du gaz hydrogène formé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le générateur étant rempli de tournure de fer, l'eau additionnée d'acide sulfurique arrive par le tuyau A, et pénètre à la partie inférieure du récipient. Le liquide traverse un double fond percé de trous, et il s'élève à travers une colonne de tournure de fer, qui se dissout peu à peu; le fer sous l'action de l'acide sulfurique décompose l'eau dont il fixe l'oxygène; il se forme ainsi du sulfate de fer et un abondant dégagement de gaz hydrogène. Ce gaz se dégage par le tuyau T; le liquide chargé de sulfate de fer s'écoule en B par le tuyau B C en forme d'U, et arrive dans un caniveau qui le mène directement à l'égout (1). L'écoulement de l'eau chargée d'acide sulfurique étant

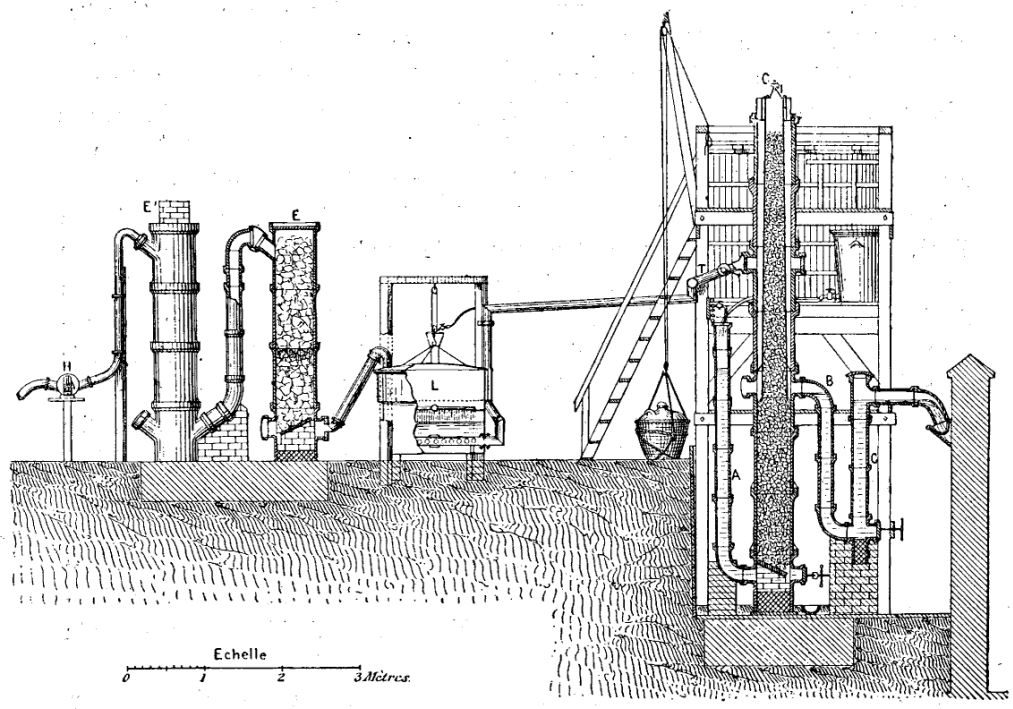


Fig. 4.

continu, la production de l'hydrogène est également continue, au fur et à mesure que le fer se dissout dans la partie inférieure du générateur, il est sans cesse renouvelé par la réserve contenue dans la partie supérieure du tuyau. Cette réserve de fer qui alimente le générateur, est placée dans un tube supérieur métallique, légèrement

(1) On peut recueillir le liquide chargé de sulfate de fer et faire cristalliser ce sel qui a une certaine valeur commerciale, mais il faudrait encore à cet effet disposer de grands réservoirs, évaporer les eaux, etc.; les frais d'installation, pour une production faite à de rares intervalles, dépasseraient de beaucoup le faible bénéfice que l'on pourrait retirer de la vente du sulfate de fer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tronconique : la partie inférieure de ce tube est en cuivre plombé et elle pénètre de quelques centimètres dans le liquide où se produit la réaction ; la dissolution de sulfate de fer en s'échappant en B, n'entraîne pas ainsi de tournure de fer.

Le générateur à sa partie supérieure est bouché à l'aide d'une fermeture hydraulique qui, au cas d'obstruction, forme soupape de sûreté. Notre appareil, comme nous l'avons dit, comprend quatre générateurs qui peuvent à volonté fonctionner ensemble ou isolément; il est facile de les séparer du circuit de tuyaux de dégagement, à l'aide de robinets de $0^m,08$ de diamètre intérieur; on peut ainsi remettre de la tournure de fer dans un générateur, procéder à son nettoyage en cas d'obstruction des tuyaux, etc., sans interrompre la production des trois autres générateurs.

Le gaz hydrogène, produit par une réaction énergique, se dégage avec des torrents de vapeur d'eau; il est en outre légèrement acide : il faut le refroidir et le laver. Notre laveur, presque entièrement semblahle à celui de M. Giffard, est représenté en L; le gaz arrive à la partie inférieure d'une masse d'eau sans cesse renouvelée par un écoulement continu; il traverse le liquide en se divisant à travers un grand nombre de tubes, percés de trous, ramifiés au tuyau abducteur; après s'être lavé, le gaz traverse deux épurateurs EE' remplis de soude caustique, et de chlorure de calcium (1); il passe enfin à travers un globe de verre H contenant un hygromètre et un thermomètre qui indiquent si le gaz est bien desséché et bien refroidi. Dans ces conditions, nous obtenons un gaz presque complètement sec ayant une force ascensionnelle de 1 190 grammes par mètre cube, chiffre qui n'avait jamais été obtenu dans les préparations aérostatiques faites en grand. Après avoir traversé la cloche de verre H, contenant un hygromètre et du papier de tournesol, le gaz arrive dans l'aérostat par l'intermédiaire d'un tuyau de gonflement.

Les quatre générateurs de notre appareil sont alimentés du liquide acide qui les fait fonctionner, par de grands réservoirs de 8 mètres cubes; ce sont des cuviers de bois très épais, munis à leur partie inférieure de quatre robinets en terre Doulton permettant d'alimenter à la fois les quatre générateurs.

Chacun de ces réservoirs peut contenir 30 touries d'acide sulfurique à 53° ou 3 000 kilogrammes, délayés dans 6 000 kilogrammes d'eau ordinaire. Il y a là, dans chaque cuvier, une réserve capable de fournir à la production de 350 à 400 mètres de gaz hydrogène. Pendant que l'un des cuviers se déverse dans les quatre générateurs, l'autre cuvier peut être rempli, et ainsi de suite alternativement.

---

(1) Dans les appareils précédemment construits, on a toujours fait usage de la chaux vive pour sécher le gaz hydrogène. Cette substance offre un grand inconvénient; en absorbant l'humidité, elle se délite, elle se gonfle et se transforme en une poussière très ténue qui peut boucher les tuyaux ou être entraînée avec le gaz dans l'aérostat, dont elle brûle le tissu. Le chlorure de calcium est d'un excellent emploi; nous y avons ajouté de la soude caustique, afin que le gaz soit rendu alcalin; s'il était encore quelque peu chargé d'acide sulfurique, il pourrait donner naissance, avec le chlorure de calcium, à des traces d'acide chlorhydrique qui seraient très nuisibles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les générateurs sont enveloppés d'une solide charpente, munie d'une plate-forme supérieure où l'on peut faire monter, à l'aide d'une moufle, les touries d'acide sulfurique et les sacs de tournure de fer nécessaires à l'alimentation de l'appareil.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Une nouvelle source de caoutchouc. — L'attention du gouvernement des Indes vient d'être attirée sur une nouvelle plante, commune dans l'Inde méridionale, qui donne des quantités abondantes de caoutchouc pur. Elle appartient à la classe des Apocynées et s'appelle *Prameria glandulifera;* elle est originaire des forêts de la Cochinchine où son jus liquide est souvent employé comme médecine par les Annamites et les Cambodgiens. Les Chinois l'appellent *Tuchmig*, et ce produit est un ingrédient fréquent dans le matériel médical chinois, sous forme de fragments noircis d'écorce ou de petites branches; il est importé de la Cochinchine. Le prix de l'écorce après avoir été fumée au sec, est d'environ 40 centimes le kilogramme. Lorsqu'on casse les branches, on peut voir dans l'intérieur une quantité abondante de caoutchouc qui peut être étiré en fils comme le landelphia de l'est de l'Afrique. La plante peut être propagée par la plante des jeunes pousses, et M. Pierre, directeur du jardin botanique de Saïgon, pense qu'elle peut être plantée dans des réserves quand elle n'a pas dépassé dix années, et qu'elle peut constituer une addition d'une grande valeur économique à l'industrie forestière indienne.

(*Moniteur scientifique.*)

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur. — 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

83e année. Troisième série, tome XI. Avril 1884.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

NÉCROLOGIE.

La Société a perdu, le 11 avril, son illustre et vénéré président, M. Dumas. Cette perte n'est pas seulement un immense deuil pour la Société, c'est un deuil public : M. Dumas était une des grandes illustrations scientifiques de la France, une gloire nationale. Il était un guide sûr et dévoué pour toutes les Sociétés auxquelles il appartenait et, particulièrement, pour la Société d'encouragement qu'il dirigeait avec tant de zèle depuis près de quarante ans.

DISCOURS DE M. DEBRAY, MEMBRE DU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT.

Messieurs,

M. Dumas était notre président depuis trente-neuf ans ; il était entré dans le Conseil de notre Société en 1829, comme membre adjoint du comité des arts économiques ; en 1830, il passait au comité des arts chimiques. — Nommé titulaire en 1837, vice-président en 1841, il devenait président de notre Société en 1845, en remplacement de Thénard que la maladie forçait à résilier ses fonctions.

M. Dumas a donc apporté à notre Société, pendant plus d'un demi-siècle, le précieux concours de sa science et de sa haute expérience, avec un zèle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et un dévouement qui ne se sont jamais affaiblis. M. Dumas n'était pas seulement ce savant illustre qu'on a appelé, avec justice : « le continuateur de Lavoisier »; comme Lavoisier, il aimait l'industrie sous toutes ses formes et il avait le plus vif désir de lui être utile. Il en trouvait naturellement l'occasion en entrant dans une Société où la science a toujours été en honneur et où elle est considérée comme le guide nécessaire de toute opération industrielle.

C'est en 1801 qu'une élite de savants, d'industriels, d'agriculteurs et d'hommes politiques, auxquels s'était joint le premier Consul, fondait la Société d'encouragement pour l'industrie nationale « pour éclairer les procé-« dés traditionnels des ateliers par la lumière de la science pure et fournir « à la science les résultats constatés par la pratique industrielle et agri-« cole (1). »

Chaptal était le premier président de la Société naissante. « En choisissant « le comte Chaptal, dont la personne offrait le triple symbole du savant, du « praticien et de l'administrateur, votre Conseil — nous disait, il y a quel-« ques années, M. Dumas (2) — avait voulu donner, dès la naissance de la « Société, un signe sensible et permanent de sa propre signification : union « dans un grand intérêt national de la théorie et de la pratique dans les « ateliers, sous le contrôle de la prévoyance, de la règle et de l'ordre. »

En donnant à Chaptal pour successeur d'abord Thénard (1832), puis M. Dumas (1845), la Société choisissait pour la conduire des hommes réunissant la science la plus haute, l'esprit pratique le plus sûr à d'éminentes qualités d'administrateur.

Elle trouvait aussi en M. Dumas un président accompli, ayant un art merveilleux d'exposition, dirigeant avec un tact parfait les discussions les plus délicates, trouvant toujours la meilleure solution aux questions épineuses, possédant un fonds inépuisable de bienveillance, et cette rare qualité, marque des natures supérieures, le charme et le don de séduire ceux qui l'approchaient.

Avec une telle supériorité, qui l'a mis partout à la première place, M. Dumas a exercé sur nos travaux une influence considérable, dont on trouve la trace constante dans les procès-verbaux de tous nos comités. Mais je ne puis

(1) Dumas, *Bulletin de la Société d'encouragement*. Juillet 1879, p. 340.
(2) — — — p. 341.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aborder ici la longue énumération des services qu'il nous a rendus ou qu'il a rendus dans notre Société à l'industrie nationale ; de ces derniers, je ne citerai qu'un seul, qu'il rappelait volontiers pour nous en rapporter l'honneur.

Il y a un peu plus de quarante ans, l'industrie du sucre indigène traversait une crise où elle semblait devoir périr. L'État était disposé à proposer aux Chambres le rachat des fabriques existantes; cette solution extrême, acceptée par les possesseurs découragés, était considérée comme un bienfait par les colonies, par la marine et par le fisc. Sous son impulsion énergique, la Société d'encouragement la dénonçait comme une mesure funeste aux intérêts du pays, elle établissait avec évidence que cette belle industrie était indispensable au développement de notre agriculture; qu'elle accroissait dans une large mesure la production de nos fermes, et qu'en y introduisant la connaissance et le maniement des machines, elle en augmentait la valeur en même temps que l'intelligence et le bien-être des ouvriers agricoles. Le département du Nord, quelques années plus tard, en 1849, témoignait sa reconnaissance à M. Dumas, en l'envoyant comme député à l'Assemblée Constituante.

Notre regretté Président ne s'est pas occupé seulement des intérêts matériels de l'industrie, il a défendu avec autant de zèle une partie tout aussi importante de notre patrimoine national, la gloire de nos inventeurs. On se rappelle avec quelle ardeur il a pris en main la cause de Nicolas Leblanc, mort pauvre et méconnu, contre ceux qui lui contestaient la découverte capitale de la soude artificielle; il a eu le même souci de la gloire de Philippe de Girard, l'inventeur de la filature du lin.

En dehors de nous, M. Dumas a rendu à l'industrie bien des services; il est de notre devoir de rappeler les plus grands. Il a fondé l'École Centrale ; il a été, depuis 1839, membre influent du Jury de toutes nos Expositions nationales ou internationales; enfin, comme président du Conseil supérieur de l'Université, il a puissamment contribué à donner aux sciences dans notre enseignement national leur part légitime et à développer dans notre pays l'enseignement technique.

Il y a cinq ans, nous fêtions, sans aucune ombre de tristesse, la cinquantaine de l'entrée dans notre Conseil de notre illustre Président, que quatre-vingts ans d'âge et soixante années d'immense labeur n'avaient pas vieilli. Il répondait avec son éloquence et sa bonne grâce habituelles à l'allocution de l'un des nôtres rappelant ses éminents services, et en nous remerciant ous de nos témoignages d'affection, de reconnaissance et de respect, il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nous disait : « Quand on approche du terme de la vie, on aime à penser « qu'on laissera des souvenirs et des regrets. »

Cher et vénéré maître, vous laissez dans l'histoire de la science et de l'industrie un nom immortel ; vous laissez aussi dans le cœur de tous ceux qui vous ont connu, aimé, admiré, des souvenirs et des regrets que rien n'effacera.

DISCOURS PRONONCÉS AUX OBSÈQUES DE M. DUMAS, AU NOM DE DIVERSES SOCIÉTÉS SAVANTES.

DISCOURS DE M. LE COMTE D'HAUSSONVILLE, DIRECTEUR DE L'ACADÉMIE FRANÇAISE.

Messieurs,

La mort frappe à coups redoublés sur l'Institut et jamais, peut-être, n'a-t-il été aussi cruellement éprouvé. Il n'y a pas encore un mois, notre Classe des Sciences morales et politiques voyait s'éteindre son Secrétaire perpétuel honoraire, l'illustre M. Mignet. Aujourd'hui, c'est l'Académie des Sciences qui déplore la perte du savant hors ligne qu'elle avait placé à sa tête, et ce double deuil est commun à la Compagnie au nom de laquelle j'ai l'honneur de parler en ce moment, car ce fut toujours son privilège d'aller mettre partout la main sur le bien qui lui est propre, c'est-à-dire sur le vrai mérite littéraire, et de vouloir s'orner ainsi elle-même des noms servant d'ornement aux autres classes de l'Institut. Quel homme fut plus que M. Jean-Baptiste Dumas digne de cette haute distinction ! Nos suffrages sont venus le saisir déjà illustre parmi les plus illustres, alors qu'il était unanimement salué comme un maître par ceux qui s'apprêtaient à devenir bientôt des maîtres à leur tour.

C'est à ces voix, plus autorisées que la mienne, qu'il appartiendra d'énumérer les signalés services rendus à la science par le regretté confrère dont la dépouille gît à nos pieds. Elles vous diront, avec une compétence qui me fait entièrement défaut, comment, suivant le premier élan de son âme, il savait varier ses expériences, vérifier ses conjectures. « Et quelle était sa joie sublime », nous raconte celui de nos confrères qui a eu l'honneur de le recevoir à l'Académie, « le jour où il lui était donné de pénétrer dans le fond même du laboratoire divin, dans ce fond au delà duquel il n'y a plus que l'infini, l'insondable, l'inaccessible ! » C'est lui-même qui, parlant de ses propres travaux, disait : « Au-dessus de la sphère des phénomènes que nous étudions et où nous avons tant de découvertes à poursuivre, il y a une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sphère supérieure que nos méthodes ne peuvent atteindre. Nous commençons à comprendre la vie des corps ; la vie de l'âme est d'un autre ordre. »

Il me suffit d'en appeler aux témoignages de ceux qui m'écoutent pour constater quel était l'agrément infini et le charme exquis de cette parole si bien ordonnée, si savante sans pédanterie, et souvent animée d'une éloquence naturelle qui coulait comme de source. Mon âge, assez près de se rapprocher de celui du vieillard dont la mort nous afflige, et qui se complaît volontiers aux plus lointains souvenirs, m'a permis d'assister à l'un des premiers triomphes de M. Dumas. C'était avant 1848. En qualité de commissaire du gouvernement, il dut monter à la tribune de la Chambre des députés, et nous expliquer, à propos d'une loi alors en discussion, tout le mécanisme de la confection des monnaies. Malgré l'aridité du sujet, nous restâmes pendant deux heures entières comme appendus à ses lèvres.

Ce talent de captiver l'attention, en élucidant avec une autorité pleine de bonne grâce les questions les plus compliquées, M. Dumas l'a conservé jusqu'aux derniers jours de sa vie. Comme fondateur de l'École centrale des Arts et Manufactures, il a eu plus d'une fois l'occasion de traiter des sujets de pure esthétique. Pas plus tard qu'hier, un membre de l'une des Commissions qui s'occupent exclusivement des intérêts se rattachant aux richesses artistiques de nos musées me disait que, dans les discussions qui s'élevaient en sa présence sur des matières en apparence les plus étrangères à ses préoccupations habituelles, c'était le plus souvent M. Dumas qui écartait les confusions, et qui apportait à ses auditeurs charmés le secours de ses vues amies du bon ordre et des méthodes pleines de clarté.

Mais quel besoin d'invoquer d'autres souvenirs que ceux de mes confrères de l'Académie française? Ils ne sont, hélas! que trop présents. Qui de nous ne sent avec amertume le vide, pénible pour nos cœurs et pour nos esprits, que va laisser, au cours de nos séances, l'absence de celui qui avait le don d'y jeter tant d'agréments et tant de lumières? qui de nous ne croit voir vivante encore devant lui cette sereine figure qu'éclairaient les étincelles d'un alerte et charmant esprit, où l'amabilité du sourire tempérait si agréablement la vivacité et parfois la malice du regard?..... Je m'arrête; au moment d'adresser un dernier adieu à l'homme supérieur qui a fait rejaillir sur la Compagnie à laquelle il appartenait les rayons de sa renommée européenne, il est naturel que ceux qui l'ont approché de près cherchent à se consoler en tâchant de raviver un peu les traits les plus familiers d'une physionomie qui leur demeurera toujours si précieuse et si chère.

Pour celui qui porte la parole en votre nom, quelle difficulté de prendre dignement congé d'une si grande mémoire! Que faire, sinon peut-être emprunter à M. Dumas lui-même les paroles éloquentes que naguère il prononçait, avec une émotion touchante dans sa bouche, à propos de la mort d'un de ses confrères enlevé, comme lui, au culte désintéressé de la science? « Oui (pouvons-nous nous écrier après lui, comme il le disait de Regnault), l'Académie, fidèle interprète de la postérité et seule

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

héritière de votre renommée, s'empresse de rendre aujourd'hui un hommage public d'affection pour votre personne, de reconnaissance pour vos grands et nobles travaux, de respect pour vos éclatants services, en attendant que la science et la patrie payent leur dette à votre mémoire digne de tous les honneurs ! »

DISCOURS DE M. J. BERTRAND, SECRÉTAIRE PERPÉTUEL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, MEMBRE DU BUREAU DU JOURNAL DES SAVANTS.

Messieurs,

Quand un même deuil attriste tous les cœurs, quand les mêmes souvenirs sont présents à tous les esprits, ceux qui, fidèles à une pieuse coutume, reçoivent la mission d'exprimer les regrets de tous, peuvent et doivent se borner à quelques courtes paroles.

Je n'ai rien à apprendre aux amis, aux disciples, aux admirateurs de celui dont hier encore nous attendions avidement la parole ; près de qui, jeunes ou vieux, inconnus ou illustres, les amis de la science trouvaient, avec la même bonté, la même attention bienveillante, et, s'ils en étaient dignes, le même appui.

M. Dumas a été notre maître à tous; ses leçons à l'Athénée, au Collège de France, à l'École Centrale, à l'École de Médecine, à la Faculté des Sciences et à l'École Polytechnique dans de trop rares occasions, avaient pour les auditeurs tant d'attrait ; il possédait si bien l'art d'élever les esprits, montrait si nettement la voie du progrès et faisait de chaque leçon un chapitre si élégant et si parfait, que les praticiens attentifs aux faits, les penseurs curieux de leur enchaînement, les juges délicats de l'élévation du langage, sortaient également résolus à ne pas manquer la leçon suivante.

Dans l'histoire de la chimie renouvelée, aucun nom n'éclipsera celui de M. Dumas : ardent à propager les idées, habile à éclairer les preuves, son esprit sage et élevé a vu de haut les grandes voies de la science et y a guidé ses disciples, je veux dire tous les savants qui, plus jeunes que lui, croient s'honorer en l'appelant leur maître.

En louant avec justice le chimiste Macquer d'avoir sacrifié à la science qu'il aimait tous les instants d'une longue vie, Vicq-d'Azir ajoutait :

« Il est des hommes dont l'esprit est si actif, le jugement si prompt et le génie si vaste, qu'ils ne peuvent se concentrer en un seul point de l'espace où ils se meuvent; ils ne sont pas plus maîtres de s'arrêter que les autres ne le sont de s'élancer aussi loin qu'eux. »

Vicq-d'Azir avait raison. S'il est juste de respecter et de louer ceux qui, mesurant leur œuvre à leurs forces, ont renfermé une honorable et utile carrière dans les bornes étroites d'une seule science, ne devons-nous pas plus de reconnaissance encore

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et plus d'admiration à celui qui, comme M. Dumas, capable de tous les efforts, acceptant tous les devoirs, s'est révélé supérieur à toutes les tâches?

M. Dumas a rendu tant de services au pays, il a présidé à tant de travaux, laissé dans tant d'esprits une trace si profonde; tant de voix vont s'élever pour déplorer une perte si grande, que l'Académie des Sciences, à laquelle j'ai mission d'associer le *Journal des Savants*, se rappelant avec une douloureuse fierté quelle place elle a tenue dans une si grande vie, doit se hâter de céder la parole aux nombreux orateurs qui, dans la variété de leurs louanges, si bien méritées, viendront rappeler, avec la même émotion, la puissance, l'élévation, la délicatesse ingénieuse, la sagesse, la mesure, la grâce et la suprême bonté du grand esprit qu'elle a si longtemps admiré, du grand cœur qu'elle a tant aimé.

DISCOURS DE M. ROLLAND, PRÉSIDENT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Messieurs,

Malgré le triste état de ma santé et l'insuffisance de mes forces, je n'ai pas voulu faillir au devoir, qui incombe au Président de l'Institut, de dire un dernier adieu au grand homme qui vient de mourir et dont la perte excite de si unanimes regrets parmi ses confrères et parmi les savants du monde entier.

L'œuvre scientifique de J.-B. Dumas est immense, et ses travaux ont depuis bien longtemps illustré son nom. Aussi, dès l'âge de trente-deux ans, il entrait à l'Académie des Sciences, dont il devenait de suite l'un des membres les plus éminents et les plus écoutés.

Je ne puis songer à apprécier ici les nombreuses découvertes dues au génie de Dumas, par lesquelles il a si puissamment contribué à l'établissement de la chimie moderne, en se montrant le digne successeur de Lavoisier.

Des voix autorisées vous diront l'importance de ces découvertes dans le domaine de la chimie.

Je m'occuperai donc uniquement ici de la seconde partie de sa longue vie scientifique, où, déjà couvert de gloire par ses admirables travaux, Dumas, fort de sa grande expérience et de la haute position qu'il avait conquise, les mit à profit pour venir en aide aux hommes de science et à tous les travailleurs, non seulement par ses conseils, mais aussi par un appui effectif.

C'est dans cette seconde partie de sa vie surtout que l'Académie des Sciences, dont il avait été élu Secrétaire perpétuel, put mieux apprécier l'intelligence haute et fine à la fois de Dumas, ainsi que sa connaissance approfondie des hommes et des choses. Aussi son autorité était-elle unanimement reconnue de ses confrères dont il a si souvent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dirigé les travaux et les délibérations, dans des circonstances particulièrement délicates, avec un tact et une prudence admirables. Si l'on joint à ces dons si rares une parole facile et bienveillante, une aménité dont il ne se départait jamais, on comprendra combien le concours de cette réunion exceptionnelle de qualités était précieux à l'Académie, où Dumas jouait si souvent le rôle de guide et de modérateur. Bien qu'un tel rôle ne fût pas assez en évidence et assez brillant pour appeler l'attention publique, j'ai cru juste de le rappeler ici pour montrer la grandeur de la perte que fait sous ce rapport l'Académie des Sciences.

Ces éminentes qualités de Dumas étaient depuis longtemps appréciées et utilisées en dehors de notre Académie. La Société d'encouragement, l'École Centrale, la Société des Amis des Sciences, etc., etc., l'avaient depuis longtemps appelé à présider leurs travaux.

Partout où pouvaient surgir des questions difficiles en raison de leur caractère international, le Gouvernement était heureux de faire appel au dévouement de notre illustre confrère dont l'autorité et la compétence étaient unanimement reconnues des savants de la France et de l'étranger; c'est ainsi qu'il fut chargé successivement de la présidence des Commissions internationales où devaient se débattre les graves questions de l'unification du mètre et des monnaies, ainsi que celle de la détermination des unités électriques. Mais je dois me borner; il ne m'est pas possible, en effet, de rappeler tous les travaux si variés auxquels Dumas n'a jamais refusé son concours dès qu'il s'agissait d'une œuvre utile.

Peut-être pourrait-on regretter les occupations multiples qui absorbaient une partie de son temps, et le détournaient forcément des recherches de science pure où l'on pouvait tant espérer encore de ce puissant génie. Malgré son âge et sa vie de travail incessant, notre confrère, en effet, avait conservé jusqu'au bout sa forte intelligence et son activité d'esprit, et, il y a moins d'un mois encore, nous espérions le voir revenir prendre la grande place qu'il occupait parmi nous.

Quels que fussent les travaux si variés où Dumas dépensait si largement son existence, il n'oubliait jamais ses devoirs plus intimes; sa vie était celle d'un vrai patriarche, toujours entouré de ses enfants et de ses petits-enfants qui le chérissaient et étaient heureux des témoignages incessants de la sollicitude de ce père tendre et dévoué.

Dumas avait épousé, en 1825, la fille d'Alexandre Brongniart. Tous ceux qui, comme moi, ont eu le bonheur de recevoir un affectueux accueil dans cet intérieur, peuvent dire combien cette union est restée intime et dévouée jusqu'aux derniers jours. Qu'il me soit permis de dire ici à la veuve désolée la part bien vive que nous prenons à la perte qui la prive aujourd'hui de l'affection d'un époux si justement aimé.

Mais le moment est venu de dire un dernier adieu à la dépouille mortelle de notre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

illustre Secrétaire perpétuel. Adieu donc, Dumas, votre souvenir restera toujours gravé dans le cœur de vos confrères, et votre nom occupera éternellement une place glorieuse parmi ceux des grands savants qui ont le plus honoré le XIX^e^ siècle.

DISCOURS DE M. WURTZ, MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, AU NOM DE LA FACULTÉ DES SCIENCES ET DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS.

Messieurs,

Aux couronnes déposées sur le cercueil de M. Dumas, l'Université vient ajouter les siennes. La Faculté des Sciences et la Faculté de Médecine de Paris adressent cet hommage suprême au professeur qui les a honorées entre tous, au savant qui a illustré le siècle, à l'homme excellent qui laisse un vide dans tous les cœurs. Notre deuil est un deuil public, et, par-dessus les voix que nous écoutons ici, il me semble entendre la grande voix de la France.

Ce pays a fait une perte irréparable : M. Dumas l'a servi avec éclat, pendant soixante ans, dans les situations les plus diverses. Il avait toutes les supériorités, il a connu tous les succès.

Au génie pénétrant, à cette intuition qui mènent aux grandes découvertes et aux larges conceptions, il joignait les plus beaux dons de l'éloquence, les clartés de la parole et les grâces de style, qui font l'orateur et l'écrivain. Il était le modèle accompli du savant français, et l'histoire lui assignera un rang très rapproché de celui du maître qu'il a admiré et suivi, Lavoisier.

Il ne m'appartient pas, et il serait impossible de rappeler au bord de cette tombe les phases diverses et les triomphes d'une carrière si longue et si bien remplie. Des interprètes autorisés l'ont fait et le feront mieux que moi. Organe de deux corporations savantes, je dois me borner à retracer à grands traits, l'œuvre scientifique de M. Dumas.

Il était né à Alais en 1800, et c'est à Genève qu'il fit ses premières armes. Il s'y rendit pour occuper une place de commis dans une pharmacie. Il avait à peine vingt ans, lorsqu'il publia avec Prévost des recherches sur divers sujets de physiologie et, principalement, des expériences sur le sang qui sont encore classiques aujourd'hui. Mais la pharmacie ne l'a point absorbé et la physiologie ne l'a pas retenu. Arrivé à Paris en 1821, il se voua exclusivement à la chimie et fut bientôt en position d'entreprendre et d'achever les travaux les plus importants. Développement indépendant de la chimie organique et réforme de la chimie minérale, telle est l'ère qui commence avec M. Dumas ; et si, depuis cinquante ans, la chimie est entrée dans des voies nouvelles qui l'ont, pour ainsi dire, transformée sous nos yeux, c'est grâce à la réalisation d'un programme qu'il a tracé le premier et dont ses propres découvertes ont jeté le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fondement. Les idées qui avaient cours alors étaient tirées de l'étude relativement simple des composés minéraux.

Toutes les combinaisons sont formées de deux éléments immédiats qui sont eux-mêmes ou des corps simples ou des composés du premier degré. Le grand chimiste suédois qui exerçait au commencement de ce siècle une autorité incontestée, Berzélius, avait adopté et développé cette conception qui remonte à Lavoisier et qu'il avait renforcée par l'hypothèse électro-chimique. C'est ce qu'on appelait le dualisme en chimie. M. Dumas l'a battu en brèche. Étudiant, en 1834, l'action du chlore sur les composés organiques, il reconnut que ce corps simple possède « le pouvoir singulier de s'emparer de l'hydrogène et de le remplacer atome par atome ». Tel est le premier énoncé d'une loi qui s'appuie aujourd'hui sur des milliers de cas analogues et qui forme le point de départ de la théorie des substitutions et des doctrines qui en découlent. M. Dumas y a attaché son nom. Laurent, d'illustre mémoire, y a collaboré, mais l'idée première est énoncée clairement dans la proposition rappelée textuellement plus haut; et qui peut méconnaître, en pareil cas, la puissance de l'idée mère, de la pensée créatrice, de la première ébauche? Sans doute, dans le tableau magnifique que nous possédons aujourd'hui, quelques détails ont disparu. Il n'importe; les lignes fondamentales sont ineffaçables et c'est l'école française qui les a tracées. M. Dumas a été le chef et le soutien de cette école. Berzélius en fut l'adversaire dès le premier jour. Cette idée qu'un élément électro-négatif comme le chlore peut prendre la place de l'hydrogène, élément essentiellement électro-positif, le choquait dans ses convictions les plus fermes. De fait, elle renversait le système dualistique. C'était une révolution, une manière nouvelle de concevoir les combinaisons chimiques. Pour Berzélius, elles apparaissaient comme des entités doubles; pour Dumas, comme des monuments uniques dont les matériaux sont ordonnés d'une certaine façon, mais qui demeurent inébranlés lorsqu'une assise est remplacée par une autre. Cette conception a été développée dans une série de Mémoires qui ont eu pour objet les types chimiques, notion forte et juste, qui a été généralisée plus tard, et simplifiée par un autre mort illustre que l'Université réclame comme un des siens, Charles Gerhardt.

Tels ont été les débuts d'une théorie qui devait exercer sur les progrès de la science une influence décisive. Elle a pris sa place lentement et avec effort : choquant les idées reçues, elle a rencontré la plus vive opposition. Témoins émus de ces grands débats, les hommes de ma génération, ses élèves, n'ont pu oublier que c'est M. Dumas qui a soutenu le choc et supporté victorieusement le poids d'une lutte qui était inégale et semblait désespérée. Il nous apparaissait comme un vaillant athlète, comme un triomphateur, quand nous l'entourions dans ce modeste laboratoire de la rue Cuvier, qu'il avait installé à ses frais et d'où sont sortis tant de Mémoires et tant de disciples.

Hors d'état d'énumérer les travaux du maître, nous dirons seulement qu'aucun domaine de la science ne lui est resté étranger : découverte et description de composés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

minéraux et organiques, analyse de nombreux corps et perfectionnement des méthodes d'analyses, déterminations de poids atomiques. M. Dumas apportait dans toutes ses recherches, avec la pénétration d'un génie inventif, cette sûreté de main et de jugement, cette exactitude dans les détails, cet esprit de critique qui sont les conditions indispensables et les instruments nécessaires de toute investigation scientifique. Et les corps qu'il met au jour ne sont pas des êtres isolés, sans parenté et sans support : ce sont des chefs de famille, des représentants de certaines propriétés générales, de certaines fonctions, comme on dit aujourd'hui. Il en est ainsi de l'oxamide qu'il a découverte en 1830, de l'esprit de bois qu'il a étudié dès 1835, et dont il a reconnu la nature alcoolique avec son élève et son ami M. Peligot.

Et que dire des vues théoriques qu'il a émises sur un grand nombre de sujets spéciaux et qu'il a consignées soit dans son grand *Traité de Chimie appliquée aux Arts*, soit dans cet incomparable volume intitulé : *Leçons de Philosophie chimique?* Pour ne citer qu'un seul exemple, c'est à M. Dumas qu'on doit le premier essai de classification des corps simples non métalliques, essai que le temps a respecté.

Rappelons enfin que, après avoir enrichi, au début de sa carrière, la chimie physiologique de découvertes importantes, il a doté, un peu plus tard, la physique d'une méthode nouvelle pour la détermination des densités de vapeur, entrant ainsi dans la voie ouverte par son maître Gay-Lussac, dont il est convenable de prononcer ici le nom, afin d'associer dans un même hommage deux des gloires les plus pures de la France.

M. Dumas a été dans la science un réformateur plein d'initiative. Mais j'aurais donné de son activité et de son influence une idée incomplète si je passais sous silence sa carrière de professeur. Dès son arrivée à Paris, il ouvre un cours à l'Athénée, où il se rencontre avec Mignet. Plus tard, il fonde, avec Lavallée, Ollivier et Péclet, l'École Centrale des Arts et Manufactures, où il a fait le cours de chimie pendant un quart de siècle. En 1832, il remplace Thenard à l'École polytechnique et est appelé, la même année, à la Faculté des Sciences de Paris, comme professeur adjoint. En 1841, il devient à la fois professeur titulaire et doyen de cette Faculté. Trois ans auparavant, il était arrivé, à la suite d'un brillant concours, à la chaire de chimie organique de la Faculté de Médecine. C'est peut-être dans cette situation que son talent de professeur a atteint son apogée. Il était alors dans la période la plus brillante de son activité créatrice et il exposait les grandes idées qui le préoccupaient avec une chaleur et une conviction communicatives, avec une abondance et une clarté inimitables. Tout l'auditoire était suspendu à ses lèvres et l'on ne dira jamais ce qu'il a fallu de talent et d'art pour attirer et fixer un tel auditoire, pour l'intéresser aux choses élevées dont il était question. La tradition de cet enseignement n'est pas perdue, car il a fait époque à la Faculté de Médecine.

Pour la première fois, on envisageait les réactions qui se passent dans l'économie à un point de vue général et élevé, on faisait le bilan des pertes et des gains, on posait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les bases de la statique chimique des êtres organisés. Ces leçons mémorables ont exercé une influence qui dure encore : elles ont contribué à introduire en physiologie l'usage des méthodes exactes et l'habitude du raisonnement scientifique.

Tel a été, en peu de mots et comme en raccourci, le rôle prépondérant de M. Dumas dans la science et dans l'enseignement.

Dans les dernières années de sa vie, il s'est retiré de la lutte, mais il ne s'est pas reposé. Il s'est recueilli pour se consacrer à des travaux d'un autre ordre. Il était à la hauteur de toutes les tâches, il était l'âme des nombreuses Commissions qu'il présidait, l'ornement des solennités académiques qu'il embellissait par sa présence et par sa parole. Quoi de plus admirable que ce talent toujours jeune, dont la souplesse se pliait à tous les genres, talent qui est allé en grandissant avec l'âge ? Chez M. Dumas, nulle fatigue et nulle défaillance. Il a eu le privilège de conserver jusqu'au bout la fraîcheur et la finesse de son esprit, la haute distinction de ses manières, et, par-dessus tout, cet abord à la fois grave et bienveillant, signe visible des qualités de son cœur, et qui inspirait à tous l'affection et le respect. Tel je l'ai vu pour la première fois, il y a quarante ans, presque jour pour jour, tel je l'ai trouvé à Cannes il y a moins d'un mois.

Après une vie si longue et si glorieuse, que vous manquait-il, mon cher maître ?

Une belle mort : elle vous a surpris au milieu des vôtres, dans la plénitude de vos facultés. Adieu et reposez en paix ! Vous avez droit à la reconnaissance publique, et vous êtes certain du jugement de l'histoire. Maintes fois, vous avez affirmé vos convictions religieuses : vous contemplez maintenant face à face les réalités que vous avez espérées si fermement. Adieu ! Parmi les survivants, votre grande figure n'est pas de celles qui puissent disparaître dans l'oubli. Votre souvenir va se perpétuer, et votre nom passera d'âge en âge. Vous vivrez par vos œuvres, par l'exemple que vous avez donné, par les productions immortelles et les rares qualités de votre esprit : *Forma mentis æterna.*

DISCOURS DE M. MELSENS, MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES DE BELGIQUE.

Messieurs,

Après les paroles émues et éloquentes qui ont rappelé, à grands traits, tous les droits de l'immortel savant à la reconnaissance de la France et du monde entier, souffrez que la voix étrangère d'un élève reconnaissant adresse un suprême adieu au maître éminent dont la tombe est entourée de tant d'illustrations et de confrères, ses anciens élèves. Beaucoup d'entre nous auraient le droit de l'appeler leur père.

Il y a plus de quarante ans que J.-B. Dumas admettait, à son laboratoire particulier de la rue Cuvier, quelques jeunes Français et étrangers, les dirigeant dans leurs tra-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vaux, en leur communiquant le feu sacré qui l'animait et en leur donnant l'exemple du travail le plus assidu. Ce laboratoire, si modeste d'ailleurs, a cependant été visité par les plus grandes illustrations scientifiques des pays étrangers, qui se montraient vivement sympathiques aux travaux du maître. Quant à moi, je me souviendrai toujours avec émotion du jour où il voulut bien m'accueillir définitivement parmi ses élèves, bien que dénué de connaissances, et simplement, mais ardemment animé du désir d'apprendre sous sa direction. Ses paroles retentissent encore dans mon cœur : *Travaillez, mon garçon, et vous arriverez.* Sans doute dans son cœur il ajoutait : *car je serai là pour t'encourager et t'aider.* Indépendamment des leçons publiques de l'illustre maître, leçons qui eurent un si grand éclat, ses causeries intimes et si attachantes dans son laboratoire resteront profondément gravées dans le souvenir de tous les élèves qui ont eu le bonheur de l'entendre. Tous ces enseignements exaltaient en eux le sentiment des recherches scientifiques.

Que d'aperçus philosophiques, que d'intuitions consacrées depuis par l'expérience, se déroulaient dans ces entretiens sur toutes les hautes questions de philosophie naturelle ! Pour en comprendre la haute signification, il faut en avoir été le témoin.

Oui, je le dis avec une vive émotion et avec le sentiment de la plus profonde reconnaissance, le maître dans la science, au laboratoire, était aussi un guide sûr dans les luttes de la vie ; car il devenait le père de ses élèves et leur montrait une affection réelle dans toutes les circonstances de leur vie.

Ne vous étonnez donc pas si, à notre tour, notre profonde affection et le souvenir de tant de bienfaits nous portent à mêler nos larmes à celles de la famille qui nous entoure. Ce témoignage de respect et de sympathie d'un élève de nationalité étrangère s'adresse aussi à cette grande et noble France, que le maître nous avait appris à aimer ; c'était aussi une de ses leçons, qui ne s'effacera jamais de notre mémoire et de notre cœur.

Adieu, cher et vénéré maître, reçois ce dernier et douloureux adieu ; je te l'adresse du fond de mon cœur.

Adieu, ou, plutôt, comme tu l'espérais et comme tu l'enseignais, à bientôt !

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. CAUVET, DIRECTEUR DE L'ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES.

Professeurs, Répétiteurs, Administration, Élèves, tout ce qui appartient à l'École Centrale des arts et manufactures a voulu accompagner l'illustre Maître jusqu'à sa dernière demeure.

La grande douleur qui nous accable dit assez les sentiments que nous éprouvons en présence de cette tombe. Ce n'est donc pas sans une vive et poignante émotion que je viens prononcer quelques paroles sur une mémoire si grande et si vénérée, au nom

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de tant de collègues et au nom de tous nos jeunes disciples. Que ne m'est-il donné, comme à ces orateurs si éminents que nous venons d'entendre, d'être un digne interprète de tels hommages et des regrets profonds inspirés par ce Mort glorieux !

En 1829, Dumas, encore jeune et déjà renommé, uni dans une pensée commune avec Lavallée, Olivier, Péclet, jeunes aussi, fondait avec eux l'École Centrale. A cette date, en France, l'industrie n'avait plus tous les ingénieurs qui lui étaient devenus nécessaires. Si l'idée d'élever une grande École au Génie civil était saine et pratique, si l'industrie française, qui prenait un développement inusité, appelait de ses vœux une pareille institution, les difficultés de cette création étaient grandes et exigeaient de forts sacrifices. Mais le courage et le talent de nos quatre fondateurs étaient à la hauteur de la mission qu'ils s'étaient donnée. L'élaboration fut longue : on avait la pleine confiance de l'importance de l'œuvre et des embarras que devait susciter la partie matérielle.

Dans les discussions approfondies qui précédèrent la fondation, le but, les méthodes, la discipline, les programmes de l'École furent arrêtés, et leurs assises ont été si puissantes que le temps les a toujours laissées inébranlables. L'union de la science et de la pratique était proclamée et était devenue ainsi indissoluble. Le groupe des connaissances spéciales, contenues dans l'enseignement tout entier, ne pouvait pas être divisé et devait embrasser, pour chacun des élèves, un ensemble unique qui ne souffrait aucun fractionnement. Mais les combinaisons savantes de nos fondateurs ne s'étaient pas seulement arrêtées au savoir technique : on avait voulu, de plus, que l'enseignement s'adressât aux qualités morales, car on tenait à faire des hommes.

Nous venons d'indiquer les grands principes de notre fondation. Les débuts de l'École furent rudes et pénibles. Une parfaite harmonie, une confiance mutuelle, les puissants sentiments qui président aux grandes créations de l'esprit, l'élan de la jeunesse, un dévouement allant jusqu'à l'extrême sacrifice, telles furent les armes de nos maîtres dans cette lutte opiniâtre, tels furent les moyens qui brisèrent un à un tous les obstacles. Quatre mille ingénieurs, répandus dans le monde entier, ont fécondé l'œuvre de ces nouveaux apôtres et ont été les instruments les plus actifs du progrès et de la puissance industrielle. Disons encore qu'au dehors, à l'étranger, nos anciens élèves nous sont restés fidèles et constituent un des éléments essentiels de l'influence française. Aussi le pays a le sentiment de ce qu'il doit à la création de l'École Centrale, à l'harmonie de ses doctrines avec l'esprit moderne. En effet, le travail de nos anciens élèves est libre et spontané ; il n'est pas obligé de se mouvoir dans les limites d'un cadre administratif. Nos ingénieurs n'ont pas le puissant patronage d'un Corps officiel, et cependant, après avoir conquis les plus hautes positions industrielles par le seul effort de l'initiative et des mérites personnels, partout ils ont rendu des services signalés, partout ils ont su atteindre et se distinguer jusqu'aux premiers rangs.

Tels sont les succès que nous devons à nos Fondateurs, succès grandissant sans cesse et que déjà plus d'un demi-siècle a consacrés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Grâce aux efforts persévérants de notre Ministre, les Pouvoirs publics ont sanctionné tant de sérieux et utiles résultats en élevant un palais digne de notre institution. Cette éclatante consécration de la pensée première de nos Fondateurs s'achève et sera bientôt notre demeure. Pourquoi faut-il que le deuil d'aujourd'hui nous enlève le plus bel ornement, la plus resplendissante gloire qui devait briller lors de notre entrée dans la nouvelle École Centrale ! Mort, c'est là un de tes coups terribles qui jettera un voile de tristesse sur la fête de ce triomphe !

Dumas a professé trois cours à l'École Centrale : la chimie générale, la chimie analytique, la chimie industrielle. Qui de nous, ses anciens élèves, bien que bon nombre d'années nous séparent de ces temps heureux, n'a encore présents à la mémoire le charme séduisant, les traits lumineux, l'ampleur merveilleuse de son enseignement !

Que de vocations ont été déterminées par les germes féconds déposés dans l'esprit de ses auditeurs !

Que d'importants travaux la science et l'industrie doivent à ses vues profondes et aux aperçus lointains de son génie ! Combien de fois son esprit, illuminé par de saines et grandioses visions, a devancé les temps et a pénétré les mystères les plus importants de la nature !

Un des caractères essentiels du génie est l'universalité et la grandeur. Ses limites ne sont autres que celles de l'humanité. Les œuvres de Dumas affirment cette loi d'une manière éclatante, même dans ce qu'elles ont de plus patriotique. Le génie de la France se retrouve ainsi incarné dans celui de ce grand homme. L'École Centrale, créée dans un but plus spécialement national, n'a pas échappé à cette action, car elle a trouvé des imitateurs dans presque tous les pays étrangers.

Arrivé au comble de sa renommée, Dumas fut appelé à présider aux grands intérêts de l'État. Dès lors, il dut se résigner à livrer à d'autres interprètes l'enseignement qu'il avait si brillamment fondé à l'École Centrale. Mais, quoique absorbé par les occupations les plus élevées, ses yeux ne se détachèrent jamais de sa chère fondation. Cet attachement était tel que, plus tard, lorsqu'il quitta les fonctions officielles, il n'eut rien de plus pressé que de créer à l'École un magnifique laboratoire des hautes études de chimie et de s'en constituer le chef. C'est là qu'il a tenu à faire ses dernières recherches et ses derniers travaux de chimie. C'est là qu'ont été élaborées ces méthodes, encore les plus efficaces, pour combattre ce désastreux fléau d'une de nos plus grandes richesses nationales, notre richesse viticole. Pour conserver à la France une source aussi abondante de revenus, il avait retrouvé les ardeurs des jeunes années. Sa foi excitait les combattants, relevait leur courage tout en réveillant leurs espérances.

On serait loin d'apprécier l'influence exercée par Dumas sur la destinée de l'École Centrale, si on ne la recherchait pas dans sa présidence de nos Conseils. Cette action décisive a commencé avec l'École et, sauf quelques rares interruptions, n'a pas cessé de se faire sentir jusqu'à ces derniers temps. C'est à cette place où ce Maître vénéré,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avec sa science étendue et profonde, avec sa connaissance si complète des hommes et des choses, avec la souplesse et les ressources fertiles de son caractère, était comme un phare éclatant qui nous guidait sans cesse et savait nous préserver des écueils.

Dans la mêlée des opinions, dans les combats pour la recherche de la vérité, il saisissait rapidement l'idée exacte et juste, et aussitôt la clarté et l'aménité persuasive de sa parole, plus encore que sa grande autorité, l'imposaient à tous. Toujours à la hauteur des plus difficiles situations, ses solutions conciliantes et pratiques devenaient le centre commun des volontés. Doué d'une rare pénétration, puisant dans l'élévation de son esprit des vues larges et étendues, dans son imagination grandiose des effets puissants, tempérés par un savoir vaste et sûr, il était à la fois une raison et un enchantement irrésistibles. L'âge n'avait pas attiédi son activité ni amoindri ses nobles et puissantes facultés.

En juin 1879, l'École fêta avec éclat sa fondation demi-séculaire. Elle voulut consacrer le souvenir de cette fête en offrant à Dumas, le dernier survivant de ses fondateurs, un souvenir durable sous la forme d'une œuvre d'art renommée. Les sentiments qui nous agitaient tous en ce moment puisaient leur source dans une affection dévouée et reconnaissante.

Nous confondions en lui, dans cette affection, un des plus hauts représentants de l'ordre scientifique avec l'homme qui fut un modèle de désintéressement, d'honneur et de patriotisme.

Il semblait que cette union, ainsi renouvelée, ne serait jamais brisée. Nous ne savions pas voir l'image de l'École sans cette puissante personnalité, sans ce guide suprême. Nous savions que son attachement pour l'École grandissait avec les années. Appelé dans presque tous les Conseils de la science, il était partout; son activité suffisait à tout. Mais s'il prodiguait ailleurs les trésors de son génie, il revenait toujours vers nous avec bonheur, entraîné par ses sentiments intimes et paternels.

Quelle vie brillante et bien remplie ! Une des parts de son existence si féconde suffirait à la gloire d'un homme. Quand on examine la somme des travaux accomplis, les services de tout ordre rendus, les découvertes capitales faites, les chaires occupées, les idées semées dans ses nombreux auditoires, ses écrits littéraires, on s'étonne qu'un homme ait pu accomplir une si vaste destinée ; et nous, École Centrale, nous devons être fiers d'avoir occupé tant et si longtemps un aussi grand esprit et un aussi grand cœur.

Au moment de la séparation éternelle, mon âme émue, en proie à la douleur, se trouble et je ne sais pas me détacher de cette mémoire si attrayante.

Et vous, jeunes élèves, qu'il a tant aimés, vous avez perdu votre meilleur guide, votre plus fort appui.

Notre cher Maître ne vous fera plus partager sa confiance dans les moissons de vos pénibles travaux; il ne vous apprendra plus à résister aux découragements et à vaincre les difficultés de la vie libre de l'industrie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce génie si puissant, si humain, si généreux, ne vous livrera plus ces grandes pensées qui vous soutenaient dans les luttes de la carrière.

Avec notre dernier adieu, grandissent nos responsabilités et le poids de notre fardeau. Mais l'École conservera pieusement dans sa mémoire les grandes qualités de l'âme et de l'esprit, les dons du cœur, les vertus de Celui que nous pleurons. Ces legs précieux, ces traditions tutélaires nous inspireront sans cesse, fortifieront nos courages et éclaireront nos résolutions.

Puissent nos sentiments, notre douleur à tous, porter quelque consolation à la compagne fidèle, aux enfants et à la famille de notre illustre fondateur.

Adieu, cher et vénéré Maître, adieu, au nom de l'École tout entière, au nom de ses professeurs qui t'aimaient comme un bon ami, au nom des élèves qui t'aimaient comme un père.

Adieu !

DISCOURS DE M. GUSTAVE DENIS, SÉNATEUR, PRÉSIDENT DE L'ASSOCIATION AMICALE DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'ÉCOLE CENTRALE.

Messieurs, dans les discours que vous venez d'entendre, on a éloquemment retracé les travaux et la vie tout entière de Dumas, on a énuméré ses nombreux titres de gloire, et je ne prendrais pas la parole, si je n'avais un pieux devoir à accomplir. Je viens déposer sur cette tombe encore ouverte l'hommage d'une reconnaissance en quelque sorte filiale, non seulement en mon nom personnel, mais au nom de la grande famille que Dumas aimait à dire sienne, au nom de l'Association amicale des Ingénieurs de l'École Centrale.

Dumas était le dernier survivant des fondateurs de notre École, et depuis longues années nous avons appris à vénérer en lui la personnification de l'idée qui a présidé à l'accomplissement de cette grande œuvre. Sans doute, nous lui associons dans un même souvenir de gratitude les noms de Lavallée, d'Olivier, de Péclet. Ces hommes éminents ont eu une part considérable dans la création et la direction de l'École Centrale ; mais il ne leur fut pas donné, comme à leur illustre collègue, d'y consacrer près de soixante années d'une vie toute dévouée à la science et marquée par d'admirables découvertes.

A vingt-huit ans, Dumas déjà célèbre, secondé par les deux savants et l'homme de bien, ami du progrès et de la science, que je viens de nommer, fondait non seulement une École, mais un enseignement, car au début de ce dix-neuvième siècle, qui réservait au monde tant de surprises, tout était à créer en matière scientifique et industrielle.

Cet enseignement a porté la marque de sa haute origine et ce fut une bonne fortune pour l'École Centrale de tenir la vie, non d'une réunion d'ingénieurs ou d'industriels,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais de ce groupe peu nombreux d'hommes de science qui, éclairés eux-mêmes d'une divine flamme, en portèrent le rayonnement dans les cours de la nouvelle école.

C'est ce qui fit le succès rapide et sans cesse croissant de leur entreprise. Il eût été facile, en 1829, alors que l'industrie était partout naissante, de faire des ingénieurs spécialistes, versés dans tous les détails de telle ou telle fabrication, nos premiers maîtres ne le voulurent pas ; ils pensèrent que le véritable ingénieur doit posséder avant tout les principes de la science, et aujourd'hui, au milieu du développement extraordinaire de tant d'industries diverses, dont la description détaillée demanderait plus de tempes qu'on ne pourrait en exiger des élèves, nous devons reconnaître la justesse de vue, la prévoyance des fondateurs de l'École Centrale et les remercier de nous avoir dotés d'un enseignement qui a pu être imité, mais qui n'a pas été dépassé.

Telle fut l'œuvre de Dumas, à l'origine de notre École, telle fut aussi sa constante préoccupation lorsque, comme professeur ou comme président du Conseil de perfectionnement, il prit une si grande part à la direction des études.

Dumas aimait profondément l'Ecole Centrale, il le disait souvent et il le prouvait par ses actes. Beaucoup d'entre nous ont entendu le mémorable discours qu'il prononça au cinquantenaire de 1879 ; après avoir montré en termes éloquents à quel degré de force et de prospérité l'Ecole Centrale était parvenue, il terminait par ces mots : « Notre tâche est accomplie, ma vie est achevée. »

A cette sympathie, à cette affection si désintéressée, nous avons répondu par une admiration, un respect, une reconnaissance qui ne se sont jamais démentis et dont j'apporte ici l'expression dans ce dernier adieu que j'adresse, au nom des cinquante-cinq promotions de l'Ecole Centrale, à notre illustre Maître.

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. ERNEST NUSSE, SECRÉTAIRE DE LA SOCIÉTÉ DE PROTECTION DES APPRENTIS ET DES ENFANTS EMPLOYÉS DANS LES MANUFACTURES.

Dans son existence longue et laborieuse, M. Dumas a semé avec la même profusion ses découvertes et ses bienfaits, ne se reposant des travaux de la science que par les pratiques de la vertu. — On peut donc lui appliquer justement ce mot d'un auteur célèbre :

« Dire d'un homme de génie qu'il était essentiellement bon, c'est le plus grand éloge que l'on puisse faire de lui (1). »

C'est la bonté de M. Dumas que nous devons rappeler devant sa tombe. D'autres diront son génie : nous apportons notre témoignage à son cœur.

Il fut l'un des premiers apôtres de la protection de l'enfant employé dans l'in-

(1) George Sand, *Notice sur H. de Balzac.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dustrie, et en fondant notre Société, le 6 décembre 1866, il nous a confié l'une des plus graves préoccupations de son âme.

Le savant qui proclame les lois des choses, le fabricant qui déduit les applications possibles, l'ouvrier qui livre un produit, ont les trois facteurs de l'industrie. — Faute de trouver des ministres pour l'exécution de ses volontés, la science, confinée dans de stériles abstractions, règnerait inutilement sur le monde des idées sans gouverner les faits. — Du sommet des régions scientifiques les plus hautes, l'action de M. Dumas sur l'industrie a été toute synthétique : il l'a recrutée, instruite, élevée, assainie, récompensée, moralisée.

Il suffirait de rappeler la fondation de l'École Centrale, les encouragements donnés aux inventeurs ; — mais nous devons nous borner à montrer l'influence de M. Dumas sur l'amélioration du sort des ouvriers.

Comme tous les penseurs, M. Dumas aimait les travailleurs, ces hommes d'action par excellence, — et quand à quarante ans en arrière de nous, il entreprenait une série d'études sur les manufactures anglaises, il fut ému des douleurs des « ouvriers de huit ans », de ces jeunes victimes, auxquelles la spéculation vendait un morceau de pain au prix des misères de l'esprit et du corps.

« Par un retour naturel sur notre patrie », nous disait-il en 1882, faisant parmi nous le testament de son cœur, « je me demandais si nos jeunes ouvriers n'auraient « point à subir les mêmes maux, lorsque le progrès des usines françaises exigerait de « leur part un plus large concours. » Et il ajoutait : « ..... Cette pensée m'a long- « temps poursuivi, et dès que les circonstances l'ont permis, j'ai employé tous mes « efforts à garantir l'enfance dans notre pays des dommages physiques et moraux « auxquels je l'avais vue exposée en Angleterre..... (1). »

Ce n'était pas là une vaine phrase. Quand on a été l'un des promoteurs les plus convaincus de la loi du 22 mars 1841 et de la création d'une inspection du travail des enfants dans les manufactures, — plus tard de la loi du 19 mai 1874 et des décrets réglementaires qui l'ont complétée, — quand, par l'impulsion donnée à l'opinion, on a groupé autour de soi des courages et des dévouements qui se sont prodigués, sans jamais se lasser, on est autorisé, comme le faisait notre illustre Président — dans une de ces séances solennelles où sa présence assidue attestait sa bienveillante sympathie pour notre Société, — à appeler sur de telles œuvres « la reconnaissance des fils et la « bénédiction des mères (2) ».

Maître vénéré, cette reconnaissance, cette bénédiction, votre tombe les recueille aujourd'hui. Oui, — si l'air et la lumière circulent dans nos manufactures purifiées, — si la nécessité de l'école est apparue aussi évidente que celle du pain quotidien, —

(1) *Bulletin*, t. XV, 1882, p. 187.
(2) *Ibid.*, p. 188.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

si la loi du 19 mai 1874 couvre les faibles de sa garantie, c'est que vous avez combattu au premier rang parmi les champions de la justice. Aussi, le lendemain de la victoire, la gratitude publique vous a-t-elle désigné pour la suprême magistrature de la protection des enfants, la présidence de la Commission supérieure, où vous avez été le vigilant gardien des droits que votre vaillance leur avait conquis.

Confidente de votre pensée, notre Société est aujourd'hui l'héritière de vos enseignements. Vos traditions, qu'elle conservera pieusement, la guideront dans la large voie que vous lui avez tracée vers le bien. — Vous-même avez dit « que le flambeau allumé par le génie ne s'éteint pas (1) ». Ainsi, en dépit de la mort, nous resterons indissolublement liés à vous; — votre nom, un de ceux qui marquent des étapes dans la marche du progrès, se perpétuera dans les institutions qui sont vos filles; — la science et la bienfaisance, ces deux reines de l'intelligence et du cœur, vous feront vivre dans l'histoire des hommes, comme le Dieu, auquel vous croyiez fermement, vous fait déjà vivre dans son éternité.

NOTICE BIOGRAPHIQUE SUR M. J.-B. DUMAS, PAR M. D. COLLADON (2).

Un grand nombre de Notices rappelant les diverses périodes de la carrière de M. Dumas ont été publiées; nous reproduisons ici celle de M. Colladon, l'éminent ingénieur et le professeur bien connu qui a créé le cours de mécanique à l'École Centrale des arts et manufactures lors de la fondation de cette École.

Le monde savant perd une de ses gloires, l'industrie un de ses plus illustres professeurs, l'Académie française un écrivain scientifique de premier ordre, et tous les amis de la philosophie chrétienne et des idées religieuses, un défenseur puissant et convaincu.

M. Dumas était né à Alais en 1800. A l'âge de seize ans, il fut envoyé à Genève pour un apprentissage en pharmacie, et il eut le bonheur d'être recommandé à un habile chimiste, M. Le Royer, qui, frappé de son intelligence précoce et de son ardeur au travail, lui facilita de toute manière le développement de ses études.

L'illustre botaniste P. de Candolle, obligé de quitter sa chaire à Montpellier, où le fanatisme clérical poursuivait les protestants, était revenu à Genève, où il avait été nommé professeur de botanique. Doué d'un merveilleux talent d'enseignement, ses cours enthousiasmaient ses élèves, au nombre desquels se distinguait, par ses aptitudes et sa bonne mémoire, le jeune Dumas, pour lequel P. de Candolle conçut une vive amitié.

---

(1) Discours de Clermont. — V. la biographie de M. J.-B. Dumas par M. A.-W. Hofmann. Paris, in-4, 1880.

(2) Cette Notice a paru dans le *Journal de Genève* du 13 avril 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A l'âge de dix-huit ans, M. Dumas, ambitieux de se faire un nom dans la science, songeait à se vouer à la botanique sous la protection de l'illustre professeur. Il s'en ouvrit à lui et lui demanda de le prendre pour assistant. P. de Candolle, qui connaissait le peu de fortune de M. Dumas et qui savait que ses connaissances chimiques étaient très développées, lui fit comprendre les immenses ressources, l'incalculable avenir des études physiques et de leurs applications aux arts industriels. — Ses conseils, appuyés de ceux du chimiste de la Rive-Boissier, changèrent la résolution de M. Dumas, et tout son avenir en fut heureusement modifié.

A cette époque, l'Académie genevoise comptait plusieurs savants illustres, de Candolle, G. de la Rive, M. A. Pictet, Pierre Prevost, Théodore de Saussure, Bellot, Rossi, de Sismondi, etc., etc. Une grande émulation se faisait sentir dans toutes les branches des études.

Un savant médecin, J.-L. Prevost, s'associa M. Dumas pour des travaux de physiologie animale, et, après quelques publications faites à Genève, ils se rendirent ensemble à Paris pour lire à l'Académie des sciences un Mémoire fait en commun.

Ce Mémoire fut remarqué, et peu après, M. Dumas, qui désirait se fixer à Paris, fut chargé de donner un cours du soir au Cercle littéraire, rue de Valois, connu sous le nom d'Athénée, et, en 1823, il fut nommé répétiteur du cours de chimie de Thénard à l'École polytechnique.

Ce fut à cette époque qu'il épousa M^lle^ Brongniart, fille du célèbre géologue Alexandre Brongniart, qui comptait de nombreux amis en Suisse.

En 1828, M. Dumas fit paraître le premier volume de son Traité de chimie appliquée aux arts, ouvrage classique qui a servi de guide à bien des industriels.

Au nombre des auditeurs les plus assidus des cours de M. Dumas, était un négociant de Nantes retiré des affaires, ayant une fortune indépendante et qui, jeune encore, désirait coopérer activement et financièrement à une entreprise industrielle utile.

Il s'en ouvrit à M. Dumas, qui, après quelques jours de réflexion, lui développa le plan d'une école centrale de la science industrielle. — Cette idée plut à M. Lavallée, et ils étudièrent ensemble le projet. M. Lavallée offrait de faire seul les frais de l'établissement de l'école, et il chargea M. Dumas de trouver des collaborateurs.

A la même époque, deux autres personnes, M. Péclet, élève de l'École normale, ancien professeur à Marseille, auteur d'un Traité d'éclairage, et M. Olivier, élève de l'École polytechnique, ex-précepteur, en Suède, du fils de Bernadotte, et auteur de divers Mémoires de géométrie, avaient aussi songé à la création d'une école industrielle, mais ils n'avaient pu réunir les capitaux indispensables.

Ils se réunirent à MM. Dumas et Lavallée, et devinrent ainsi les premiers fondateurs de l'École Centrale.

Quoique M. Dumas fût le plus jeune des quatre fondateurs, la haute réputation

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il s'était déjà acquise, ses vues nettes et précises, ses relations avec la plupart des membres influents de l'Université et de l'Académie des sciences, facilitèrent beaucoup les premières démarches, et l'heureuse arrivée de M. de Vatimesnil au ministère de l'Instruction publique en 1828, entre les deux ministères Villèle et de Polignac, décida de l'autorisation de l'École Centrale.

M. Dumas a donc été le fondateur principal, par la confiance que lui accordait M. Lavallée et par ses relations avec les membres les plus puissants de l'Université, dont l'opposition eût été un empêchement absolu à une école qui échappait à son omnipotence.

L'École Centrale est devenue dès lors, non pas une rivale, mais une précieuse émule de l'École polytechnique, et les services qu'elle rend à l'iudustrie ne se bornent pas à la France, puisque cette École est ouverte aux étrangers comme aux nationaux.

Son discours de réception à l'Académie Française, où il succédait à M. Guizot, restera comme un modèle d'éloquence entraînante et de philosophie religieuse la plus élevée.

Rapprochement curieux, MM. Guizot et Dumas sont nés dans le même département, celui du Gard, et tous deux avaient passé les premières années de leur jeunesse à Genève. Après la mort de M. Guizot, l'Académie Française nomma, à la pluralité des suffrages, en 1876, l'éminent chimiste, J.-B. Dumas, pour prendre la place de l'illustre historien François Guizot.

BIOGRAPHIE.

Les Éloges historiques des deux frères Charles et Henri Sainte-Claire-Deville méritent de paraître à double titre dans le Recueil de la Société : les travaux de ces savants ont contribué au développement de l'industrie et ce discours est la dernière œuvre de notre regretté Président.

ÉLOGES HISTORIQUES DE CHARLES ET HENRI SAINTE-CLAIRE-DEVILLE, PAR M. J.-B. DUMAS, SECRÉTAIRE PERPÉTUEL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES (1).

Messieurs, il est rare de voir deux frères unis déjà par la naissance, liés plus tard par l'affection et rapprochés enfin par l'étude, siéger à la fois parmi

(1) Ces éloges ont été prononcés par M. Bertrand, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, dans la séance publique annuelle du 5 mai 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les membres de la même Académie ; il est moins commum encore et plus touchant de les voir, obéissant à un mystérieux appel de la destinée, disparaître au même âge, après pareil nombre d'années d'une activité féconde.

Charles et Henri Sainte-Claire-Deville, qui nous ont offert cet émouvant spectacle, avaient appliqué toutes les facultés de leur esprit aux mêmes recherches, toutes les forces de leur cœur aux mêmes sentiments. Entre eux, solidarité complète, dévouement sans limite. Celui des deux qu'on félicitait à l'occasion d'un succès rappelait avec vivacité les travaux de son frère. L'un était-il critiqué ? l'autre se portait impatient à sa défense. L'éloge ou le blâme les trouvaient toujours en éveil ; chacun avec son tempérament toutefois : Henri, ferme, calme, sceptique, n'acceptant jamais pour lui sans marchander la louange que, sans compter, il reportait sur son frère ; Charles, impétueux, frémissant, levant au ciel des mains agitées par la joie ou protestant, l'œil en feu, contre l'iniquité. Car, chacun à sa manière, nos deux confrères étaient passionnés, l'un avec ténacité, l'autre avec élan ; ne faisant qu'un, cependant, confondant avec abandon : pensées, projets, renommée, affections, familles.

Toujours d'accord et surtout quand il s'agissait de la dignité de la science, de l'honneur national et des destinées de la France, s'effaçant aux époques prospères, prêts à tous les dévouements au temps du malheur.

Comment séparer dans l'histoire de l'Académie ceux qui ont voulu demeurer mêlés dans le travail, le souvenir de la postérité, l'amour de la patrie ? L'éloge de l'un ne semblerait-il pas inachevé si celui de l'autre ne venait s'y confondre ? Ne leur imposons pas, après la mort, un divorce dont ils n'ont jamais connu la douleur pendant la vie. Leurs ombres attristées s'élèveraient au milieu de nous pour protester contre cet outrage posthume infligé à leur union fraternelle !

La Section de minéralogie et de géologie à laquelle appartenaient Charles et Henri Deville offrait sous son double aspect une juste consécration à leurs travaux respectifs : le premier étudiant sur l'écorce de la terre le mode d'apparition et l'agencement des couches dont elle est composée ; le second séparant par l'analyse chimique les éléments des roches et reproduisant les espèces minérales naturelles par des moyens artificiels de laboratoire. Mais ces distinctions, ils ne les acceptaient pas ; leurs recherches se pénétraient, et si l'un était un peu plus géologue, l'autre un peu plus chimiste, il est telles de leurs découvertes dont l'attribution entre les deux savants fait hésiter déjà leurs contemporains.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Originaire de Périgueux, la famille Deville s'était réfugiée à Bergerac à la suite des troubles de la Ligue. Vers la fin du XVII^e^ siècle, un de ses membres, s'étant fixé aux Antilles, y devint le chef de la branche à laquelle appartenaient nos deux éminents confrères. Nés, Charles Deville, en 1814, Henri, en 1818, ils entraient dans la vie sous les plus favorables auspices. Le monde était en paix. Leur père, tout en conservant sa nationalité, s'étant fixé à Saint-Thomas, des entreprises bien conçues lui avaient procuré une fortune considérable. Sa situation dans l'île était prépondérante; il remplaçait le gouverneur lorsque celui-ci était appelé en Europe. Secourable à ses compatriotes fixés dans le pays; hospitalier aux marins dont les navires mouillaient dans le port; providence toujours prête pour les victimes des accidents ou désastres maritimes, si fréquents dans ces parages, la contrée, accoutumée à ses bienfaits, en a gardé la mémoire.

L'île de Saint-Thomas, la plus grande des îles Vierges, offrait par la sûreté de son port, l'étendue de son commerce et la paternelle administration du Danemark, auquel elle avait été restituée, toutes les conditions de sécurité nécessaires à une famille laborieuse; mais M. Deville, resté Français, voulut rendre ses fils à leur patrie. Avec ce dévouement, qu'en attendait leur père, ils lui ont apporté, ce que rien ne faisait prévoir, une large part dans la gloire scientifique du siècle, et ils ont, à leur tour, élevé haut l'honneur de leur nom.

Placés, à Paris, dans l'institution Sainte-Barbe devenue le collège Rollin, les deux frères jeunes créoles excitaient la sympathie : petits, maigres, chétifs même, mais intelligents, vifs et précoces; l'un, rose et blond, très nerveux, un peu timide; l'autre, brun, aux yeux noirs pleins de vivacité et de malice; ils sortaient du commun. Quelque chose leur était resté de ces premières apparences pendant toute la vie; au déclin de l'âge, je retrouvais encore entre eux ces analogies et ces différences que j'avais remarquées, non sans intérêt, pendant les premières années de leur séjour à Paris.

Les études classiques des deux frères terminées, l'aîné fut reçu comme externe à l'Ecole des Mines où, parmi d'autres maîtres illustres, se trouvait Elie de Beaumont, auquel il devait succéder dans sa chaire du Collège de France et dont les doctrines acclamées alors par l'Europe savante lui inspirèrent des sentiments de conviction et de respect qu'il conserva toujours. Du premier coup, il avait trouvé sa voie; la direction de ses études et celle de son esprit étaient fixées. Les cours de l'Ecole des Mines lui offraient tous un enseignement positif et précis d'accord avec ses habitudes droites. Cepen-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dant, l'étude de la géologie ouvrant à son imagination des horizons étendus et variés, il y trouva bientôt un but pour ses travaux ; il n'avait qu'à choisir.

Rien n'est stable autour de nous. Les montagnes s'émiettent et comblent les vallées ; la poussière des continents va former au fond des océans des dépôts stratifiés ; ici, les terres s'inclinent, plongeant lentement dans la mer ; là, elles en émergent en se relevant ; ailleurs, des masses de granite, poussées par une force intérieure, montent vers le ciel ; et ces altérations de notre domaine s'effectuant par les efforts d'une mécanique insensible, intéressent, dans ses manifestations, le globe tout entier. Il n'en est plus de même des phénomènes brusques et éclatants de la chimie des volcans et de ceux qui en dépendent. A une époque éloignée, ils ont laissé des traces ineffaçables à la surface de la terre ; ils en ont changé l'aspect. Depuis les temps historiques, ils ont montré leur pouvoir redoutable par la destruction soudaine des villes de la mer Morte, de Pompéi, d'Herculanum, de Lisbonne, de Caracas, de Chio, d'Ischia. Où se trouve l'origine de cette force locale et limitée dans ses effets, qui se ravive avec fureur quand elle semble éteinte ? Problème irritant offert à notre curiosité, qu'ont vainement tenté de résoudre Empédocle et Pline dans l'antiquité, Davy et Gay-Lussac dans les temps modernes, et que Charles Deville a eu l'audace d'aborder.

Les souvenirs confus de son enfance, les récits de sa famille, la lecture des voyages entrepris dans les diverses îles du groupe des Antilles contribuèrent, sans doute, à fixer sa pensée sur les questions relatives à l'action des feux souterrains. Son parti pris, il visita l'Auvergne, le Cantal et le Vivarais, théâtres classiques des anciennes convulsions volcaniques dont la France a été le témoin dans des siècles éloignés. L'étude des effets produits pendant leur période ardente par ces foyers éteints devait lui rendre plus facile l'analyse des phénomènes propres aux volcans actifs de l'époque actuelle.

Il n'avait pas encore de plan, cependant, car il s'embarqua pour les Antilles, résolu à se partager entre celles de ces îles qui appartiennent aux formations volcaniques et celles où l'on rencontre des terrains de sédiment. Après une exploration générale, abordant, en 1841, à la Guadeloupe, il ne tardait pas à reconnaître qu'une topographie exacte de cette île devait précéder l'étude de ses régions volcaniques. Les circonstances n'étaient pas favorables à ce dessein : un sol tourmenté, des forêts épaisses à ouvrir la hache à la main ; des cimes couronnées de vapeurs masquant les signaux, tout se réunissait pour rendre les observations difficiles. La carte générale de l'île

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fut dressée néanmoins et, pour la partie volcanique, elle repose encore sur les résultats obtenus par notre confrère.

Cette étude géodésique à peine terminée, il se rendait à Ténériffe, pour en étudier le groupe volcanique. Dès la sortie du navire, il organisait une expédition au Pic, dont il atteignait le sommet le quatrième jour au soleil levant. L'astre radieux colorait au loin de ses feux Canaria, Palma, Gomera et Ferro; plus près de lui, à ses pieds, les terres éclairées, dès l'aurore, se teignaient de tons vigoureux contrastant avec les parties de l'île que l'ombre portée du Pic couvrait de son grand voile.

Mais, si la vive imagination de Ch. Deville le préparait à jouir de pareils tableaux, il ne s'en laissait pas distraire de soins plus positifs. Huit jours lui suffirent pour contrôler la hauteur du Pic, déterminer la déclinaison magnétique de ce point du globe et réunir des échantillons en grand nombre représentant les roches dont il avait reconnu l'existence et la position. A cette époque, où la théorie des soulèvements occupait tous les géologues, un élève d'Élie de Beaumont, placé sur le théâtre même où Léopold de Buch, son prédécesseur, avait vu les premiers linéaments de cette doctrine se former dans son esprit, pouvait-il échapper à la tentation de plaider leur cause? On ne s'y attendait pas. Mais Ch. Deville fut sage; il raconta simplement ce qu'il avait vu, caractérisant les terrains observés et précisant leurs rapports dans une narration correcte et sincère. « Ce tableau restera toujours vrai, quelle que soit l'hypothèse à laquelle on s'arrêtera sur la manière dont la masse du cône central du Pic a reçu sa forme et sa position, » disait Élie de Beaumont, dans son rapport à l'Académie sur le mémoire du jeune géologue. L'élève n'avait pas flatté les sentiments du maître et celui-ci lui en faisait un mérite; ce dont il faut lui savoir quelque gré.

Après une excursion rapide aux îles du Cap-Vert et l'ascension du pic du Fogo, Ch. Deville, revenu à la Guadeloupe, avait entrepris l'étude des îles calcaires de la Grande-Terre et de Marie-Galante, lorsqu'il fut surpris à la Dominique par un tremblement de terre violent, celui du 8 février 1843. Du point élevé où il était placé, apercevant l'immense nuage de poussière couvrant la Guadeloupe, il comprit, le cœur serré, qu'une catastrophe épouvantable venait de la ravager. En effet, la ville de la Pointe-à-Pitre était en ruines; les maisons, les édifices même, s'étaient écroulés, et l'incendie, éclatant de toutes parts, avait achevé le désastre. Deux mille victimes, parmi lesquelles le premier magistrat de la cité, M. Deville, son oncle, dont la demeure

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

renfermait la plupart de ses collections, une partie considérable de ses notes et de ses dessins ! Tout avait disparu.

Doublement atteint dans ses affections les plus chères et dans les résultats de ses travaux ; en présence des ravages causés par le tremblement de terre, des ruines couvrant le sol et des émotions déchirantes d'une population en deuil, Ch. Deville, chargé par l'amiral Goubeyre, commandant la station navale, de lui faire un rapport sur les causes, l'étendue et les conséquences du phénomène, ne se laisse pas entraîner à son émotion. C'est un désastre, dit-il, mais ce n'est pas un grand fait géologique.

Les fatigues, les tristesses, le climat devaient cependant avoir raison des forces que Ch. Deville venait de prodiguer avec une généreuse imprudence. Une ophtalmie grave dont il guérit, un rhumatisme articulaire aigu dont les atteintes étaient destinées à se reproduire trop souvent pendant le reste de sa vie, exigèrent son retour en Europe. Son frère le reçut dans ses bras au Havre et le ramena à Paris, sur un brancard, à petites journées. Sa famille qu'il avait quittée, plein d'espoir, jeune homme prenant possession de la vie, il la retrouvait en deuil ; il rentrait auprès d'elle presque aveugle, brisé par la souffrance ; à ses maîtres qui l'avaient vu partir, au début de la carrière, le cœur gonflé de projets, il ne rapportait qu'une faible part de ses travaux, la meilleure ayant disparu dans les convulsions d'un tremblement de terre.

Tout autre eût trouvé, dans ce concours de circonstances douloureuses, un prétexte de repos ou même un motif de s'écarter de la voie scientifique dont les abords se montraient d'un si rude accès. Ch. Deville, à peine rétabli, se mit à la recherche d'un laboratoire. A l'abondance des matériaux, il voulut suppléer par l'examen approfondi de ceux qu'il avait conservés. Chacun d'eux fut soumis à un triage microscopique de ses éléments minéralogiques ; ceux-ci, à une étude cristallographique exacte et à une analyse chimique complète. Il sépara de cette manière les unes des autres des roches volcaniques, identiques par l'aspect, différentes par la composition et jusqu'alors confondues.

Le soufre se montre souvent parmi les déjections volcaniques ; l'attention de Ch. Deville se dirigea particulièrement sur cet élément. Tout autre corps devient plus fluide quand sa température s'élève : celui-ci, liquéfié, s'épaissit quand on le chauffe. Prend-il l'état solide, il se montre tantôt dur et friable, tantôt mou et ductile. Ch. Deville, analysant ces circonstances, découvri deux propriétés de la matière, dont l'une touche à la philosophie naturelle, dont l'autre éclaire certains incidents de la formation des terrains ignés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On savait qu'un même corps pouvait revêtir des caractères extérieurs opposés; le diamant et le charbon noir, par exemple, n'en sont pas moins identiques quoique l'un soit dur, dense, limpide, éclatant, tandis que l'autre est tendre, léger, opaque et terne. Si pour la forme comme pour la couleur, ces deux matières se séparent, cependant, par leurs propriétés chimiques, elles se confondent.

Ch. Deville a reconnu, le premier, qu'il existe des soufres différents, non seulement par des caractères physiques extérieurs, comme le charbon et le diamant, mais aussi par des propriétés chimiques plus intimes; on dirait non plus un même personnage ayant changé de vêtements, mais des êtres absolument distincts. L'un de ces soufres est soluble dans le sulfure de carbone, l'autre ne s'y dissout pas. Lorsque Schrötte, le savant secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences de Vienne, annonçait, plus tard, l'existence d'un phosphore rouge ressemblant si peu au phosphore ordinaire, il donnait une sanction indirecte aux expériences de Ch. Deville. Le soufre soluble et le soufre insoluble, le phosphore inflammable et le phosphore ne prenant pas feu à l'air, sont toujours du soufre et du phosphore, dont les molécules diffèrent seulement par l'intensité des mouvements vibratoires dont elles sont agitées.

En passant de l'état vitreux à l'état cristallisé, le soufre se contracte et diminue de volume; Ch. Deville le constate et reconnaît qu'il en est de même des roches. Dans ses leçons, on a dû plus d'une fois retrouver le souvenir de ces expériences, car les phénomènes se rapportant à la fusion des masses cristallisées ou à la cristallisation des masses vitreuses ne sont pas rares, à la surface de la terre, et les changements de volume obtenus de la sorte peuvent produire des soulèvements ou des affaissements du sol plus ou moins étendus. Si de tels résultats témoignaient d'une forte préparation scientifique et d'une intelligence ouverte, le problème auquel notre confrère s'était voué n'en restait pas moins intact.

On n'échappe pas à sa destinée cependant, et Ch. Deville devait donner l'impulsion à la théorie des volcans. N'était-il pas juste qu'après avoir perdu dans sa jeunesse la meilleure partie de ses travaux scientifiques, par l'intervention brutale d'une éruption volcanique, plus heureux que Pline, il fît connaître, dans son âge mûr, par une revanche de savant, les principaux traits de ces convulsions du globe ? Pour y parvenir, il fallait abandonner l'exploration des volcans dans leur condition de repos et celle des laves refroidies. Mais en présence des phénomènes produits pendant la période

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

active, les méthodes du laboratoire de l'École des Mines ne suffiraient plus. Cependant la science, tandis que Ch. Deville parcourait les Antilles, avait acquis des procédés nouveaux applicables à la récolte et à l'analyse des gaz rejetés par les volcans en pleine éruption. Ce fut un trait de lumière pour notre confrère. Son plan et son programme, embrassant dans toute son étendue la mission qu'il avait à remplir, furent bientôt tracés. Il voulut étudier l'action volcanique avant, pendant et après ses manifestations dans un même lieu et dans des contrées diverses; dresser procès-verbal de l'apparition des matières volatiles, rejetées par les bouches volcaniques : vapeurs et produits gazeux. Leur nature fugitive, les dangers dont leur récolte est accompagnée, les difficultés que présente leur analyse avaient éloigné ou découragé les observateurs jusqu'à l'époque où Ch. Deville, aidé de son savant ami M. Félix Le Blanc, entreprenait cette étude.

Munis d'appareils spéciaux permettant de puiser les gaz et les vapeurs dans les crevasses de la lave brûlante, à la surface même de la lave en fusion, partout enfin où se manifestaient des émanations appréciables, ils parvinrent à réunir dans de pénibles et longues explorations, les produits provenant des éruptions du Vésuve, des émanations des champs phlégréens, et de l'Etna ; plus tard, des îles Ioniennes : Lipari, Vulcano, Panaria, Stromboli; enfin, des *lagoni* de la Toscane.

Ces explorations ne s'effectuaient pas sans péril. Au voisinage des laves incandescentes, une crevasse s'ouvrant tout à coup menaçait parfois de l'ensevelir vivant sous le flot de la matière en fusion ou de l'asphyxier par les vapeurs qui s'en échappaient. Dans les terrains volcaniques d'un régime plus calme, au fond des cavités où il cherchait à récolter les gaz, une brusque irruption d'acide carbonique ou d'hydrogène sulfuré l'obligeait souvent à prendre la fuite. Ce n'est pas tout. Ces contrées servent de refuge à une population de bandits : quelques naturels du pays avaient été enrôlés comme sauvegarde. Mais quels défenseurs dans l'Italie d'alors ! C'était bien le cas de s'écrier : Qui gardera mes gardiens? Ayant conçu quelques inquiétudes dans une de ses excursions, notre confrère réclama le secours des bersaglieri. A peine le premier uniforme était-il en vue, qu'il se trouvait seul avec ses compagnons français. Tout le reste avait fui, comme une volée de moineaux, et il n'était plus aisé de savoir où avait été le danger, si c'était parmi les brigands ou parmi les guides.

Ces voyages, dans des contrées redoutées pour leur insalubrité, ont plus d'une fois compromis la santé de notre confrère, mais rien ne pouvait l'ar-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rêter; son dévouement a obtenu sa récompense. Ch. Deville a démontré qu'il existe un rapport constant entre la température des bouches volcaniques et la nature de leurs émanations : les fissures incandescentes rejettent des solides peu volatils, des sels de potasse et de soude; au-dessous de la chaleur rouge, la vapeur d'eau, les acides chlorhydrique et sulfureux deviennent prédominants; en s'approchant de la température ordinaire, la vapeur aqueuse elle-même diminue et l'hydrogène sulfuré, l'acide carbonique, prennent le dessus.

Ces trois groupes de produits se manifestent à la fois dans un volcan en activité : les moins volatils au centre du foyer, les moins coercibles à la circonférence, les autres dans la zone moyenne. Dans les volcans éteints, les gaz permanents et particulièrement l'acide carbonique continuent à se dégager, et cela pendant de longs siècles, comme on le voit dans les volcans des bords du Rhin, de l'Auvergne, du Cantal et du Vivarais, ou dans ceux d'une extinction plus récente si bien étudiés par notre confrère M. Boussingault dans l'Amérique du Sud.

Faut-il attribuer à l'expansion subite de ces vapeurs et de ces gaz les effets prodigieux des convulsions volcaniques? Leur intervention est incontestable; elle ne suffit peut-être pas pour expliquer ces ébranlements formidables de la croûte terrestre. Pourquoi ce retour sur les mêmes points du globe, qui, dans les environs de Smyrne, par exemple, lie, par une série non interrompue, des catastrophes remontant aux époques fabuleuses de Thésée et de Pélops, à la destruction récente de Chio? D'où provient cette force qui, naguère, faisait disparaître en quelques minutes, autour de Krakatoa, des villages par centaines et leurs infortunés habitants, au nombre de 50 à 60 000; soulevant des vagues assez hautes pour submerger l'Observatoire de Paris, les portant aux extrémités des Océans, imprimant à l'air une impulsion dont l'onde faisait le tour de la terre et lançant aux confins de l'atmosphère des poussières ténues dont la présence pendant de longs mois nous a dotés du spectacle magique des plus merveilleux crépuscules? Notre planète n'est pas arrivée au jour du repos; elle recèle des énergies capables d'en bouleverser à chaque instant la surface; la moindre agitation de ses membres, le plus faible des soupirs exhalés de ses bouches enflammées, sont pleins de menaces et rappellent à l'homme qui prétend y régner en maître, que son règne d'une heure s'évanouit dès qu'il plaît au vrai maître de se manifester.

Ces questions posées à l'homme depuis son apparition sur la terre, Ch. Deville ne pouvait songer à les résoudre toutes; le concours de nombreuses gé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nérations sera nécessaire. Mais il a créé la méthode d'observation ; il en a fait une application heureuse, ouvrant à ses successeurs une voie large et sûre. C'est assez pour lui obtenir une place d'élite parmi les créateurs de la physique du globe, fondée sur l'expérience, et pour lui mériter un rang élevé parmi les représentants de la science française.

Il n'est plus permis de considérer le feu des volcans comme le résultat d'une combustion. Tout indique, au contraire, que c'est la température élevée propre aux régions intérieures du globe qui détermine la formation brusque de vapeurs et décompositions chimiques secondaires qu'on signale dans chaque éruption et qui se produisent quand les masses incandescentes rencontrent l'eau des mers. Au sujet des manifestations volcaniques, Ch. Deville a donc fermé l'ère du roman et ouvert celle de l'histoire.

Pendant ses premières explorations aux Antilles, Ch. Deville avait accordé une grande attention aux observations relatives à la température de l'air et à celle des courants de la mer. A la fin de sa vie, la météorologie devint l'objet principal et même exclusif de ses pensées. Il obtint la création de l'observatoire départemental de Montsouris et l'installation de nombreuses stations météorologiques sur des points bien choisis de la France africaine. Sans souci des ardeurs du climat, il allait de l'une à l'autre, organisant le service et vérifiant les instruments. De telles fatigues n'étaient plus de son âge. Dans une de ses savantes campagnes hydrographiques, notre confrère l'amiral Mouchez, arrivant à Tunis, apprenait que Ch. Deville s'y était arrêté presque mourant. Il s'empressait de le recueillir à son bord et, l'entourant de soins, il avait la joie de le ramener en France et de le rendre à sa famille. Elle ne devait plus le conserver longtemps; il succombait, le 10 octobre 1876, au milieu d'atroces souffrances, après une courte maladie, laissant, après lui, ses proches dans la douleur, ses amis attristés et parmi ses élèves, un collaborateur fier de continuer son œuvre et jaloux d'honorer sa mémoire.

En perdant son frère, Henri Deville, accablé de chagrin, nous laissa voir combien l'affection qu'il lui portait était profonde ; suivant d'un œil ému cette moitié de lui-même qui descendait dans la tombe, il semblait avoir comme un pressentiment de sa fin prochaine. Ses pensées si fermes, si calmes, étaient devenues hésitantes, inquiètes. L'avenir des siens l'occupait beaucoup. Le désir de terminer les travaux dont il poursuivait l'exécution avait pris un caractère impatient qu'on aurait traité de simple état nerveux, si on n'y avait reconnu l'expression d'un mal intérieur profond. Ses forces déclinaient; son âme restait sans atteinte, et jusqu'à la dernière heure, fidèle à ses habitudes,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

il continuait à partager, entre ses élèves et sa famille, les trésors d'intelligence et de bonté qu'il leur avait toujours prodigués.

Henri Sainte-Claire-Deville n'avait pas eu comme son frère le bénéfice de l'éducation scientifique d'une école fermée. Se destinant à la médecine, il prit place parmi les élèves de la Faculté de Paris, dont il suivit les cours avec assiduité et qui lui donna le titre de docteur en 1843. Mais l'enseignement de la Sorbonne l'avait attiré; ces leçons magistrales improvisées, où la foule se presse nombreuse, animée, échauffant par son attention émue la pensée du professeur, enflammant la jeunesse; il en avait reçu une vive impression.

Ce genre d'éloquence dont le pays latin garde surtout la mémoire, compte parmi ses représentants dans les temps éloignés, Albert le Grand, Abeilard, et près de nous, Guizot, Villemain, Cousin, Saint-Marc-Girardin. Les sciences n'y sont pas restées étrangères, et Berzélius, à la plus brillante époque de sa vie, sortant de la première leçon qu'il eût entendue à la Sorbonne, celle de Thénard, disait ingénument : « Il y a vingt ans que je professe la chimie, je viens d'apprendre comme on doit l'enseigner. » C'est là, en effet, que Humboldt recommandait à ses protégés de chercher leur modèle; c'est là que les maîtres les plus éminents de l'Allemagne scientifique, Mitscherlich, Magnus, Liebig et bien d'autres encore sont venus s'inspirer, il y a un demi-siècle.

L'Allemagne d'alors apprenait à la fois, de l'École polytechnique, à faire manipuler les élèves; de la Sorbonne, à remplacer la froide lecture d'un texte écrit par des leçons vivantes. Ne reprenons pas maintenant ce qu'elle abandonnait jadis et n'allons pas remplacer dans la chaire publique par des faits entassés, décrits en style de télégramme, les hautes pensées et le noble langage qui élèvent l'âme de la jeunesse, forment son esprit et maintiennent, dans leur plénitude et leur force, les traditions les plus pures du génie national.

Henri Sainte-Claire-Deville ne se contentait pas de suivre les cours de la Faculté des sciences. Il voulait en reproduire les démonstrations. Dans son petit laboratoire personnel, relégué dans un taudis de la rue de la Harpe, il ne se bornait même pas à répéter les expériences dont il avait été témoin; curieux et hardi, il cherchait à faire naître des réactions ignorées, à produire des composés nouveaux. A cette époque, la chimie organique, en pleine éclosion, absorbait l'attention; le jeune débutant ne pouvait hésiter dans son choix; son premier mémoire eut pour objet l'essence de térébenthine. Cette étude, exécutée avec méthode et précision, annonçait un talent déjà mûri,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

associé à une imagination en éveil; elle fut jugée digne de figurer parmi les publications de l'Académie. L'auteur avait à peine dépassé sa vingtième année, lorsqu'il obtenait cet honneur envié; une telle faveur ne l'enivra pas; il y vit l'obligation de se vouer à la science.

Il serait hors de propos d'insister sur les travaux de ses premières campagnes scientifiques. Henri Deville s'était engagé dans l'étude des résines et des essences, labyrinthe où les plus habiles pourraient s'égarer encore. Il n'en revint pas les mains vides. La découverte d'un carbure d'hydrogène nouveau extrait du baume de Tolu, celle d'un éther de l'esprit de bois provenant de la même source, n'ont pas perdu de leur importance. Le toluène a joué un grand rôle dans la fabrication de ces brillantes couleurs rouges dont la chimie a doté l'art de la teinture, et le benzoate de méthylène constitue le premier éther composé extrait d'un produit naturel.

L'esprit inventif révélé par ces premiers travaux inspira confiance aux maîtres de l'époque. A peine Henri Deville avait-il obtenu le titre de docteur ès sciences, qu'il fut appelé par Thénard, non seulement à la chaire de chimie mais même au décanat de la Faculté de Besançon, nouvellement fondée. Il devait y laisser des souvenirs durables.

La municipalité de Besançon désirait une analyse des eaux du Doubs et de celles des sources surgissant aux alentours de la ville. Elle s'adressa au jeune doyen, et celui-ci, étendant son travail sur les principaux fleuves de la France, constatait la présence de la silice et celle des nitrates dans la plupart des eaux courantes, ce dernier résultat n'a pas tardé à prendre place dans les préceptes de l'hygiène publique. Les eaux aérées, salubres, saines, sont caractérisées par la présence de quelques traces de nitrates; celles qui renferment des matières organiques altérées n'en contiennent pas.

Des travaux de cette nature, d'une exécution longue et pénible, sont rarement récompensés par l'opinion, en proportion des soins qu'ils ont coûtés. Il n'en est plus de même quand, d'un coup d'éclat, on renverse les opinions admises et qu'on crève comme une bulle de savon quelque théorie trop légèrement conçue. Aussi, la belle expérience par laquelle Henri Deville mettait en évidence l'existence de l'acide nitrique anhydre, exécutée en quelques jours, eut-elle une tout autre influence sur la science et sur sa propre carrière que sa longue étude des eaux du Doubs. Il me semble entendre encore les applaudissements par lesquels l'intelligent et sympathique auditoire de la Sorbonne saluait, à la fois, le récipient tapissé de beaux cristaux d'acide nitrique anhydre que je mettais sous ses yeux en 1849, et le jeune doyen de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la Faculté de Besançon qui lui offrait la primeur de ce produit nouveau.

Cette découverte arrivait à point nommé. Elle faisait connaître dans sa forme pure un des anciens acides de la chimie ; l'un des plus usuels, l'eau-forte des ateliers ; l'un des plus remarquables, l'agent efficace de la poudre à canon. Henri Deville attachait ainsi pour toujours son nom à celui d'un produit familier à la science et aux arts. Il détruisait, à peine née, une doctrine soutenue avec quelque solennité, tendant à établir que l'existence à l'état pur et sec de certains acides et de l'acide nitrique en particulier était inadmissible. C'était un coup de fortune, Henri Deville ayant marqué désormais sa place à Paris ; l'École normale supérieure lui offrait, avec le titre de conférencier, un laboratoire à constituer.

Cette École, établie pour former le personnel destiné aux chaires de l'enseignement secondaire, n'avait rien préparé pour donner une éducation forte et pratique aux candidats au doctorat, aux futurs professeurs de Faculté. Sa bibliothèque pouvait suffire, sans doute, aux lettrés et aux géomètres, son modeste atelier de physique aux apprentis physiciens. Délaissée, la chimie n'y possédait ni l'installation ni le matériel nécessaires à toute opération délicate et à toute recherche nouvelle. Les événements politiques avaient dispersé mes propres collaborateurs : après vingt-cinq années d'activité, mon laboratoire des hautes études chimiques était fermé. Henri Deville recueillit ma succession ; mais, plus heureux que moi, il ouvrit le sien avec le concours de l'État, qui m'avait manqué, et s'y consacra sans réserve pendant trente ans à son tour.

Il ne faut pas considérer la situation d'un chef d'école, s'il s'agit des beaux-arts, d'un directeur de laboratoire, s'il s'agit de science expérimentale, comme une fonction où il suffirait de s'entourer d'élèves intelligents, laborieux et de les aider des conseils d'une expérience bienveillante. Ce n'est pas ainsi que les choses se passent. Le chef de laboratoire ou d'atelier doit donner l'exemple de l'assiduité : tout entier à sa tâche, patient, travaillant de ses mains, le premier à la besogne et le dernier. Il faut que les élèves puissent s'honorer de leur maître ; que des découvertes remarquées, des idées nouvelles mises en mouvement ou des chefs-d'œuvre applaudis appellent sur son école l'attention du monde savant ou celle des hommes de goût. Sous une semblable influence, les dévouements se réunissent, les imaginations s'exaltent, des générations animées d'un même esprit marchent avec ensemble à la conquête du vrai dans la science ou du beau dans l'art ; c'est à ce prix seulement qu'on fonde une école, qu'on est un maître, et un maître

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aimé si, aux dons de l'intelligence imposant la confiance et le respect, on ajoute cette bonté souveraine du cœur, source ineffable de l'affection.

Henri Deville ne s'est soustrait à aucune de ces obligations ; il a réalisé avec éclat toutes ces conditions. Renonçant de bonne heure aux distractions dont la vie de Paris est si prodigue, il se proposa, et il tint parole, de consacrer ses journées au travail matériel, ses soirées à la réflexion. Le dimanche, ses élèves et ses amis, réunis à l'École normale, assistaient à la répétition des expériences qu'il avait imaginées ou de celles dont on voulait le rendre témoin. Géomètres, physiciens, chimistes, naturalistes, industriels, philosophes, historiens, gens de lettres et gens du monde, chacun se plaisait dans ce milieu sans prétention ouvert à toutes les hardiesses, fermé à toutes les idées fausses.

Dès le moment où il entra dans ce laboratoire de l'École normale, jusqu'à celui où la maladie à laquelle il devait succomber vint l'en éloigner, il s'y montra le plus assidu, le plus simple et le plus heureux de ceux que l'amour de la science y réunissait. Toute morgue en était bannie, une camaraderie charmante y régnait, une gaieté franche et communicative en écartait les discussions. On sortait de là content des autres et de soi-même ; on avait appris quelque chose, on avait fourni son contingent au progrès, on s'était vu entouré de grands talents et d'éminents esprits, ne marchandant pas l'éloge, prompts à l'admiration, étrangers à l'envie, ignorant la jalousie et pratiquant la plus large tolérance. Ces souvenirs seront l'honneur éternel de l'École normale.

Parmi ceux que la réputation du maître y attirait, les uns avaient leur carrière faite, les autres leur avenir assuré. Si par aventure, dans le nombre se rencontrait quelque déclassé, notre confrère savait bien trouver le moyen et saisir l'occasion de lui ouvrir la route. N'ayant jamais rien demandé pour lui-même, aucune démarche, aucun effort ne lui coûtait pour les autres : il ne se reposait qu'après le succès.

L'École normale, ignorée des chimistes jusqu'à ce moment, devint ainsi sous l'influence d'Henri Deville et de son école, l'un des principaux centres, dans le monde entier, du haut enseignement de cette science et l'une des sources les plus fécondes en nobles vérités. La chimie minérale, qu'on disait épuisée, vint s'y rajeunir et briller d'un grand éclat.

Après quelques études destinées à donner à son laboratoire l'assiette nécessaire et à s'entourer d'aides intelligents, Henri Deville eut la bonne fortune d'extraire l'aluminium de ses combinaisons, de l'obtenir sous forme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

métallique et de reconnaître ses principales propriétés. Déjà le savant professeur de Göttingue, Wöhler, avait isolé ce métal et constaté ses caractères physiques. Mais le chimiste français l'ignorait, et lorsqu'il en fut informé, au charme d'une intéressante nouveauté avait déjà succédé l'entraînement d'une étude pleine de promesses et riche en obstacles. Henri Deville s'y précipita comme un coursier généreux.

Certains métaux se présentent dans leurs mines à l'état de pureté, comme l'or ; il n'y a qu'à les ramasser ; d'autres, tels que le fer, l'étain, le cuivre, le plomb, s'y trouvent à l'état de rouille ou bien unis au soufre ; mais il suffit de chauffer fortement leurs minerais, soit au contact de l'air, soit au contact du charbon, pour voir reparaître dans tout leur éclat les métaux qu'ils recèlent ; d'autres, enfin, se montrent rebelles à ces influences. Pour séparer le métal de l'argile, l'aluminium, la chimie de ces temps primitifs où Vénus était maîtresse de forges ne suffisait pas : toutes les ressources de la science la plus moderne étaient nécessaires.

L'homme a donc pu, dès les premiers temps de la civilisation, approprier à ses usages certains métaux faciles à extraire de leurs gangues et, dès ses premiers pas sur la terre, utiliser des terres durcissant au feu. Aucune peuplade, aucune nation n'ont pu se passer des services rendus par l'argile : briques, poteries, vases colorés et couverts de peintures, faïences et porcelaines éclatantes, ces productions prennent l'humanité à son berceau et l'accompagnent jusque dans les palais. L'origine de l'art du potier, cependant, se perd dans la nuit des temps. Son inventeur n'a pas été admis dans l'Olympe; les métaux, au contraire, ont leur place dans les cieux de la mythologie poétique et dans le firmament de l'astronomie positive : l'or, l'argent, le cuivre, le fer, le plomb, le vif-argent, c'est le soleil, la lune, les planètes; c'est Apollon, Diane, Vénus, Mars, Saturne ou Mercure. L'argile, humble servante de l'homme, malgré le rôle universel qu'elle a joué dans l'économie de la famille ou dans les conceptions architecturales, l'argile est restée dans un rang inférieur jusqu'au moment où Henri Deville, la touchant de sa baguette, est venu mettre en évidence le précieux métal qu'elle recèle.

Cette argile, en effet, renferme un métal, ainsi que l'avait annoncé Lavoisier; mais ce que Lavoisier ne pouvait prévoir, ce métal est léger comme le verre, presque aussi beau que l'argent, comme lui inaltérable à l'air, au feu et résiste même à la plupart des agents chimiques. Ductile, malléable, fusible, exigeant cependant pour fondre une température assez haute et ne se volatilisant pas, c'est un métal noble de plus, prenant place à côté de l'or,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du platine et de l'argent, et un métal prodigué par la nature, plus répandu que le fer dans les couches superficielles du globe, formant comme une réserve pour les besoins des époques les plus civilisées. Nous assistons à l'aurore de son introduction dans les habitudes de l'espèce humaine; mais ses qualités et sa prodigieuse abondance le rendent propre à un si grand nombre d'usages, qu'un jour ce sera le plus usuel et le plus répandu des métaux. On se rendra compte alors du service rendu à la civilisation par un des plus nobles efforts de la science, un des plus désintéressés et des plus dignes d'admiration.

Que de conditions à remplir, en effet! Il fallait une terre argileuse facile à purifier : le midi de la France se chargea de la fournir, et le procédé de purification, bientôt découvert, ne varia plus. Convertir cette terre en un composé susceptible de permettre l'extraction du métal, c'était une industrie à créer avec son outillage. On s'y appliqua si bien qu'on n'y a rien changé. La libération de l'aluminium exigeait une température élevée et rendait nécessaire l'emploi d'un fondant : le Groënland, après l'avoir mis entre les mains de Deville, continue à alimenter les creusets de ses successeurs ; enfin, et surtout, il s'agissait d'imaginer des méthodes pratiques pour la préparation du métal du sel marin, l'agent principal de la nouvelle industrie; elles furent portées du premier coup à leur perfection. Quel ensemble merveilleux!

Mais de telles études ne pouvaient s'accomplir sans de grandes dépenses, auxquelles n'auraient suffi ni les ressources d'un particulier ni celles d'un établissement public. Le chef de l'État intervint alors avec la générosité dont il a donné tant de preuves à ceux qu'il voyait occupés d'une recherche scientifique importante ou d'un projet utile au pays. Ayant mis sur sa cassette, à la disposition d'Henri Deville, les sommes nécessaires à la poursuite de ces expériences, notre confrère eut la satisfaction de donner la forme pratique aux vues de son esprit, de faire passer les procédés du laboratoire dans le domaine de la manufacture et de livrer au commerce des métaux usuels les raretés les plus précieuses de nos collections.

Le premier kilogramme d'aluminium obtenu avait coûté plus de 40 000 francs; aujourd'hui, ce métal revient à 80 francs le kilogramme, et couvrirait dix fois plus d'espace que l'argent avec la même dépense. Les usages auxquels on l'a jugé propre à l'état de pureté sont intéressants et nombreux ; le bronze, auquel il donne naissance en se combinant au cuivre, trouve, dans les arts mécaniques, un emploi journalier plus varié et plus important encore.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce n'est pas tout, le sodium nécessaire pour dégager l'aluminium de ses combinaisons se payait littéralement au poids de l'or ; Henri Deville en a rapproché le prix de revient de celui du cuivre. Ce métal, que nous conservions autrefois en petits globules comme relique précieuse dans nos cabinets réservés, manié par tonnes maintenant, intervient comme agent principal dans les études si fécondes par lesquelles la chimie organique multiplie ses créations.

Henri Deville devait montrer le premier quel puissant instrument il venait de mettre aux mains des chimistes, en isolant à son aide, sous une forme qui les rapproche du diamant, le radical du cristal de roche et celui de l'acide borique.

Après s'être mesuré avec les métaux les plus oxydables, Henri Deville, tenté par une étude nouvelle de ceux qui le sont le moins, entreprit avec notre confrère M. Debray, son élève et son ami, l'examen du platine, ainsi que celui des cinq métaux curieux dont il est accompagné dans ses mines, parmi lesquels la substance la plus lourde de la nature, l'osmium, et la plus réfractaire, l'iridium.

Au cours de ces études, riches en découvertes, en présence de métaux dont nos fourneaux ordinaires et nos forges les mieux alimentées ne pouvaient opérer la fusion, nos deux confrères furent conduits à chercher, dans la combustion du gaz de l'éclairage par l'oxygène, le moyen de produire, sous une forme manufacturière un foyer de chaleur dont les arts n'avaient pas encore connu l'usage. Par un ensemble de dispositions ingénieuses, ils apprirent à manier avec autant de sûreté que d'économie ces appareils de chauffage d'une intensité extraordinaire et d'un genre nouveau ; l'industrie s'en est emparée.

Sur ces entrefaites, la conférence diplomatique du mètre ayant adopté le système français des poids et mesures, au nom des nations réunies, on chercha, parmi les matières connues, la plus apte à fournir des prototypes inaltérables et exacts. L'alliage de platine et d'iridium proposé par MM. Deville et Debray obtint la préférence, non seulement à cause de sa grande densité, mais aussi comme étant le moins fusible des solides propres à cet usage, et le plus capable de résister aux effets prolongés de l'humidité ou de l'air. Son grain fin, son poli parfait, sa dureté, sa malléabilité, le désignaient, d'ailleurs, aux préférences de l'assemblée.

On a obtenu à son aide des prototypes du mètre et du kilogramme, comparables les uns au 1/1000e de millimètre, les autres au 1/100e de milli-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gramme, précision dont on n'aurait jamais cru pouvoir approcher. Pour l'atteindre, il est vrai, il a fallu dix années d'études, soit pour amener le platine et l'iridium à un état de pureté irréprochable, soit pour constituer à leur aide un alliage exempt de tout corps étranger, soit enfin pour obtenir les masses destinées à fournir les prototypes des mètres et des kilogrammes réclamés par les diverses nations. H. Deville n'y avait épargné ni son génie inventif ni ses veilles. Il y avait perdu sa santé ; il se consolait en songeant à la postérité pour laquelle il travaillait.

Ces prototypes braveront, en effet, l'action des siècles, qu'ils soient conservés dans l'air sec, dans l'air humide ou même plongés dans l'eau. On les verrait sortir intacts des flammes du plus violent incendie; ils ne peuvent être altérés que par des actions mécaniques intentionnelles : déformations ou pertes de substance, produites par le choc du marteau ou l'action de la lime.

Cet ensemble de publications sorties du laboratoire d'Henri Deville et si dignes d'intérêt, il ne m'est pas permis même de le parcourir; mais les élèves de notre confrère y ont pourvu ; leurs notices complètes me laissent la liberté de choisir et de me borner aux inventions magistrales.

Pour obtenir des températures fixes, nous ne connaissons qu'une seule méthode consistant à faire usage d'une matière prise au moment où elle change d'état : la glace qui fond, l'eau qui bout; c'est-à-dire le zéro de nos thermomètres et le centième degré, choisis par Newton. Mais on ne s'était pas occupé de constituer des milieux à température fixe pour des chaleurs plus hautes. Les travaux de MM. H. Deville et Troost ont comblé cette lacune et mis à la disposition des expérimentateurs des appareils dans lesquels le mercure, le soufre, le sélénium, le zinc fournissent à leurs ébullitions respectives des températures fixes à 350, 440, 650 et 1300 degrés. A leur aide, ils ont pu définir les propriétés des vapeurs des corps les moins volatils, écarter les anomalies offertes par la vapeur de soufre au voisinage de son point d'ébullition, déterminer les densités de vapeur d'un grand nombre de substances entrant en ébullition au-dessus de la chaleur rouge et fournir aux théories de la chimie moléculaire des informations indispensables.

Mais ces travaux qui ne connaissaient pas le repos, ces découvertes frappant à coups redoublés l'attention de l'Europe éclairée et ramenant les esprits vers la chimie minérale, bases fondamentales de la science, n'atteignaient pas cependant les hauteurs d'une doctrine. Henri Deville, mettant le complément à sa gloire, et c'est à dessein que j'emploie ce mot, eut le rare bonheur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de s'arrêter devant un phénomène qu'on laissait passer inaperçu et d'en faire sortir, par une analyse délicate, pénétrante et rigoureuse, la vraie théorie de l'union chimique des éléments.

Voici le fait. La flamme fournie par l'hydrogène et l'oxygène est capable de fondre le platine. La température produite par la combinaison de ces deux gaz, au moment de leur conversion en eau, atteint donc le point de fusion de ce métal. Un éminent physicien anglais, M. Grove, avait reconnu, cependant, que des globes de platine incandescents et presque en fusion, jetés dans l'eau froide, y déterminent un dégagement d'hydrogène et d'oxygène gazeux provenant de l'analyse de cette eau.

Le point de fusion du platine représente donc une température au voisinage de laquelle la formation ou la décomposition de l'eau semblent s'opérer indifféremment.

Sous l'influence de l'illustre chimiste suédois Berzélius, on avait admis, sans preuves, l'existence d'une force capable de se manifester au seul contact des corps et n'empruntant rien à ceux-ci, soit comme matière pondérable, soit comme énergie. Par un privilège spécial, le platine était considéré comme doué au plus haut degré de ce pouvoir mystérieux. Henri Deville avait en horreur les forces occultes, les mots vides de sens dont s'accommode trop facilement une science à ses débuts; il n'acceptait donc pas l'explication complaisante donnée à la curieuse expérience de M. Grove.

Il fit voir que le phénomène qu'elle présente, loin d'être une exception, est général; que le platine n'y est pour rien; qu'il y a pour chaque combinaison une zone de chaleurs telle, que ses éléments se séparent ou se réunissent partiellement au gré des circonstances. C'est à cet état d'équilibre qu'il a donné le nom de dissociation. Il en a multiplié les exemples, précisé les conditions et créé la théorie. Autour de lui, ses élèves se sont appliqués avec vénération à compléter son œuvre. Dans les pays étrangers, on en a fait l'objet d'études nombreuses et importantes : on a écrit des volumes, mais on n'a rien changé à la doctrine sortie de l'Ecole normale.

En quoi consiste la dissociation chimique produite par la chaleur? Comment diffère-t-elle de la décomposition proprement dite, déterminée par une température élevée, dont les effets étaient depuis longtemps familiers aux chimistes et même aux artisans?

Ce n'est pas seulement à 100 degrés que l'eau entre en vapeurs, et chacun sait qu'à une température bien inférieure, elle disparaît, prenant l'état aériforme et se mêlant à l'atmosphère; chacun sait aussi que, sous certaines

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conditions, il lui est indifférent de revêtir l'état gazeux dans un air sec ou de se précipiter, sous forme de brouillard, dans un air humide. Henri Deville, par une inspiration de génie, saisit l'analogie qui lie le changement d'état chimique au changement d'état physique. Il fit voir qu'aux approches de la température nécessaire pour déterminer la combinaison totale de deux substances, elles peuvent se réunir ou se séparer selon les conditions du milieu. Vers la température où l'eau cesserait d'exister, s'il y a excès des deux gaz qui lui donnent naissance, une portion de ceux-ci s'enflamme en s'unissant ; la vapeur d'eau est-elle en excès, celle-ci se décompose partiellement au contraire. Telle est la loi de la nature. Changement d'état des corps, séparation ou réunion des éléments, ce sont effets d'une même force, la chaleur, produisant d'abord une action purement physique, atteignant ensuite la constitution chimique des êtres ; isolant les atomes du chimiste, après avoir disjoint les molécules du physicien, et réduisant peut-être la matière dans le soleil à un état plus ténu, dont la nature nous échappe sur la terre.

Laplace, Lavoisier, Berthollet et la plupart des géomètres, envisageant l'union des éléments au point de vue mécanique, ne pouvaient accepter le sens absolu sous lequel l'acte de la combinaison était envisagé par les chimistes. Henri Deville leur a donné raison. Les corps volatils cessent d'émettre des vapeurs à une température basse, s'évaporent plus ou moins, selon le milieu, à une chaleur moyenne, prenant tout entiers l'état aériforme à l'ébullition. Il en est ainsi des composés chimiques absolument stables quand le froid est suffisant, plus ou moins décomposés selon le milieu quand la température s'élève, réduits à leurs éléments quand elle est assez haute.

Grande et mémorable découverte ! En rattachant par un lien étroit la dissociation chimique à l'évaporation, la décomposition chimique à l'ébullition, Henri Deville a réalisé l'une des plus belles inventions de ce siècle fécond. Les vues de Newton sur l'action chimique, si longtemps méconnues, y ont trouvé la plus éclatante confirmation ; et lorsque la science mathématique viendra réunir, comme conséquences de l'attraction, les mouvements des éléments dans la formation des composés et les lois qui régissent le système du monde, les vues de l'immortel Newton et celles d'Henri Deville auront servi de base à cette évolution mémorable de la philosophie naturelle. Au sujet des affinités chimiques, notre confrère a donc fermé l'ère des romans, ouvert celle de l'histoire et préparé l'union de la chimie et de l'astronomie.

A peine énoncée, la doctrine de la dissociation jetait la plus vive lumière

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur une foule de phénomènes demeurés sans explication; on ne comptait pas, en effet, les cas très nombreux dans lesquels on avait vu se produire des actions inverses entre des corps semblant obéir à quelque caprice, s'unissant par des noces passagères, se séparant par des divorces sans cause apparente.

Mais, dans cette étude des éléments prêts à s'associer, des composés prêts à se détruire, il fallait saisir au passage des êtres fugitifs qu'un changement de décor allait faire disparaître. Henri Deville, avec une sûreté de vues extraordinaire, imagina une élégante méthode expérimentale : au gaz devenu libre, il présente un filtre qui le sépare de celui auquel il allait se combiner; aux vapeurs momentanément isolées, il offre des surfaces qui les condensent avant toute altération; il fait ainsi toucher du doigt les témoins irréprochables de ces phénomènes éphémères dont l'existence avait échappé jusqu'alors à l'attention. Il reproduit, comme en se jouant, les effets les plus bizarres, les moins vraisemblables, ramenant au rang des plus simples tels problèmes rebelles depuis longtemps aux efforts de la science.

Il rattache avec bonheur aux effets de la dissociation la volatilisation apparente des matières les plus réfractaires; il y trouve les conditions de la formation des filons métalliques; il fait voir que la dissociation jouait un grand rôle aux époques géologiques éloignées, et qu'elle ne reste pas étrangère aux manifestations des volcans actuels.

Si la théorie de la dissociation, si largement mise en lumière, avait pu laisser les moindres doutes, notre confrère M. Debray, venant en aide à son maître et à son ami, par sa belle étude de l'action de la chaleur sur le carbonate de chaux, se fût chargé de les faire disparaître, en donnant à la fois à la physique l'un de ses meilleurs modèles, à l'art du chaufournier, remontant aux origines de la civilisation, le guide théorique dont il manquait.

Un autre de nos confrères, M. P. Bert, y découvrait le complément de la théorie de la respiration, et montrait les bicarbonates alcalins incessamment produits dans le sang venant perdre, par dissociation, une partie de leur acide carbonique en se mettant en rapport avec l'air pur dans les vaisseaux du poumon.

Ce n'est pas tout. L'air qui nous environne contient de l'acide carbonique, en proportion très faible, mais constante, ainsi que l'ont démontré les analyses effectuées dans les contrées si diverses choisies comme stations pour l'observation du dernier passage de Vénus sur le soleil. D'où vient cette fixité ? C'est, nous apprend M. Schlœsing, que depuis de longs siècles il s'est établi,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

entre les bicarbonates contenus dans l'eau des mers et l'acide carbonique atmosphérique, un équilibre qui, à peine troublé, tend à se rétablir. Si les eaux pluviales enlèvent à l'air une certaine quantité d'acide carbonique, les bicarbonates de la mer s'empressent de la restituer. Si le bicarbonate de chaux des eaux salées se décompose et forme ces dépôts crayeux où les géologues des races futures iront chercher les restes des animaux de l'époque actuelle, les eaux douces, chargées d'acide carbonique, parcourant la surface des continents, y trouvent le calcaire qu'elles convertissent en bicarbonate de chaux et qu'elles portent aux mers.

Voilà, certes, un budget en parfait équilibre ! L'atmosphère rend à la mer tout ce qu'elle en a reçu ; celle-ci lui restitue tout ce qu'elle lui a pris et les eaux pluviales remplissent leur office d'honnête courtier, opérant sans frais le transport de l'acide carbonique de l'une à l'autre.

Ainsi l'acide carbonique ne s'accumule pas dans l'air au point de le rendre irrespirable ; les sels calcaires ne se concentrent pas dans l'eau des mers au point d'amener la mort de tous les êtres qui l'habitent ; un simple équilibre, effet de la dissociation, entre l'acide carbonique de l'air, celui des eaux douces et celui des eaux salées, assure la permanence de la vie sur le globe, détermine l'érosion des continents et l'exhaussement du fond des Océans. Pour produire les plus grands effets, la nature, encore une fois, se contente des plus petites forces, mettant en mouvement des rouages si artistement combinés qu'on y sent la main d'un habile horloger et non le brutal effet du hasard.

Henri Deville, placé par cette mémorable découverte au nombre des législateurs de la science, si peu nombreux en tout pays et en tout temps, n'avait plus qu'à jouir. Entouré d'élèves dévoués, d'amis fidèles, chef d'une famille heureuse et unie, il se vit frappé d'un mal dont la nature paraissait obscure, mais dont la gravité n'était que trop évidente. Bientôt, les soins les plus éclairés devenus inutiles, chacun comprit que la France allait perdre un de ses meilleurs fils, l'Institut un de ses membres les plus dignes de vénération. Envisageant sa fin prochaine d'un œil calme, après avoir reçu les adieux de tous ceux qui l'entouraient de leur affection, il expirait au milieu des siens en pleurs, le 1er juillet 1881, dans la modeste retraite de Boulogne, où il avait été chercher, pour quelques jours, un air pur et le repos.

Quel deuil ! La perte de la science était irréparable ; elle fut cruellement sentie. Les voix les plus autorisées, préludant au jugement de la postérité, s'empressèrent de rendre hommage aux travaux d'Henri Deville. L'Académie des sciences appelée à décerner le prix quinquennal, destiné à couronner

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

selon le vœu de sa noble fondatrice (1), « une œuvre originale, élevée, offrant le double caractère de l'invention et de la nouveauté », n'avait pas hésité à l'attribuer à la découverte capitale du principe de la dissociation; elle eut la douleur de déposer cet hommage sur une tombe à peine fermée.

La mémoire d'Henri Deville a donc été entourée d'honneurs. Son souvenir demeure vivant parmi nous. Il est pour ses amis l'objet d'un éternel regret, pour ses anciens élèves celui d'un véritable culte; il inspire un profond respect à tous les esprits éclairés. Ces sentiments sont la consolation de notre époque et de notre pays. A travers tant de changements, de troubles, de révolutions, on éprouve violemment le besoin de glorifier les génies heureux dont les œuvres marquent au genre humain sa voie, et de rappeler en même temps au monde prompt à l'oubli les droits de la France à sa gratitude. Plus que jamais, gardons avec un soin religieux la tradition des services rendus par nos prédécesseurs, par nos ancêtres; honorons nos grands hommes! Toute nation manquant à ce devoir prépare sa ruine intellectuelle, morale et matérielle; elle ne vivra pas longtemps sur la terre et ne laissera en périssant qu'une trace bientôt obscurcie parmi les peuples de l'avenir.

Veillons donc sur les titres de nos morts, en héritiers attentifs; ne laissons ni dépérir ni envahir leur domaine! Ne comptons pas sur la justice d'autrui. Les nations qu'on a initiées aux travaux de l'esprit, de même que celles qu'on a dotées de la liberté, ne se croient point obligées à la reconnaissance et ne craignent pas de donner de grands exemples d'ingratitude. Tel peuple qui, dans la première moitié du siècle, venait nous demander des leçons, se croit prêt à nous en donner aujourd'hui et jette un regard de commisération sur notre pays, comme si les sources de l'invention y étaient taries. Eh bien, non! La France n'est pas morte! La flamme d'une lampe peut en allumer mille autres, sans que sa propre lumière en soit affaiblie; leur éclat ne fera jamais pâlir le sien, il est son ouvrage.

Les sillons profonds tracés par les frères Deville, la poussière du temps ne les comblera pas et pour en méconnaître la maîtresse direction, il faudrait un aveuglement volontaire. Puissent leurs successeurs demeurer toujours fidèles, comme eux, aux traditions de la science française! C'est près d'elle qu'ils trouveront, le plus souvent encore, ces inspirations claires, conformes à son génie, menant aux régions supérieures de la philosophie naturelle et condui-

(1) Mme Jean Reynaud.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sant aux découvertes dont l'éclat répandu sur notre patrie bien-aimée affirmera son rang parmi les nations.

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BÉRARD, *au nom du comité des arts chimiques, sur un* APPAREIL POUR LA FABRICATION DE L'HYDROGÈNE, *présenté par* M. ÉGASSE.

Messieurs, les aéronautes cherchent à remplacer le gaz de l'éclairage par l'hydrogène dans le gonflement des ballons, et à utiliser la faible densité de ce dernier gaz au profit de la force ascensionnelle des aérostats. Avec un mètre cube de gaz de l'éclairage on ne peut enlever dans les airs qu'un poids de 740 grammes, tandis qu'avec un mètre cube d'hydrogène on peut soulever un poids de 1 150 grammes. Ce chiffre ressort des expériences qui ont été faites par M. Giffard sur la place du Carrousel, lors de l'Exposition universelle de 1878. Les récents essais poursuivis par MM. Tissandier font voir qu'avec de l'hydrogène pur, c'est-à-dire privé de vapeurs acides par un bon lavage et soigneusement desséché au chlorure de calcium, on peut soulever avec un même volume de gaz un poids de 1 180 grammes.

Sans chercher à réaliser, par la pureté du produit, des résultats aussi remarquables, M. Égasse s'est efforcé de donner aux appareils producteurs d'hydrogène la simplicité et la mobilité afin de vulgariser l'emploi de ce gaz, et il soumet ses appareils au jugement de la Société d'encouragement.

M. Égasse met en œuvre, comme les savants dont nous venons de citer les noms, la réaction classique qui consiste à faire agir un acide sur un métal susceptible de décomposer l'eau. Les deux agents qu'il a choisis sont le zinc et l'acide chlorhydrique.

Le zinc en tournures, acheté comme déchet dans les ateliers métallurgiques, est disposé dans un vase cylindrique en cuivre. Ce vase est fermé par un couvercle en forme de calotte hémisphérique, fixé et serré au moyen d'une vis de pression qui agit dans le sens de l'axe de l'appareil en glissant dans un étrier. Le joint entre le vase et son couvercle est constitué par un anneau de caoutchouc.

Chaque récipient à zinc est mis en communication par des ouvertures et des jeux de tubes soit avec les touries contenant l'acide, soit avec l'appareil laveur. Un de ces récipients peut fournir 10 mètres cubes à l'heure, une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

batterie comprenant dix de ces récipients peut donc débiter 100 mètres cubes à l'heure. Cette batterie est disposée sur un camion que deux chevaux traînent aisément. L'équipage est complété par un chariot portant les touries d'acide et la réserve de zinc.

Lorsque cet équipage arrive sur le lieu où le ballon doit être gonflé on dispose sur le sol, de chaque côté du camion et au pied de chaque récipient à zinc, une tourie d'acide chlorhydrique. Un jeu de tuyaux convenablement agencé met chaque tourie en communication d'un côté avec le récipient à zinc, de l'autre avec un réservoir d'air comprimé qui est placé sous le siège du cocher et dans lequel on met de l'air en pression au moyen d'une pompe à pédale. Poussé par cette pression, l'acide s'élève des touries dans les récipients à zinc, y détermine le dégagement du gaz, lequel se rend par un tuyau dans un laveur commun disposé à l'arrière du camion. L'hydrogène passe de ce laveur dans l'aérostat.

Chaque mètre cube d'hydrogène est obtenu au moyen des quantités de matières qui suivent :

	fr.
9 kilog. d'acide à 22 degrés.	0,18
3 kilog. de zinc.	0,90
Prix du mètre cube. . . .	1,08

Le prix du mètre cube d'hydrogène est donc environ quatre fois plus élevé que celui du mètre cube de gaz de l'éclairage pour une force ascensionnelle qui est à peine deux fois plus considérable.

Cependant il y a avantage à employer l'hydrogène, par le motif que ce gaz permet pour un résultat donné de faire usage d'aérostats de moindres dimensions relatives et, par suite, moins dispendieux à établir.

Le résidu de la préparation, le chorure de zinc, après une concentration qui le réduit au sixième de son poids, est évalué à 9ᵏ.600 pour chaque mètre cube de gaz produit, et il représente une valeur d'environ 4 francs.

M. Égasse vend ce résidu comme agent désinfectant, pour précipiter le sulfhydrate d'ammoniaque formé dans la décomposition des matières animales. Cette vente joue un rôle important dans l'industrie dont il s'agit. Dans le cours des trois années 1881 à 1883, M. Égasse a livré 350 000 kilogrammes de chlorure de zinc, aux Compagnies de chemins de fer, à la marine, aux grandes villes, telles que Paris, Marseille, Lille, aux abattoirs et aux ateliers d'étamage.

Quant au gaz hydrogène fourni par les appareils inventés par M. Égasse,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

il a été employé à gonfler les petits ballons-réclames des magasins de nouveautés et autres ballons-jouets, ainsi que plusieurs ballons aérostatiques, tels que le *Satellite*, le *Frontin*, l'*Avenir*, qui ont été lancés, sous la direction de divers aéronautes, les 14 décembre 1880, 14 juillet et 28 octobre 1883.

Les appareils imaginés par M. Égasse sont donc particulièrement applicables au gonflement des aérostats qui ne sont pas armés pour de grands voyages. Ils ont été ingénieusement agencés en vue d'un transport facile et d'un fonctionnement expéditif. Le procédé de fabrication du gaz n'est pas nouveau, non plus que l'emploi du résidu. Mais les appareils sont de nature à rendre, dans certains cas donnés, des services aux aéronautes.

Votre comité des arts chimiques estime qu'il y a lieu de remercier M. Égasse d'en avoir fait la communication et il vous propose d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : BÉRARD, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 11 *janvier* 1884.

MINES.

COMMUNICATION DE M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, MEMBRE DU CONSEIL, SUR LE FONÇAGE D'UN PUITS DE MINE DANS UN TERRAIN AQUIFÈRE (1).

Ce procédé dû à M. Poetsch n'est encore connu que par des renseignements fort incomplets, et, par conséquent, cette communication n'est faite ici que sous toutes réserves, mais il repose sur un principe tellement original, qu'il a paru intéressant de le porter dans sa primeur à la connaissance de la Société. Il vient d'être appliqué, d'après la brochure dont nous extrayons ces détails, au puits Archibald, de la concession de Douglas, dans la région lignitifère de Schmiedlingen.

Il s'agissait, après un fonçage de 34 mètres de profondeur avec une section rectangulaire de $3^m,45$ sur $4^m,73$ qui n'avait présenté aucune difficulté spéciale, de franchir une traversée de sables mouvants très aquifères d'une épaisseur de $5^m,50$, au delà de laquelle on atteignait le solide. L'idée, véritablement extraordinaire, qui a été mise en œuvre, consiste à congeler la

(1) Communication faite dans la séance du 22 février 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

masse du terrain sur une épaisseur suffisante pour maintenir la pression hydrostatique environnante, pendant le temps nécessaire aux ouvriers pour effectuer le fonçage et exécuter le muraillement. Voici comment cette tentative hardie a été mise en œuvre :

On a enfoncé, en ceinture, autour du puits, une série de vingt-trois tubes creux en fer de $0^m,20$ de diamètre, munis, à la base, d'un sabot tranchant. Une fois arrivé au terrain ferme, on les a obturés à la base, avec une fermeture de plomb, de ciment et de goudron. On a alors descendu à leur intérieur d'autres tubes plus petits percés de part en part. Des chapeaux à tubulure et robinet les coiffent tous et permettent d'y distribuer le liquide réfrigérant qui arrive du jour par un tuyau unique. Ainsi ramifié, le courant pénètre dans chaque tube central sous la pression d'une pompe foulante et remonte tout autour jusqu'au chapeau. Tous ces courants de retour sont eux-mêmes réunis et renvoyés à la surface par un autre tuyau unique. Les courants froids soutirent ainsi le calorique du terrain en s'en chargeant pour eux-mêmes et retournent s'en dépouiller sous l'action d'une machine frigorifique à ammoniaque du type Kropff, de Nordhausen.

Le liquide véhicule du calorique était une solution de chlorure de calcium à 40 degrés Baumé, qui ne se congèlerait qu'aux environs de 40 degrés centigrades au-dessous de zéro. La machine frigorifique le lance dans la profondeur à une température de — 25 degrés. Il en ressort à — 19 degrés, pour être de nouveau refroidi et renvoyé d'une manière continue.

On a ainsi, au bout de trente jours de congélation, obtenu une masse qu'on put trouver suffisante pour la traverser par le fonçage. On en mesurait la température en y enfonçant des tubes indicateurs pleins de la solution de chlorure de calcium, dans laquelle étaient immergés des thermomètres. La température du terrain qui était originairement de + 11 degrés s'est abaissée ainsi à — 19 degrés, et probablement davantage encore vers le bas, car ces mesures étaient prises à la partie supérieure. La dureté de cette roche artificielle d'eau sableuse congelée a été comparée à celle du calcaire n° 4 de l'échelle allemande de duretés. Elle se laissait attaquer difficilement au pic et présentait une cassure conchoïde. Pendant les opérations, les courants réfrigérants continuaient leur action pour maintenir la barrière protectrice autour des travailleurs. Nous manquons, malheureusement, d'indications sur la manière dont ceux-ci ont pu supporter le voisinage d'une telle température.

Je répète, en terminant, qu'une telle description paraît, au premier abord, incroyable, et il y aurait, certainement, une témérité inadmissible à entre-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

prendre par un tel procédé des fonçages d'une hauteur de quelque importance. On ne peut nier, cependant, qu'appliquée ainsi à une traversée très courte, cette méthode ne mérite de fixer l'attention, pour être contrôlée par une discussion attentive.

AGRICULTURE.

SUR LES ORIGINES DE L'AZOTE COMBINÉ EXISTANT A LA SURFACE DE LA TERRE, PAR MM. A. MUNTZ ET E. AUBIN.

On admet que l'azote combiné, qui existe à la surface du globe et qui se trouve à l'état de matière organique ou à l'état de composés minéraux, susceptibles d'être assimilés par les êtres vivants, a pour origine première les phénomènes électriques dont l'atmosphère terrestre est le siège. Cavendish a montré que les décharges électriques, produites dans l'air, font entrer l'azote en combinaison. Ce corps devient ainsi capable de servir d'aliment aux végétaux. D'un autre côté, M. Berthelot a trouvé que, sous l'influence de tensions électriques très faibles, l'azote aérien pouvait se combiner aux matières organiques et entrer ainsi dans le cycle de la vie. Quant à l'azote libre qui constitue la grande masse de l'atmosphère terrestre, il ne paraît pas susceptible d'être utilisé par les êtres vivants, en dehors des cas où l'électricité le rend apte à entrer en combinaison. Les expériences de M. Boussingault sur les végétaux, celles de M. Schlœsing sur le sol, ont montré qu'une absorption directe de l'azote n'avait pas lieu. Nous sommes donc toujours en présence de cet agent unique, l'électricité, chargé de fournir aux êtres vivants l'azote dont ils ont besoin.

La combustion vive qui s'exerce aux dépens des matières organiques, quoique entraînant la combinaison d'une certaine quantité d'azote aérien, ne peut pas être considérée comme une cause d'enrichissement en azote combiné, puisqu'elle détermine l'élimination, à l'état libre, de la plus grande partie de l'azote que ces matières renferment, produisant ainsi deux actions inverses, dont la dernière, qui consiste en la destruction des combinaisons azotées, est prédominante.

En regard de cette cause de production d'azote combiné, plaçons les causes de déperdition : la combustion vive, phénomène très limité; la combustion lente qui, s'exerçant d'une manière continue et sur toute la surface du globe, rend à l'atmosphère, à l'état libre, une partie de l'azote des matières qui se décomposent : cette cause de déperdition peut être regardée comme la plus importante; enfin, dans des cas exceptionnels, il peut y avoir réduction des nitrates des eaux ou des sols privés d'oxygène. Il importe de savoir si l'équilibre existe entre les forces inverses qui sont en jeu et si, par suite, nous pouvons regarder comme sensiblement constantes les quantités d'azote assimilable qui circulent à la surface du globe.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La détermination de l'apport par l'électricité atmosphérique est la partie la plus importante du problème. On sait que les nitrates ou nitrites, produits sous l'influence de cet agent, sont amenés dans les parties basses par les eaux pluviales, dans lesquelles on peut déterminer leur proportion par des méthodes très rigoureuses. Il semble donc qu'en établissant, dans des points éloignés du globe, un certain nombre de stations, dans lesquelles on déterminerait les quantités moyennes de pluie en même temps que leur teneur moyenne en acide nitrique, on arriverait à la solution d'un des côtés les plus intéressants du problème. Déjà nous connaissons, pour plusieurs points de l'Europe, l'apport de l'atmosphère en composés nitrés. Des déterminations ont été faites en France, en Angleterre, en Allemagne, en Italie. Sans qu'on puisse regarder les valeurs obtenues comme tout à fait absolues, on peut dire cependant que l'ordre de grandeur de ces quantités est déterminé.

Mais il convient de faire observer que, sous notre climat, les phénomènes électriques sont loin d'avoir l'intensité ou la continuité qu'ils ont dans les régions tropicales et que, par suite, on doit s'attendre à trouver dans ces dernières une production de nitrates bien supérieure à celle que nous constatons en Europe. Déjà M. Boussingault avait pensé qu'il devait en être ainsi : cependant nous ne connaissons aucune observation directe, faite sous les tropiques, nous indiquant les quantités de nitrates importées par les eaux pluviales. Il y a un grand intérêt à combler cette lacune.

Le dosage des nitrates est une opération délicate et, dans des stations éloignées du laboratoire, il peut être utile de préparer l'échantillon de manière à pouvoir faire la détermination au retour. Dans ce but, nous avons étudié les conditions dans lesquelles un semblable procédé pouvait être appliqué. L'évaporation d'une certaine quantité d'eau de pluie, en présence de la potasse et en se mettant à l'abri du contact de l'air, et spécialement des gaz de la combustion, si riches en composés nitrés, la conservation dans l'alcool du produit évaporé à un petit volume, permettent de faire des prélèvements d'échantillons qu'on peut rapporter, sous cette forme réduite, au laboratoire, après un temps indéterminé, et dans lesquels on peut alors doser les nitrates avec toute la précision désirable. Nous nous sommes assurés qu'aucune modification ne se produisait dans la proportion de nitrate, soit par le mode opératoire, soit par la durée de la conservation.

Cette méthode peut servir aussi bien pour les eaux de rivières, de sources, etc., que pour les eaux pluviales. On emploie une quantité d'eau de 3 à 5 litres qu'on réduit par l'évaporation à un volume d'environ 30 centimètres cubes, puis on ajoute 60 centimètres cubes d'alcool. Les nitrates se conservent ainsi indéfiniment, ce qui n'a pas lieu lorsqu'on garde, pendant un certain temps, les eaux en nature. Nous avons arrêté la forme des appareils nécessaires pour recueillir et traiter les eaux pluviales, et nous serions heureux de pouvoir confier ces opérations, d'une exécution facile, à des personnes habitant des points éloignés du globe, et spécialement les régions tropicales, où les phénomènes électriques jouent un si grand rôle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si les quantités d'azote combiné ainsi apportées aux êtres vivants ne sont pas, sur une partie de la surface du globe, supérieures à ce qu'elles sont chez nous, il semblerait facile d'expliquer, par l'électricité seule, la compensation de l'azote incessamment perdu et surtout l'accumulation de l'azote combiné qui existe à la surface du globe. Il faudrait alors chercher une autre cause de production des composés azotés. Nous serions tentés de les placer dans les combustions vives qui se sont produites à une époque de l'existence du globe terrestre, alors que les éléments qui étaient auparavant dissociés sous l'influence d'une température élevée se sont combinés en présence d'oxygène et d'azote, entraînant ainsi la formation de composés nitrés. On sait, en effet, qu'il se forme de grandes quantités d'acide nitreux, chaque fois qu'un corps brûle dans l'air. Pour ne conserver aucun doute sur la réalité de ce fait, nous avons opéré la combustion, dans l'air, d'un certain nombre de métalloïdes et de métaux et nous avons, dans tous les cas, constaté la formation des composés nitrés. En cherchant le rapport entre les quantités des différents corps simples brûlés et les quantités correspondantes d'azote entré en combinaison, nous avons trouvé que l'intensité de ce phénomène était très grande (1). Les combustions, produites dans la masse terrestre, de l'hydrogène, du silicium, des métaux ayant eu lieu en présence de l'azote et d'un excès d'oxygène, ont donc dû provoquer une formation abondante de combinaisons oxygénées de l'azote, combinaisons assez stables à des températures élevées, surtout en présence de l'oxygène.

A l'origine du développement des êtres organisés, il y aurait donc eu, d'après ces idées, un stock considérable de composés nitrés, et peut-être faudrait-il attribuer la puissance de la vie végétale et animale, aux époques géologiques, à cette abondance d'azote combiné qui, de notre temps, est rare et qu'il faut ajouter au sol, au prix de grandes dépenses, pour en augmenter la fertilité. Dans cette interprétation, il semblerait donc que nous vivons sur un stock d'azote combiné produit à l'origine et que nous sommes exposés à voir cette quantité décroître, sous l'influence des causes qui rendent à l'état gazeux l'azote qui avait servi à la formation des tissus des êtres vivants, à moins que l'apport dû à l'électricité atmosphérique ne soit une cause de réparation suffisante.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 8 février 1884.

Présidence de M. Becquerel, Vice-Président.

Correspondance. — M. J. *Guérin* jeune, fabricant de feutre à Angoulême. Feutre

(1) Ainsi, dans nos expériences, 1 gramme d'hydrogène brûlant dans l'air a donné naissance à 0 gr. 001 d'acide nitrique ; 1 gramme de magnésium en a donné 0 gr. 100.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rond pour machines à papier, et appareil rotatif destiné à fournir la pâte régulièrement à la table de fabrication. (Arts mécaniques.)

M. *Guilmant*, mécanicien, 29, rue Poireau, à Puteaux. Petit moteur rotatif pour industrie en chambre. (Arts mécaniques.)

M. *Keller-Larose*, fabricant de chaussures, à Anor (Nord). Utilisation des résidus de sciure et de peaux. (Arts économiques.)

M. E. *Danten*, à Longvillette, près Doullens (Somme). Nouveau procédé de plantation et semoir perfectionné. (Agriculture.)

M. *Filli Vernay*, propriétaire, à Vindecy, par Marcigny (Saône-et-Loire). Procédé de viticulture. (Agriculture.)

M. A. *Hamon*, publiciste, 15, rue d'Issy, à Billancourt. Étude sur les eaux potables. (Arts chimiques.)

M. le *Ministre de l'agriculture* envoie des cartes de circulation pour le concours agricole de Paris en 1884.

M. *Eliaou Taïb*, à Orléansville, Algérie. Lettre relative à ses inventions.

Société des architectes des Alpes-Maritimes, à Nice. Renouvellement de son bureau pour l'année 1884.

M. le *Maire* de la ville de Besançon transmet le programme des fêtes qui auront lieu en cette ville, le 18 août 1884, pour l'inauguration de grands travaux d'édilité et d'utilité publique.

M. le *Ministre du commerce* adresse deux exemplaires du n° 6, première et deuxième parties, du *Catalogue des brevets d'invention pris en* 1883; deux exemplaires du n° 7, première et deuxième parties, et deux volumes n° 26, nouvelle série, première et deuxième parties.

M. *Armengaud* jeune, ingénieur-conseil, 23, boulevard de Strasbourg, à Paris. *Visite à l'Exposition d'électricité de Vienne*, 1883, étude faite en collaboration de M. *Vanoni*, ingénieur-inspecteur de la Société générale des téléphones.

La Société reçoit l'édition française de l'Ingénieur-mécanicien. Traduction de *the textile manufacturer and the mechanical world*, publiée à Manchester.

Ces ouvrages seront déposés à la Bibliothèque.

Nécrologie.—M. le *Président* annonce la perte que le Conseil vient de faire par le décès de M. *Gauthier de Rumilly*, sénateur, membre du comité de commerce depuis 1844; il annonce également le décès de M. le comte *de Mony-Colchen*, conseiller-maître à la Cour des comptes, membre de la Commission des fonds depuis 1842.

Des Notices ou les discours prononcés aux funérailles de ces deux membres du Conseil seront insérés au *Bulletin*.

Communications. — *Bossoyeuses*. — M. *Clerc*, ingénieur civil, donne la description des machines dites bossoyeuses de MM. *Dubois* et *François;* il en fait ressortir les avantages pour le percement des galeries et principalement dans les mines grisouteuses où la poudre ne peut être employée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. le *Président* remercie M. *Clerc* de son intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts mécaniques.

Allumettes sans phosphore. — M. *Flament* fait connaître la composition de la pâte *Wagner* sans phosphore pour allumettes chimiques. La fabrication de ces allumettes aurait l'avantage d'éviter les inconvénients graves auxquels sont sujets les ouvriers des fabriques où l'on emploie le phosphore.

M. le *Président* remercie M. *Flament* de son intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts chimiques.

Séance du 22 février 1884.

Présidence de M. BECQUEREL, Vice-Président.

M. Guillaume *Peiny*, 8, rue Bellechasse, présente un appareil destiné à prévenir les accidents qui se produisent dans la marche des scies circulaires. Cet appareil fonctionne actuellement chez M. *Gérard*, 3, place Daumesnil, à Paris. (Arts mécaniques.)

M. Élie *Chamolle*, mécanicien, 33, rue du Rendez-Vous, à Paris. Pompes hydrauliques et souffleries par réaction. (Arts mécaniques.)

M. *Wersebeckmann*, à Munster. Note sur le système de meunerie de MM. *Mariotte* et *Boffy*. (Arts économiques.)

M. Karl *Olsen*, à Flensburg. Seconde Note sur son système de machine à double effet. (Arts mécaniques.)

M. Alfred *Basin* adresse un numéro du *Cosmos-les-Mondes*, n° 4 (1884), contenant un Article sur les ascensions à grande hauteur en ballon. (Arts économiques.)

M. Eugène *Barbe*, ingénieur-conseil, 156, boulevard Voltaire, à Paris, adresse la description d'un procédé de fabrication des pavés de bois, de M. *Mallet*, de Moissac. (Arts économiques.)

M. *Égasse*, 29, rue de la Chapelle, à Paris. Emploi de l'hydrogène pur pour éclairage. (Arts économiques.)

M. F. *Doublet*, 20, rue Dupin, à Paris. Moyen pour détruire le phylloxera. (Agriculture.)

M. *Gaillot*, ingénieur-mécanicien, à Beaune (Côte-d'Or). Flambeur automatique pour la destruction du phylloxera. (Agriculture.)

M. le *Ministre de l'instruction publique et des beaux-arts* annonce que la vingt-deuxième réunion des Sociétés savantes aura lieu à la Sorbonne au mois d'avril prochain.

M. A. *Bétolaud*, président de la Société générale des prisons, 26, place du Marché-Saint-Honoré, à Paris, donne avis de l'ouverture d'un concours pour un projet de construction économique de prison départementale.

M. le comte Eugène *Zichy*, président du Comité spécial de la Section interna-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tionale de l'Exposition générale hongroise à Buda-Pest pour 1885, fait savoir que le Comité à décidé de prolonger jusqu'à la fin d'avril 1884 le terme pour les demandes d'admission.

La Société a reçu le tome VII^e^, sixième année, des *Annales de l'Institut national agronomique.*

De M. *Perissé*, ingénieur civil : *De l'emploi de l'acier dans les constructions navales, civiles et mécaniques.*

De M. Eug. *Barbe*, ingénieur-conseil : *Loi anglaise sur la patente d'invention, dessins et marques de fabrique*, avec Commentaire et Résumé.

Ces ouvrages seront déposés à la Bibliothèque.

NOMINATION D'UN MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ. — Est nommé membre de la Société M. *Chaix*, ingénieur civil, chef des travaux graphiques à l'École Centrale, présenté par M. Ed. *Simon*.

NOMINATION D'UN MEMBRE DU COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES. — Le scrutin est ouvert pour la nomination d'un membre du comité des arts chimiques.

M. *Cailletet* ayant réuni l'unanimité des suffrages, est nommé membre du Conseil.

NÉCROLOGIE. — M. le *Président* fait part du décès de M. le comte Théodose *du Moncel*, de l'Académie des sciences, membre du Conseil depuis 1856. Aucun discours n'ayant été prononcé aux obsèques, M. le *Président* donne lecture du discours qui avait été préparé par M. *Le Roux*, membre du Conseil, au nom de la Société d'encouragement.

Ce discours et celui de M. *Becquerel* pour l'Académie des sciences, seront insérés au *Bulletin*.

M. *Mascart*, membre du comité des arts économiques, lit une Notice sur sir William *Siemens*, ancien correspondant de ce comité.

Cette Notice sera également insérée au *Bulletin*.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Statistique.* — M. Ch. *Lavollée*, au nom du comité de commerce, lit un Rapport sur l'Album de statistique graphique des travaux publics, dû à M. *Cheysson*.

M. *Lavollée*, rappelant l'accueil fait par le Conseil à la communication de M. *Cheysson*, demande l'insertion de ce Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées.

Dépôts galvaniques. — M. Ern. *Dumas*, au nom du comité des constructions et beaux-arts, lit un Rapport sur les objets en métal colorés par les procédés de M. *Weil*.

M. Ern. *Dumas* propose de remercier l'inventeur des résultats qu'il a présentés et d'insérer le Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées.

COMMUNICATIONS. — *Fonçage des puits de mines.* — M. *Haton de la Goupillière*, membre du Conseil, fait une communication sur une méthode nouvelle pour le percement des puits de mines dans les terrains aquifères, fondée sur la congélation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. le *Président* remercie M. *Haton de la Goupillière* de cette intéressante communication, qui est renvoyée à la Commission du *Bulletin*.

Nouveau brûleur à incandescence. — M. Ch. *Clamond* présente un nouveau brûleur à gaz donnant la lumière blanche par l'incandescence d'une corbeille de magnésie filée et portée au blanc éclatant par une flamme alimentée d'air préalablement chauffé à une haute température.

M. le *Président* remercie M. *Clamond* de cette intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts économiques.

Nouveau mode de traction. — M. *Delagrange*, ancien capitaine de frégate, 27, rue de Grenelle, fait une communication sur un nouveau mode de traction, qu'il propose en vue d'une application à la voie du Sénégal au Niger.

Dans ce système, la machine est relativement légère et peut transmettre à volonté un mouvement propre aux essieux de tous les wagons du train par une chaîne disposée d'une manière spéciale; dans ces conditions, le poids des rails est considérablement réduit, et la voie peut être facilement établie à peu de frais sur l'accotement des routes et sur des terrains accidentés.

Le train doit normalement marcher à petite vitesse; mais celle-ci est susceptible de varier dans de larges limites.

M. le *Président* remercie M. *Delagrange* de son intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts mécaniques.

Séance du 14 mars 1884.

Présidence de M. BECQUEREL, Vice-Président.

CORRESPONDANCE. — MM. F. *Muratori* et Ed. *Cros*, 11, boulevard des Italiens, à Paris, présentent le plan et la description d'un appareil destiné à ouvrir et fermer à distance les compteurs à gaz, et régler l'émission du gaz. (Arts mécaniques.)

M. F. *Griveaux*, rue de Nevers, au Creusot (Saône-et-Loire). Emploi de la vapeur surchauffée ou désaturée, appliquée aux machines à vapeur et spécialement à la machine *Corliss*. (Arts mécaniques.)

M. *Jeansaume*, mécanicien, 264, boulevard Voltaire, à Paris. Ornements en marbre découpés à la scie mécanique. (Arts mécaniques.)

M. P. *Audoye*, 22, rue de Grammont, à Paris. Machine à cirer mécanique. (Arts mécaniques.)

M. *Beauchamps*, 6, passage Saint-Avoye, à Paris. Sphère géographique pour l'instruction primaire. (Arts économiques.)

M. *Delfosse*, ouvrier ajusteur, 8, place Marie, à Denain (Nord). Système de distribution par un seul excentrique dans les machines à vapeur. (Arts mécaniques.)

M. *Delcourt-Joannès*, jardinier, à la Flamengerie, canton de la Chapelle (Aisne). Système de mouvement perpétuel..

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. E. *Buchet*, 65, rue Bayen, aux Ternes, à Paris. Moyen pour découvrir les falsifications du beurre. (Arts chimiques.)

M. Fr. *Sagnes*, ingénieur, 127, boulevard de Ménilmontant, à Paris. Moyen d'augmenter le rendement des terres cultivées. (Agriculture.)

M. *Verdoux*, 43, rue Saint-Sauveur, à Caen. Moyen de détruire le phylloxera. (Agriculture.)

M. Adolphe *Brié*, 3, rue Anquetil, à Reims. Insecticide pour détruire le phylloxera. (Agriculture.)

M. Baptiste *Magneur-Lavergne*, chez M. *Chartier* jeune, 8, rue Oberkampf, à Paris. Insecticide pour détruire le phylloxera. (Agriculture.)

M. *Mallet*, ingénieur, 30, rue de Larochefoucauld, prie le *Président* de la Société de vouloir bien désigner un rapporteur pour une communication qu'il a faite à la Société, M. *Baude*, désigné primitivement, ne pouvant faire le Rapport (Arts mécaniques.)

M. *Utzchneider*, directeur de la faïencerie de Digoin, remercie la Société de la médaille d'encouragement décernée à la séance générale de décembre 1883 à un de ses plus anciens et plus fidèles serviteurs, Nicolas *Kieffer*.

M. le *Ministre de l'instruction publique* transmet une demande de la *Société industrielle* de Verviers pour l'échange de ses publications contre celle du *Bulletin* de la Société d'encouragement. (Commission du *Bulletin*.)

M. Félix *Le Blanc*, pour M. *Colladon*, demande l'échange du *Bulletin* de la Société d'encouragement contre celui de la *Société des arts industriels de Genève*. (Commission du *Bulletin*.)

La Société a reçu les ouvrages suivants :

De M. le *Ministre du commerce*, deux exemplaires du n° 8, première partie, du *Catalogue des brevets d'invention pris en* 1883, et deux *Bulletins officiels* n° 3; deux exemplaires du tome XXVII de la Collection des brevets d'invention et deux *Bulletins officiels* n° 4.

De M. Natalis *Rondot*, membre du Conseil, *Enquête sur la situation des industries d'art*, par la *Chambre de commerce de Lyon*.

De M. *Jungbecker*, ingénieur, les *Traverses métalliques en Allemagne*.

De M. *Rothschild*, éditeur, 13, rue des Saint-Pères, *Causeries scientifiques*, de M. *de Parville*, quatre volumes ;

Les phénomènes de l'atmosphère, par M. *Mohn ;*

Analyse chimique, par MM. Ét. *Finot*, A. *Bertrand* et *Meunier ;*

Le microscope, par MM. *Planchon* et *Hugounenq ;*

Les animaux utiles à l'industrie, l'art et la médecine, par M. *Boulart ;*

Histoire de la terre, par M. *de Lagrené ;*

Traité pratique du reboisement et du gazonnement des montagnes, par M. P. *Demontzey ;*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les chemins de fer français, par M. Alfred *Picard*, quatre volumes ;

De la Société *Iron and Steel institute*, son *Journal* n° II, 1833 et le Catalogue.

Ces ouvrages seront déposés à la Bibliothèque.

Nomination de membres de la société. — Sont nommés membres de la Société : MM. *Bonis*, directeur des ateliers de la maison *Bréguet*, présenté par M. *Becquerel*, vice-président ; Maurice *Lévy*, membre de l'Académie des sciences, ingénieur en chef des ponts et chaussées, présenté par M. *Tresca ; Lutscher*, administrateur des carrières d'Epinal et de la Compagnie d'assurances *La Nationale*, présenté par M. *Legrand*, membre du Conseil ; et Alfred *Tresca*, ingénieur civil, présenté par M. *Becquerel*, vice-président.

Nécrologie. — M. le *Président* fait part de la perte que la Société vient d'éprouver en la personne de M. *Calla*, membre honoraire du comité des arts mécaniques ; M. *Calla* était membre du Conseil depuis 1840.

M. Félix *Le Blanc*, membre du Conseil, fait part du décès de M. *de Fontenay*, ingénieur, un des plus anciens membres de la Société. M. Eug. *de Fontenay*, ancien élève de l'École Centrale, de la première promotion de cette École, a été directeur de la cristallerie de Baccarat, où il a introduit de nouvelles fabrications ; l'art du verrier lui doit d'importantes découvertes. M. *de Fontenay* était retiré à Autun depuis plusieurs années.

Déclaration d'une vacance au comité des arts mécaniques. — M. *de Laboulaye*, au nom du comité des arts mécaniques, demande qu'une vacance soit déclarée dans ce comité.

La proposition est adoptée.

Rapports des comités. — *Bobinoir perfectionné.* — M. Ed. *Simon*, au nom du comité des arts mécaniques, lit un Rapport sur un bobinoir perfectionné pour laine peignée de M. *Bazilier*.

Le comité des arts mécaniques propose de remercier M. *Bazilier* pour son importante communication et de voter l'insertion du Rapport au *Bulletin*, avec les figures représentant le bobinoir perfectionné et une légende explicative.

Ces conclusions sont approuvées.

Communications. — *Monographie des tissus artistiques.* — M. Ed. *Simon*, membre du Conseil, présente un travail sur le tissage de M. Édouard *Gand*, correspondant de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, à Amiens, où, depuis longues années, il professe avec grand succès le cours de tissage de la Société industrielle.

M. le *Président* remercie M. *Simon* de la communication du travail de M. *Gand*, qui est renvoyé au comité des arts mécaniques.

Géologie. — M. Félix *Le Blanc*, membre du Conseil, présente, de la part de M. *Colladon*, de l'Académie de Genève, correspondant de la Société, une Notice, résumé historique des études géologiques et des travaux d'excavation entrepris en France et en Angleterre en vue de l'exécution d'un chemin de fer sous la Manche, et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

demande que ce travail soit l'objet d'un Rapport du comité des arts mécaniques.

M. *Le Blanc* présente aussi le Rapport de M. V. H. *Schilling* sur l'éclairage électrique et l'éclairage par le gaz, traduit et annoté par M. *Colladon*.

M. le *Président* remercie M. Félix *Le Blanc* de ces deux brochures, dont la première est renvoyée au comité des arts mécaniques et la seconde déposée à la Bibliothèque.

Fabrication du gaz carburé et de l'hydrogène pur. — M. Théophile *Foucault*, ingénieur, 51, rue Claude-Bernard, donne la description de son *gazogène* pouvant produire l'hydrogène non éclairant par la décomposition de l'eau, et l'hydrogène éclairant par celle des hydrocarbures liquides, ensemble ou séparément, à la volonté du consommateur.

M. le *Président* remercie M. *Foucault* de son intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts chimiques.

Arithmétique figurative et ses applications. M. *Lucas*, professeur de mathématiques spéciales au lycée Saint-Louis, fait une communication sur des procédés de calculs au moyen de la machine arithmétique de M. *Genaille*. Cette machine constitue un perfectionnement important des bâtons de *Neper*.

M. *Lucas* passe ensuite aux problèmes qui se présentent dans le tissage au sujet de la combinaison des fils de chaîne et de trame pour la composition du dessin. Ces combinaisons sont figurativement représentées par les carrés magiques.

On sait que ces carrés nous sont venus de l'Inde, il est à présumer qu'ils servaient aux tisserands indigènes pour la confection de leurs cachemirs si renommés.

M. le *Président* remercie M. *Lucas* de son intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts mécaniques.

Séance du 28 *mars* 1884.

Présidence de M. Becquerel, Vice-Président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et approuvé après une observation de M. Félix *Le Blanc* qui fait remarquer que le gaz hydrogène préparé avec l'appareil de M. *Foucault* contient de l'oxyde de carbone.

Correspondance. — M. *Drevdal*, 40, rue de Chabrol, à Paris, présente un lubrifieur mécanique du système *Mollerup*, destiné principalement aux machines à vapeur. (Arts mécaniques.)

M. A. *Galibert*, 183, rue Saint-Denis, à Paris. Système de fabrication des tubes en fer pour arbustes artificiels. (Arts mécaniques.)

M. le comte de *Saintignon*, maître de forges, à Longwy, fait savoir qu'il a fait breveter, le 14 juin 1874, un pyromètre différentiel analogue à celui de MM. *Boulier* frères. Cet instrument fonctionne dans plusieurs forges d'une manière satisfaisante depuis cette époque. (Arts mécaniques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. A. *Machefer*, jardinier chez Mme Débordes, à Bourbon-l'Archambault. Moyen de détruire les insectes parasites de la vigne et de la pomme de terre. (Agriculture.)

M. Léopold *Chabaud*, avocat, à Alais (Gard). Moyen de détruire le phylloxera. (Arts mécaniques.)

M. Pierre *Guillard*, à Launay-en-Gaël, par Saint-Méen (Ille-et-Vilaine). Économie rurale. (Agriculture.)

M. René *de Saint-Foix*, directeur-administrateur de l'*Avenir viticole*. Appareil G. *Gastine* pour concourir pour le prix proposé pour la destruction du phylloxera. (Agriculture.)

La Société a reçu :

Résumé des observations météorologiques faites pendant l'année 1883 en quatre points du Haut-Rhin et des Vosges, et l'Actinomètre totalisateur absolu, par M. *Hirn*.

Éclairage intensif par le gaz, par M. Albert *Bandsept*, ingénieur, 15, chaussée de Wavre, à Bruxelles.

Petit guide pratique pour faire le vin naturel, le vin de marc et le vin de raisins secs, par M. A. *Guennebaux*.

Ces ouvrages seront déposés à la Bibliothèque.

Nomination de membres de la société. — Sont nommés membres de la Société : MM. *Ckiandi-Bey*, ingénieur des arts et manufactures, présenté par M. Ern *Dumas*.

M. *Schlemmer*, inspecteur général des ponts et chaussées, présenté par M. *Thirion*, membre du Conseil.

M. *Moreaux*, ingénieur civil, administrateur de la Compagnie de Fives-Lille, présenté par M. *de Laboulaye*, secrétaire du Conseil.

Nécrologie. — M. le *Président* fait part de la perte que la Société a faite en la personne de M. *Sella*, correspondant du comité de commerce de la Société et aussi correspondant de l'Académie des sciences.

M. Félix *Le Blanc* demande que la Notice faite par M. *Daubrée* sur les travaux scientifiques de M. *Sella*, insérée aux comptes rendus de l'Académie des sciences, soit renvoyée à la Commission du *Bulletin*. La proposition est adoptée.

Déclaration de vacance a la commission des fonds. — M. *Legrand*, au nom de la Commission des fonds, demande qu'une première vacance soit déclarée par suite du décès de deux de ses membres. La proposition est adoptée.

Rapports des comités. — *Brosse pour nettoyer les bannetons*. — M. Henri *Péligot*, au nom du comité des arts économiques, lit un Rapport sur une brosse mécanique pour nettoyer les bannetons de boulangerie.

Le comité propose de remercier M. *Boulais* de sa communication, et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* avec le dessin sur bois de l'appareil.

Ces conclusions sont adoptées.

Théorie des prix proportionnels de vente. — M. *Roy*, au nom du comité de com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

merce, lit un Rapport sur la théorie des prix proportionnels de vente présentée par M. Ernest *Fuchs*.

M. *Roy* propose de remercier M. Ernest *Fuchs* de sa communication et d'insérer le Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Extraction des mines.* — M. *Haton de la Goupillière*, membre du Conseil, fait une communication sur un nouvel appareil pour l'extraction des mines installé au puits Camphausen (Sarre).

M. le *Président* remercie M. *Haton de la Goupillière* de son intéressante communication, qui est renvoyée à la Commission du *Bulletin*.

Chemins de fer à crémaillère. — M. *Abt*, ingénieur, fait une communication sur les divers systèmes de chemins de fer à crémaillère et propose un perfectionnement qui permettra d'étendre les applications de ce genre de traction.

M. le *Président* remercie M. *Abt* de sa communication, qui est renvoyée au comité des arts mécaniques.

Appareils pour fabriquer le beurre. — M. *Pilter* décrit les appareils perfectionnés destinés à la fabrication industrielle du beurre. En présentant ces appareils à la Société, M. *Pilter* fait fonctionner une écrémeuse mécanique.

M. le *Président* remercie M. *Pilter* de son intéressante communication, qui est renvoyée au comité d'agriculture.

Scie pour objets en marbre. — M. *Jeansaume* décrit un moyen qui lui permet d'utiliser les scies pour découper le marbre sans employer de grès ; il présente, comme spécimen, des objets d'ornement très délicatement découpés.

M. le *Président* remercie M. *Jeansaume* de sa communication, qui est renvoyée au comité des constructions et des beaux-arts.

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.

PARIS. — IMPRIMERIE DE JULES TREMBLAY, RUE DE L'ÉPERON, 5 ;
Madame Veuve TREMBLAY, née Bouchard-Huzard, successeur. — 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

83e année. Troisième série, tome XI. Mai 1884.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait, au nom du comité des arts mécaniques, par* M. Édouard SIMON, *sur les* PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS AU BOBINOIR DE LA LAINE PEIGNÉE, *par* M. BAZILIER, *directeur de filature à Villers-Bretonneux* (*Somme*).

Messieurs, la machine préparatoire employée dans la filature de la laine peignée sous le nom de *bobinoir*, comprend trois parties essentielles : 1° un *étirage*, formé de deux pinces cylindriques tournant à des vitesses progressivement accélérées; entre ces organes, un peigne également cylindrique épure et parallélise les fibres; 2° un *frottoir* constitué, d'ordinaire, par deux séries superposées de manchons sans fin en cuir, ou *buffles*, qui reçoivent un double mouvement de va-et-vient transversal et de cheminement longitudinal, pour donner à la préparation étirée une certaine cohésion et pour entraîner les mèches vers la sortie de la machine; 3° un *appareil d'envidage* ou chariot, à course transversale alternative, moins rapide que le va-et-vient du frottoir et destinée à produire la croisure des mèches enroulées autour de tubes horizontaux; l'envidage résulte de l'adhérence de ces tubes sur les rouleaux qui leur servent de supports et qui tournent sur eux-mêmes en participant aux déplacements du chariot. Il se forme ainsi des bobines plus ou moins volumineuses suivant la hauteur des coulisses verticales, qui guident les axes des tubes.

Les perfectionnements réalisés par M. Bazilier portent sur l'étirage, sur la friction et sur l'envidage; nous les examinerons dans l'ordre des opérations.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'*étirage* des bobinoirs est, en moyenne, égal à 4, c'est-à-dire que le développement du cannelé situé en avant du peigne est quadruple du chemin parcouru par un point circonférentiel du cylindre de retenue disposé en arrière. Les rouleaux de pression, qui forment pinces avec le cannelé antérieur et font glisser les fibres les unes sur les autres, fournissent nécessairement la même accélération de vitesse. Pour effectuer ce laminage, il est nécessaire de suspendre des poids sur les axes des rouleaux qui, d'autre part, sont recouverts d'une garniture élastique de nature à ménager les fibres de la laine. Le dégagement des filaments est facilité par des appendices en parchemin, fixés, d'un bout seulement, suivant des génératrices diamétralement opposées des mêmes rouleaux de pression. A chaque tour, l'extrémité libre des parchemins, dénommés *papillons*, s'écarte vivement du cylindre au moment où elle échappe à la pression et tend à éloigner les fibres qui, autrement, adhéreraient aux lamineurs.

Malgré l'usage des papillons, il n'est pas rare de voir des filaments isolés s'enrouler autour du cannelé ou du rouleau de pression ; ces filaments en entraînent d'autres et appauvrissent le ruban qui, bientôt, se déchire complètement. L'aspect de la déchirure lui a fait donner le nom de *barbe*.

Il résulte de ces accidents un déchet considérable, une perte de temps proportionnelle à la durée des rattaches et l'usure rapide des garnitures, dans lesquelles la laine creuse des sillons. Les parchemins doivent être fréquemment renouvelés et occasionnent aussi, en dehors du prix d'achat, une dépense quotidienne de temps.

M. Bazilier a remplacé la garniture à papillons par un manchon en cuir passé sur le rouleau de pression et maintenu dans un cadre vertical au moyen d'un rouleau tendeur parallèle au premier. Le cadre pivote, à la partie inférieure, de manière à se rabattre complètement sur le devant du métier, lorsque l'ouvrière a besoin d'atteindre aux pièces situées en arrière. Le dispositif n'occupe pas plus de place en profondeur que les garnitures habituelles.

Depuis deux années, les nouveaux manchons sont montés sur un certain nombre de bobinoirs, dont il nous a été donné de contrôler le bon fonctionnement. Les barbes ne se produisent presque jamais et le rendement s'est accru de 35 à 50 pour 100.

Ce double résultat peut s'expliquer ainsi : la surface du manchon représente un développement triple de celui des anciennes garnitures, le cuir sans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fin possède donc une vitesse trois fois moindre; ce ralentissement atténue, quand il ne fait complètement disparaître, les phénomènes électriques, qui se manifestent avec les fibres animales soumises à de rapides actions mécaniques et qui déterminent le gonflement, les projections excentriques de ces matières. Il convient de remarquer que l'inventeur laisse aussi peu d'intervalle que possible entre le manchon lamineur et le frottoir, pour saisir la préparation et la maintenir de très près.

M. Bazilier s'est demandé avec non moins de raison pourquoi la mèche, étirée de dix fois la longueur d'alimentation, sur le métier à filer, ne supporte pas un laminage analogue sur le bobinoir, alors que la préparation est plus *veule*, plus ouverte, et il a interposé entre l'étirage proprement dit et le frottoir, trois paires de cylindres; les deux premières servent uniquement de soutiens aux filaments, la troisième fournit un étirage égal à 2. Le modèle construit sur cette donnée a travaillé devant votre rapporteur avec un mélange de laines de longueurs diverses, ce qui constitue une difficulté particulière; pour étirer dans de semblables conditions, les cylindres supplémentaires, au lieu de porter des cannelures à la circonférence, sont tournés lisses. Les fibres longues glissent sans arrachements, les fibres courtes sont soutenues et la préparation conserve une homogénéité complète.

L'accroissement d'étirage généralisé sur les bobinoirs permettrait 1° de multiplier les *doublages*, pour régulariser les mèches sans grossir le numéro; 2° de diminuer le nombre des machines de l'assortiment, en augmentant les doublages sur des bobinoirs doués d'une plus grande faculté d'étirage; 3° de réduire la vitesse des cannelés lamineurs, par conséquent d'alléger la machine, car c'est dans cette partie du bobinoir, à l'endroit du peigne, que la masse fibreuse présente le maximum de résistance.

Une autre cause de dépense exagérée de force motrice résulte de la tension des *buffles* sur les arbres qui les supportent. Il faut, en effet, que les cuirs sans fin soient fortement dressés pour que tous les points des surfaces frottantes demeurent tangents et déterminent l'entraînement régulier de la préparation. En dépit de cette tension, si une mèche casse et s'engage à l'intérieur de l'un des buffles, le bord soulevé par la laine s'allonge, le cuir déformé chemine obliquement et glisse de côté.

M. Bazilier substitue à la double série de buffles, trois cylindres horizontaux à cannelures arrondies; l'un de ces organes, le plus gros, placé à la partie inférieure, détermine la rotation des deux autres. Le mouvement de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

va-et-vient contrarié des trois cylindres s'obtient, comme de coutume, à l'aide de bielles et de manivelles disposées latéralement. La forme des cannelures assure la tenue constante de la préparation sans provoquer de déchirures. Les cylindres supérieurs sont assez légers pour ne pas fatiguer la matière ; l'engrènement avec le cylindre inférieur s'oppose au glissement des mèches, que les trois organes frotteurs accompagnent depuis l'étirage jusqu'aux entonnoirs de sortie. De la disposition de l'ensemble résulte encore un allégement sensible pour la commande du métier.

L'*envidage* même ne présente pas de particularités, mais le guidage des mèches a été l'objet d'une heureuse modification. Les entonnoirs, dont il vient d'être parlé, se trouvent, d'ordinaire, fixés invariablement vers le centre des buffles et des tubes correspondants, sur lesquels s'enroule la préparation. Ces tubes, alternativement transférés de droite à gauche et de gauche à droite par le chariot porte-bobines, exercent sur la mèche, à chaque changement de direction, une traction brusque, qui se traduit par une *coupure* ou, tout au moins, un allongement c'est-à-dire un affaiblissement de la préparation, à l'endroit de la croisure.

Les entonnoirs Bazilier pivotent librement dans le bâti du métier et s'orientent à la façon des girouettes ; le plus léger déplacement de la mèche qui les traverse, les fait obliquer à droite ou à gauche, suivant le sens de l'envidage. Cette amélioration seule constitue une invention originale et de nature à faire disparaître une cause constante d'irrégularités dans le fil.

Chaque bobinoir est muni de deux ou trois séries d'entonnoirs de calibres différents ; la mobilité de ces pièces donne la possibilité de les changer en quelques instants, d'après la qualité de la laine et le numéro de la mèche.

L'auteur des perfectionnements soumis à votre appréciation est doublement intéressant; il ne doit qu'à lui-même, à son esprit d'observation, les progrès dont j'ai essayé de vous rendre compte.

Les intérêts confiés à la vigilance de M. Bazilier n'ont pas souffert de ces recherches théoriques. Grâce à des transformations prudemment exécutées, cet inventeur est parvenu à fournir une moyenne annuelle de 110 000 kilogrammes de laine filée, tandis que son prédécesseur n'avait pu dépasser, avec le même nombre de broches, un maximum de 90 000 kilogrammes.

Le comité des arts mécaniques vous propose, Messieurs, de remercier M. Bazilier pour son importante communication et de voter l'insertion au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bulletin du présent Rapport avec les figures représentant le bobinoir perfectionné et une légende explicative.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 mars 1884.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 154 (FIG. 1, 2, 3 ET 4) RELATIVE AU BOBINOIR POUR LAINE PEIGNÉE, SYSTÈME BAZILIER.

Fig. 1. Coupe en élévation des organes modifiés.

Fig. 2. Vue de face d'une partie du manchon en cuir remplaçant la garniture à papillons.

Fig. 3. Coupe en élévation des cylindres cannelés substitués aux buffles.

Fig. 4. Vue en plan de la mèche sur les cylindres d'étirage supplémentaires.

a, rouleau de pression servant à maintenir la mèche dans la denture du peigne *b*.

b, peigne cylindrique.

c, cylindre étireur cannelé.

i, *i'*, rouleaux tendeurs du manchon en cuir M.

d, *d'*, cylindres livreurs.

e, *e'*, rouleaux de pression des cylindres *d* et *d'*.

f, cylindre étireur lisse.

g, cylindre de pression de *f*.

K, frottoir moteur.

L, L', frottoirs mobiles.

m, *m'*, bagues des frottoirs mobiles.

p, entonnoir ou passe-mèche.

R, rouleau d'appel.

s, bobine.

M, manchon en cuir formant la garniture du rouleau de pression *i*.

v, coussinet de réglage du manchon M.

x, vis de butée du cadre du manchon M.

t, tirande du rouleau de pression *i*.

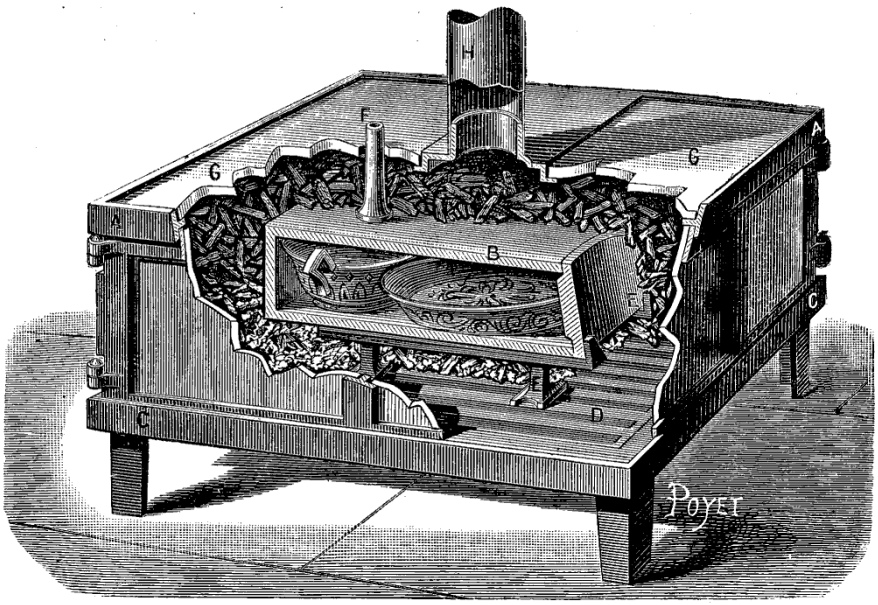
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS.

RAPPORT *présenté par* M. Ern. DUMAS, *au nom du comité des constructions et beaux-arts, sur les* CRAYONS VITRIFIABLES *et les* MOUFLES PORTATIFS DE M. LACROIX.

Messieurs, c'est un ensemble nouveau de décoration par les couleurs vitrifiables que M. Lacroix présente à l'appréciation de la Société. Décoration nouvelle en ce que, s'exécutant sur biscuit et n'ayant pas besoin de couverte, elle donne des effets particuliers exempts de miroitements et d'un aspect tout particulier.

Procédés nouveaux, car ces dessins colorés s'exécutent avec des crayons



Pyro-fixateur de M. A. Lacroix.

analogues aux pastels durs dont les teintes ne se modifient pas par la chaleur nécessaire pour les fixer.

Des moufles en terre réfractaire très ingénieusement combinés, d'un maniement très facile et d'un volume très restreint, permettent d'opérer à domicile sans embarras et avec sécurité la cuisson des objets ainsi décorés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Des crayons analogues et les mêmes moufles peuvent servir à orner le verre, de dessins colorés qui ont aussi un aspect différent de celui des vitraux ordinaires, mais qui n'en sont pas moins agréables.

Ces crayons et ces moufles qui constituent un procédé nouveau permettant d'obtenir un produit nouveau, sont d'un prix assez modéré pour que l'usage s'en répande rapidement, et nous croyons que M. Lacroix vient de faire faire un grand pas à la vulgarisation de la décoration des produits céramiques et du verre par les couleurs vitrifiables.

Nous vous proposons donc de remercier M. Lacroix de sa communication et de voter l'insertion du présent Rapport au *Bulletin* de la Société, en y joignant les figures nécessaires pour faire comprendre les dispositions et l'usage de ses nouveaux moufles.

Signé : Ern. Dumas, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 11 *janvier* 1884.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA FIGURE REPRÉSENTANT LE PYRO-FIXATEUR DE M. LACROIX.

A A, enveloppe extérieure de l'appareil.
B, moufle ou coffret destiné à contenir les pièces soumises à la cuisson.
C, base de l'appareil.
D, grille.
E, chevrettes supportant le moufle et reposant sur la grille.
F, tube donnant issue aux gaz du moufle.
G, couvercle du pyro-fixateur.
H, tuyau mobile pour le tirage du foyer.

COMMERCE.

Rapport *fait par* M. C. Lavollée, *au nom du comité de commerce, sur l'*Album de statistique graphique *publié par le* Ministère des travaux publics.

Messieurs, à la séance du 10 novembre 1882, M. Cheysson vous a présenté un exemplaire de l'*Album de statistique graphique*, publié annuellement depuis 1879 par la Direction des cartes, plans et archives au Ministère des travaux publics. Le Conseil a entendu avec un vif intérêt les observations explicatives

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui ont accompagné cette présentation, et il a chargé le comité de commerce de lui soumettre un Rapport spécial sur l'*Album de statistique graphique*.

Les travaux de statistique ont acquis une importance très considérable, qui se justifie par les tendances nouvelles de la science, par l'activité croissante des intérêts matériels et par les devoirs imposés aux gouvernements. — La science veut aujourd'hui s'appuyer sur l'observation en même temps que sur la théorie; mettant à profit les communications plus faciles qui s'établissent entre toutes les régions, elle est sans cesse à la recherche des faits et elle recueille avidement les constatations numériques qui lui sont soumises par la statistique. — De même pour les intérêts matériels. Ces intérêts ont pris un tel développement, ils sont d'une nature si variée et si complexe que la connaissance exacte des faits et des chiffres devient de plus en plus nécessaire. — Enfin, les gouvernements chargés de préparer et d'appliquer les lois, ne peuvent être éclairés que par l'étude des faits, c'est-à-dire par la statistique, sur les résultats des lois existantes comme sur le profit à attendre des réformes projetées. Ils ont en outre, plus qu'autrefois, des comptes à rendre, et ici, encore, la statistique est indispensable.

Voilà pourquoi les perfectionnements apportés à la science ou à l'art de la statistique méritent d'être encouragés et hautement appréciés.

La statistique graphique est évidemment un progrès, en ce sens qu'elle traduit en figures saisissables au premier coup d'œil des amas de chiffres qui effraient souvent le regard et qui imposent à l'esprit un calcul long et compliqué; elle donne, soit par une simple configuration, soit par une teinte, le résultat, le total cherché, en même temps que la comparaison, soit entre les périodes, soit entre les localités que l'on étudie.

Le mérite du statisticien-graphiste, c'est de choisir avec discernement les groupes de faits, qui peuvent ainsi être traduits en figures en ramenant les chiffres à des unités comparables et en adoptant des figures simples dont le sens soit immédiatement perceptible. Cette dernière condition, d'ordre tout matériel, est l'une des plus difficiles à réaliser (1).

Les essais de statistique graphique sont déjà anciens. Nous nous souvenons des travaux graphiques entrepris il y a une vingtaine d'années par

(1) Indépendamment des figures planes, la statistique graphique commence à faire usage des stéréogrammes ou modèles qui ont été construits et propagés par les soins de M. Perozzo, ingénieur attaché à la Direction générale de statistique du royaume d'Italie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Minard, inspecteur général des ponts et chaussées. Mais ces premiers essais, appliqués à la statistique de la navigation et des chemins de fer, ne pouvaient avoir qu'une utilité limitée. Le système ne devait produire d'œuvres multipliées et indiscutables que par l'action et sous le contrôle officiel de l'administration publique, qui seule possède les éléments nécessaires.

C'est ce qui a été compris par le Ministère des travaux publics qui, le premier, a organisé en France une direction de travaux graphiques. Cet exemple a été suivi par d'autres départements ministériels. La statistique graphique a été adoptée par diverses administrations dans les pays étrangers. Les plus récentes Expositions universelles, à Paris, à Vienne, à Amsterdam, ont vu se produire des systèmes graphiques qui ont attiré l'attention des jurys et obtenu de hautes récompenses. Enfin, notre Académie des sciences, en décernant le prix Montyon à M. Cheysson, directeur de la statistique graphique au Ministère des travaux publics, a consacré le mérite scientifique et l'utilité pratique de ce genre de travaux.

L'accueil que le Conseil a fait, dans sa séance du 10 novembre 1880, à la communication de M. Cheysson, se trouve donc parfaitement justifié. Le comité de commerce, après avoir examiné les *Albums graphiques* publiés depuis 1879, ne peut que confirmer cette impression très favorable, en constatant les services rendus par l'initiative qui a été prise par le Ministère des travaux publics et par l'œuvre si habilement dirigée par M. Cheysson. L'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin*, si vous voulez bien l'approuver, attestera de nouveau l'estime et la sympathie du Conseil de la Société d'encouragement pour l'œuvre et pour son principal auteur.

Signé : C. LAVOLLÉE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 22 février 1884.

NÉCROLOGIE.

NOTICE SUR SIR WILLIAM SIEMENS, PAR M. MASCART, MEMBRE DU CONSEIL.

Sir W. Siemens, que la Société d'encouragement comptait parmi ses correspondants, est un des hommes qui ont le plus contribué aux récents progrès de l'industrie. Ses nombreuses inventions, qui ont, en général, pour caractère d'être la traduction pratique des principes les plus délicats de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

science, lui donnaient une autorité légitime, et l'opinion publique, en Angleterre, ne crut pas exagérer l'estime qu'elle avait pour lui en plaçant son nom à côté de ceux d'hommes de génie tels que Watt et Faraday.

Muni de connaissances solides par une éducation scientifique qu'il termina à la célèbre Université de Gottingen, Siemens vint d'abord à Londres, à peine âgé de vingt ans, apportant un nouveau procédé de dorure galvanique qu'il avait imaginé avec son frère aîné, Werner Siemens, dont il a retrouvé la collaboration dans plusieurs autres travaux. L'accueil qu'il reçut alors, en particulier de M. Elkington, lui donna, en dehors d'un bénéfice matériel, un grand désir de retour et paraît avoir eu une influence décisive sur son avenir. Il apporta, en effet, peu de temps après deux idées nouvelles : un régulateur chronométrique et un procédé dit « anastatique » pour la reproduction des imprimés. La première invention le mit en rapport avec sir G. Airy, qui appliqua son régulateur aux équatoriaux et aux instruments enregistreurs de l'Observatoire de Greenwich; la seconde le fit approcher de Faraday, dont la bonté légendaire laissa dans le cœur du jeune débutant une reconnaissance sans bornes.

A cette époque, où la théorie mécanique de la chaleur commençait seulement à se répandre dans le milieu scientifique, Siemens comprit toute l'importance des idées nouvelles, qu'il chercha aussitôt à s'approprier et qui furent le guide de sa carrière industrielle.

En 1847, il construisit une machine de 4 chevaux, avec régénérateur de chaleur et surchauffe de la vapeur. En 1853, il présenta à la Société des ingénieurs civils un Mémoire sur la conversion de la chaleur en effets mécaniques, dans lequel il insistait sur ce principe des machines à feu, que la chaleur fournie au milieu élastique est consommée dans le déplacement du piston, et que le maximum d'économie doit être cherché dans la plus grande extension possible donnée à la vapeur et pratiquement par l'emploi d'un régénérateur.

A partir de cette époque, l'activité de Siemens a abordé un si grand nombre de sujets, que la simple énumération de ses travaux sur la métallurgie, les machines à vapeur, la télégraphie et les applications de l'électricité, dépasserait les limites que je dois m'imposer. Il suffira d'en indiquer quelques-uns pour montrer la fécondité de l'inventeur.

Le régulateur chronométrique est basé sur la déformation qu'éprouve la surface d'un liquide animé d'un mouvement de rotation. Une coupe, dont la partie inférieure communique avec un réservoir, est mise en rotation par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'organe dont il s'agit de régler la vitesse. Le liquide s'élève le long des parois et, si un régime régulier est établi de façon que le niveau s'arrête au bord du vase, l'élévation du liquide est proportionnelle au carré de la vitesse au pourtour supérieur. Quand la vitesse augmente à partir de cette limite, le liquide déborde et tombe dans le vase extérieur; dans ces conditions, la forme de la surface correspond à une différence de niveau plus grande entre l'axe et les bords, mais ces mouvements du liquide absorbent un travail continu qui compense en partie l'excès de travail fourni par le moteur. Avec une coupe de 16 centimètres de diamètre, la vitesse nécessaire pour maintenir une différence de niveau de 16 centimètres est d'environ 3,6 tours par seconde; si la vitesse augmente de 2 pour 100, le travail absorbé par le déversement du liquide atteint 1/250 de cheval. On comprend donc qu'un pareil système de régulation appliqué aux mécanismes d'horlogerie maintienne la vitesse constante dans des limites très étroites, mais il ne suffirait pas pour les machines industrielles. En augmentant, par des palettes, le frottement du liquide qui déborde de la coupe, Siemens a utilisé les changements de vitesse, par l'intermédiaire d'un rouage différentiel, pour agir sur la valve d'introduction de vapeur dans la machine et régler la vitesse d'une manière entièrement indépendante du travail accompli. Le problème de la régulation des machines est un de ceux qui ont exercé la sagacité des inventeurs, et je n'ai nulle compétence pour les apprécier; mais on peut dire que la solution de Siemens est l'une des plus ingénieuses.

L'invention des fours Siemens marque une date importante dans l'histoire de la métallurgie. Ebelmen paraît avoir été un des premiers à montrer que les gaz produits par la combustion incomplète de la houille, peuvent donner, en brûlant avec l'air, une température beaucoup plus élevée que la houille elle-même. Siemens eut le mérite d'introduire cette idée féconde dans l'industrie en donnant la solution pratique d'un problème que l'on peut énoncer ainsi : utiliser le combustible pour fabriquer du gaz, auquel on ajoute ensuite la quantité d'air nécessaire à la combustion, chauffer le mélange à l'aide de la chaleur perdue par les gaz qui s'échappent d'un four, et brûler ensuite ce mélange dans le four lui-même. Un procédé aussi détourné pour obtenir une température élevée paraît simple aujourd'hui et conforme aux principes de la science, mais ce fut alors une grande innovation; on rencontra la résistance instinctive des praticiens, les insuccès du début et l'hésitation justifiée de l'industrie en présence des dépenses considérables qu'entraînait la transformation du matériel. Une première tentative faite en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Angleterre, en 1862, donna d'excellents résultats dans les fours de verrerie, mais elle ne semble pas avoir été très encourageante pour la fusion de l'acier. Sous la direction de M. Le Chatellier, un grand four fut installé en France dans les ateliers de Montluçon, mais avec trop de succès cette fois, car les parois du four ont été fondues, et on recula devant les frais d'une nouvelle épreuve. Bientôt après, cependant, grâce aux efforts de M. M. Martin en France, et de Siemens en Angleterre, le résultat ne fut plus douteux. L'affinage de la fonte par le fer et par les minerais, le puddlage du fer par l'oxygène des scories, et la fabrication de l'acier sur sole, s'obtiennent aujourd'hui à l'aide des fours Siemens avec une économie considérable de combustible sur les anciens procédés. On peut aisément maintenir 10 tonnes de fer malléable en fusion à une température qui ne paraît pas inférieure à celle de la fusion du platine ; l'an dernier, l'Angleterre fabriquait, par cette méthode, environ 1/2 million de tonnes d'acier. Les fours Siemens ne s'appliquent pas seulement à la métallurgie du fer, ils conviennent à beaucoup d'autres industries, et la facilité de réglage qu'ils présentent en rend l'usage de plus en plus étendu.

Quoique préoccupé surtout des questions pratiques, Siemens avait une prédilection marquée pour les grandes spéculations de la science. Il y a deux ans à peine, il publiait, sur la conservation de l'énergie solaire, un Mémoire qui fit sensation.

Son hypothèse, appuyée sur des expériences très délicates, consiste à admettre que l'espace interplanétaire est occupé par des gaz très raréfiés, que l'action directe de la chaleur solaire dissocie en raison de leur faible pression, et qui reviennent ensuite se combiner à la surface du soleil, en lui restituant une partie de la chaleur perdue par rayonnement. Quel que soit l'avenir que la mécanique céleste réserve à cette hypothèse, on y trouve au moins la marque d'un esprit élevé, qui terminait une conférence faite devant les ouvriers, à Bradford, par les paroles suivantes : « Il me serait im-
« possible d'entrer dans des considérations plus étendues sur la régénération
« de la chaleur solaire, qui est une question du plus grand intérêt au point
« de vue de la science et de la pratique. Nous devons toujours nous rappeler
« que la nature est le maître le plus sûr, et, qu'en essayant de comprendre
« les grandes œuvres du Créateur, nous devons apprendre à utiliser pour
« notre plus grand avantage ces réserves d'énergie, sous forme de combus-
« tibles, qui ont été mises providentiellement à notre disposition. »

L'intensité de la pesanteur à la surface de la mer, sous une même latitude,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dépend de l'épaisseur de l'eau qu'on peut considérer comme substituée à une couche terrestre de densité plus grande; il en résulte cette conséquence très originale que les variations de la pesanteur peuvent donner une idée de la profondeur des mers. Toutefois, il ne s'agit là que de quantités très petites, et la nécessité d'imaginer une méthode qu'on pût employer à bord rendait encore la solution du problème plus difficile. L'instrument que Siemens appelle *bathomètre* se compose d'une colonne de mercure, dont la pression sur une lame d'acier flexible est équilibrée par un ressort en acier. Les variations de poids du mercure font changer le niveau dans un tube de verre en spirale, et une table de correction permet de tenir compte des changements produits par la pression extérieure. Des expériences comparatives avec une sonde de sir W. Thomson paraissent avoir donné des résultats concordants, autant du moins que le comportait la nature différente des deux appareils. Les indications du bathomètre, en effet, ne donnent pas la profondeur de l'eau au point même où se fait l'expérience, mais la profondeur moyenne jusqu'à une certaine distance autour de l'observateur, de sorte que l'appareil pourrait avertir le marin qu'il est dans le voisinage de fonds dangereux. Un autre instrument, sur le même principe, permet de mesurer les attractions horizontales.

Le nom de Siemens restera aussi attaché aux progrès récents de l'électricité. La maison Siemens frères, qu'il fonda à Londres en 1858, devint bientôt célèbre pour l'industrie des télégraphes, et en particulier pour la pose des câbles sous-marins. Siemens fit construire à cette occasion un navire spécial, auquel il donna le nom de Faraday, moins peut-être comme un hommage scientifique que comme un témoignage de reconnaissance personnelle. « L'installation du *Faraday*, dit sir W. Thomson, porte tout particu-
« lièrement la marque du génie pratique de William Siemens. Voici un na-
« vire qui manœuvre mieux qu'aucun autre ne pourrait faire, qui réussit
« dans toutes les opérations si difficiles et si délicates de l'immersion et du
« relèvement d'un câble à des profondeurs de 5 000 mètres, qui en toute
« saison et par tous les temps fait son service sans accident, et ce navire est
« l'œuvre d'un homme qui est né dans l'Europe centrale, et dont la vie
« s'est passée sur la terre ferme à étudier la science appliquée à la méca-
« nique. »

La bobine dite de Siemens, qui est encore due à la collaboration des deux frères Werner et William, parut à l'Exposition de Londres en 1862; ce mode

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'enroulement imaginé par les inventeurs depuis plusieurs années fit alors sensation et marqua un important progrès dans la construction des machines à courant électrique.

Un progrès plus important encore a été la suppression des aimants permanents. Le 14 février 1867, William Siemens lisait à la Société royale une Note intitulée « De la transformation d'une force dynamique en force électrique sans l'emploi d'un aimant permanent. » Par une coïncidence singulière, Wheatstone communiquait, dans la même séance, une Note « sur l'augmentation de la puissance d'un aimant par la réaction qu'il éprouve de courants induits dans l'aimant lui-même, » et Varley paraît avoir, de son côté, fait la même découverte. Une telle simultanéité dans l'apparition d'une idée nouvelle n'est pas un fait isolé dans la science, elle indique que l'idée était amenée par le progrès général ; mais, quel qu'en soit le véritable inventeur, on était en possession du principe sur lequel reposent les machines dynamo-électriques, si répandues aujourd'hui.

Les besoins continuels du grand établissement qu'il dirigeait ont appelé l'attention de Siemens sur toutes les questions qui se rattachent aux applications de l'électricité et donné lieu à une série de Notes, de Mémoires ou de Discours à différentes Sociétés scientifiques ou industrielles; telles sont : les épreuves électriques des câbles pendant la construction et la pose ; la protection des câbles sous-marins; la résistance électrique et l'électrisation des substances isolantes à de grandes pressions; les variations de conductibilité avec la température, qui l'ont conduit à construire un thermomètre pour les mers profondes et un pyromètre électrique; les applications de l'électricité à l'éclairage des villes, à la métallurgie, à l'agriculture et à la locomotion, etc.

Siemens a montré, par des expériences directes, que la lumière électrique provoque le développement des feuilles, des fleurs et des fruits, comme le fait la lumière solaire ; il a pu obtenir la maturation précoce de fraises, que les rares dégustateurs de ce fruit scientifique ont trouvées remarquables par leur couleur et leur parfum.

L'expérience de M. Fontaine, à Vienne, en 1873, paraît être la première démonstration vraiment industrielle du transport de la force par l'électricité, qui a fait depuis tant de progrès. L'une des applications les plus remarquables est le chemin de fer électrique de Portrush-Bushmills, dans le nord de l'Irlande, dont Siemens faisait l'inauguration deux mois avant sa mort. La force motrice utilisée est une chute d'eau, à 12 kilomètres de la station la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus voisine, et le chemin de fer transporte des voyageurs sur un parcours de 10 kilomètres, à pentes rapides et à courbes raides, avec une vitesse de 16 kilomètres à l'heure.

La métallurgie des métaux précieux, particulièrement des métaux qui appartiennent à la famille du platine, est basée aujourd'hui sur l'emploi du chalumeau à oxygène, suivant la méthode de H. Sainte-Claire Deville. Toutefois, la température ainsi obtenue est limitée par celle de la dissociation complète de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau; de sorte que notre regretté maître a trouvé lui-même, par sa grande découverte des lois de la dissociation, le point faible de ce procédé de chauffage. L'élévation de température de l'arc électrique ne paraît pas rencontrer un pareil obstacle. Siemens nous a rendus témoins, à l'Exposition de Paris, de la fusion d'une quantité importante de fer par un courant électrique; il résulte même de ses expériences cette conséquence inattendue, que le rendement d'un four électrique n'est pas moindre que celui d'un four à gaz régénérateur.

Sir William Siemens est né à Lenthe, dans le Hanovre, le 4 avril 1823. Une chute, sans gravité apparente, dans une des rues de Londres, lui donna une secousse qui n'inspira d'abord aucune inquiétude, puisqu'il reprit son travail le lendemain; quelques jours plus tard il sentit, dans la région du cœur, une douleur violente qui ne parut pas avoir de suite, puis il mourut presque subitement le 19 novembre 1883, quinze jours après son premier accident et sans qu'aucun des siens fût préparé à ce terrible événement.

Sir William Siemens était une nature d'élite, affectueux pour son entourage, d'une rare générosité, d'un accueil sympathique et bienveillant, que ne peuvent oublier ceux qui ont eu l'honneur de l'approcher. Avec une existence si remplie que tous ses instants étaient comptés, il ne refusait sa porte à personne, même aux plus humbles; en dehors des affaires importantes qu'il avait à diriger, il savait si bien utiliser les heures, qu'il trouvait toujours le temps de s'occuper d'autrui et de contribuer activement aux travaux des Sociétés nombreuses dont il faisait partie.

Nous ne pouvons oublier le rôle important qu'il prit au Congrès des électriciens, à Paris, dans la discussion relative à l'établissement des unités de mesure; son esprit conciliant et l'autorité de son caractère furent alors d'un grand poids pour l'adoption des résolutions du Congrès.

Venu jeune en Angleterre, sir W. Siemens avait rapidement conquis toutes les sympathies, et il s'était identifié à sa nouvelle patrie au point de prendre lui-même pour ainsi dire la physionomie britannique. Il y fut considéré, d'ail-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leurs, comme un des meilleurs citoyens, et reçut les plus grands honneurs auxquels puissent aspirer les hommes de science ou d'industrie. Pour donner une idée du sentiment public à son égard, il suffira de citer un extrait de l'article que le *Times* publiait le lendemain de sa mort :

« Pendant plus de quarante ans, sir W. Siemens a été citoyen anglais, et « il a consacré la plus grande partie de son temps et de ses facultés au progrès « de l'industrie anglaise. Tous ceux qui l'ont connu pleureront cet homme « excellent, ce généreux et noble caractère, si plein de tolérance, ardent « seulement contre le charlatanisme et les actions déshonnêtes. Le pays a « perdu en lui un serviteur fidèle, le premier parmi tous ceux dont la vie a « été consacrée au bonheur de l'humanité. De tous les grands hommes que « possède l'Angleterre, il en est peu qui l'aient servie aussi bien que cet « enfant adoptif, peu dont la vie puisse témoigner d'une aussi grande quan- « tité de travaux utiles. »

NÉCROLOGIE.

NOTICE SUR LES TRAVAUX DE M. QUINTINO SELLA (1), PAR M. DAUBRÉE, MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

L'Académie vient d'être frappée d'une perte bien inattendue dans la personne de l'un de ses plus éminents Correspondants. M. Sella, qui nous appartenait par la Section de Minéralogie, a succombé à Biella, le 14 de ce mois, à une courte maladie.

Quintino Sella était né en 1827 à Mosso, bourg de l'arrondissement de Biella (Piémont), dans une riche famille manufacturière qui avait contribué aux progrès de l'industrie des draps. Après ses études secondaires à Biella, il devint un élève des plus distingués de l'Université de Turin et, après avoir été reçu ingénieur, il fut envoyé, en 1849, à l'École des Mines de Paris, pour y compléter son instruction. Il y fut bientôt remarqué, non seulement par ses condisciples, mais aussi par ses maîtres, et particulièrement honoré des conseils et de l'amitié de l'un des plus illustres, de Senarmont, bon appréciateur du mérite, s'il en fut. De retour en Piémont, il fut nommé membre du Conseil supérieur des Mines.

Tout en s'acquittant de son service, il ne tarda pas à publier des recherches extrêmement remarquables de cristallographie. A l'occasion de sa belle monographie des formes cristallines de trois minéraux rhomboédriques, de l'argent rouge, du quartz et

(1) M. Sella était membre correspondant du Conseil de la Société d'encouragement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la calcite, il parvient à exprimer les relations entre les diverses formes d'une même espèce, à l'aide des diamètres conjugués d'ellipsoïdes inscrits dans la forme fondamentale de chaque type cristallin.

Dans ses études sur les mâcles des cristaux de calcite, de dolomie et de quartz de Traverselle, il s'attache à rechercher les lois de groupement et la direction des axes d'assemblage des individus composants, question qui l'a sans cesse préoccupé comme étant de première importance pour éclairer la constitution moléculaire des corps.

Le bore adamantin obtenu par notre regretté confrère Henri Sainte-Claire Deville, est reconnu par Sella comme appartenant au système quadratique et étant isomorphe avec l'étain.

L'examen des formes cristallines et des caractères optiques de quelques sels dérivés de l'ammoniaque, et notamment les phosphines, ont conduit M. Sella à rechercher les relations qui peuvent exister entre la constitution chimique et quelques-unes des propriétés physiques des corps, les composés organiques lui paraissant particulièrement propres à mettre ces relations en évidence. Il montre, par exemple, dans les iodures la substitution de molécules d'une constitution très complexe à une molécule d'un corps simple comme l'argent.

D'autres Mémoires sur les caractères géométriques des cristaux, sur la position de leurs axes de symétrie, sur les changements d'axes dans un système cristallin, sur les formes cristallines des sels de platine, de la pyrite de l'île d'Elbe, de l'anglésite de Sardaigne, de la savite, sont bien connus aussi des minéralogistes. Il en est de même de son étude du tripsomètre, instrument destiné à mesurer la dureté des corps.

Nommé professeur de minéralogie et de géologie dans la nouvelle École des ingénieurs de Turin, il dota cette École d'une collection de minéraux, qui en est un des plus précieux ornements.

Lorsque le Piémont, séparé de la France par la haute chaîne des Alpes, entreprit de couper cette barrière, le gouvernement sarde ne se mit à l'œuvre qu'après de longues et sérieuses études, dans lesquelles il s'entoura de toutes les lumières que pouvaient lui fournir la science et la pratique la plus consommée. Des explorations faites à partir du Simplon avaient appris que la communication la plus directe se trouve placée entre Bardonèche et Modane. De plus, Élie de Beaumont et Angelo Sismonda, après nne étude attentive de la constitution des roches que le percement devait rencontrer, avaient reconnu qu'elles ne présentent pas d'obstacles sérieux à la perforation. Mais le grand et difficile problème était encore loin d'une solution pratique : il fallait trouver des procédés d'exécution. Aidé par d'ingénieuses idées de notre savant correspondant, M. Colladon, trois ingénieurs dont la mémoire sera conservée, Sommeiller, Grattone et Grandis, combinèrent un système complet propre à pouvoir, simultanément, ventiler, perforer et déblayer. Le programme à réaliser s'appuyait sur une nouvelle machine désignée sous le nom de « compresseur hydraulique ». Il importait de s'assurer, par une série d'expériences préalables, que des moyens si nouveaux assu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

reraient le succès ; car la possibilité de transmettre à distance le travail de l'air comprimé avait été mise en doute par beaucoup de savants. M. Sella fit partie de la Commission qui fut instituée à cet effet et dont un savant éminent, M. le général Menabrea fit, en 1858, connaître à notre Compagnie (1) les résultats dans un Rapport encourageant et plein d'intérêt. « Le percement des Alpes, est-il dit dans ce remarquable « écrit, en corrélation avec la coupure de Suez, se fera malgré les grands obstacles « qui s'y opposent : par ces deux grandes opérations, un nouvel avenir s'ouvre à « l'Europe. »

M. Sella s'annonçait ainsi avec éclat dans la science, lorsqu'il en fut distrait par son entrée dans la vie politique. En 1860, il fut élu député, et il n'a cessé depuis lors d'appartenir à la Chambre. Dans cette nouvelle carrière, il continua à montrer, en même temps qu'un dévouement complet à la chose publique, la netteté d'esprit, l'exactitude et la perspicacité dont il avait antérieurement donné des preuves. Comme ministre des finances, dont il tint trois fois le portefeuille de 1861 à 1873, dans des circonstances très difficiles, il fit preuve, non seulement de grandes connaissances économiques et d'une aptitude spéciale, mais aussi d'un véritable courage civil, en proposant et en faisant accepter, malgré l'impopularité qui s'y rattachait, des impôts fort lourds, mais nécessaires pour rétablir l'ordre dans les finances. Grâce à l'introduction d'un mécanisme mesureur, il parvint à rendre acceptable aux populations l'impôt sur la mouture, qui, antérieurement confié à des commis, provoquait des abus et des vexations. On lui doit aussi l'établissement, en Italie, de caisses d'épargne postales, bien avant qu'il y en eût en France.

Dans la haute situation où son mérite l'avait porté, M. Sella ne cessa jamais de rendre à la science des services de toutes sortes et même de la cultiver dans ses instants de loisir. Témoin le bel ouvrage sur les conditions de l'industrie des mines dans l'île de Sardaigne, qu'il publia en 1871 pour répondre à une mission qu'il avait reçue du Parlement. Après avoir exposé les conditions géologiques dans lesquelles se trouvent les grandes richesses métalliques de cette île, exploitées déjà par les Carthaginois et les Romains, et sans doute, plus anciennement encore, par les Phéniciens, l'auteur en examine les conditions économiques et propose des mesures pour en développer l'activité : voies de transport, concessions de terrains, école de mineurs, carte géologique du pays et dispositions législatives.

Le Comité chargé de l'exécution de la carte géologique de l'Italie et la Société géologique lui sont, en grande partie, redevables de leur fondation. A Turin, il concourut à la création de l'École d'application des ingénieurs, qui fut installée dans un splendide palais, le Valentin, de même qu'il le fit pour les musées d'histoire naturelle de cette ancienne capitale.

La réorganisation de l'Académie royale des Lincei, fondée à Rome en 1603, la plus

(1) *Comptes rendus*, t. XLVI, p. 1195, 1858.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ancienne des Sociétés savantes de l'Europe et dont l'histoire a de belles pages est, pour ainsi dire, son œuvre. Depuis qu'il en accepta la présidence, en mars 1874, il la transforma et en fit le foyer intellectuel de l'Italie. Sur son initiative, les dotations en furent considérablement augmentées ; des prix furent fondés, tant sur le budget de l'État que sur la cassette royale ; les publications annuelles, naguère très restreintes, acquirent une importance considérable et reconnue de tous. Si l'Académie vient tout récemment de changer sa modeste installation du Campidoglio contre le magnifique palais Corsini, elle le doit non moins à la libéralité de la municipalité romaine qu'à la puissante influence de celui qui fut son président pendant dix ans et jusqu'au jour de sa mort.

Sa haute intelligence et son infatigable activité se sont manifestées encore dans des directions très diverses. A part ses connaissances variées dans l'industrie, qui se sont hautement manifestées lors de l'Exposition de Milan, en 1881, outre ses goûts littéraires, il était amateur fervent des courses de montagnes, et il laissera un souvenir parmi les alpinistes, non seulement par son intrépidité et son adresse dans les ascensions les plus ardues, mais aussi pour son rôle dans la fondation du Club alpin d'Italie, dont il était président à vie. — On devait espérer que la robuste constitution qui, il y a peu de temps encore, bravait tant de fatigues, ne serait pas si prématurément brisée. D'ailleurs, il savait rattacher à ces agréables et utiles exercices des travaux d'un ordre scientifique, comme le montre son récit de l'ascension du mont Viso et ses remarques sur la constitution géologique de la majestueuse pyramide du Cervin, qu'il avait voulu gravir dès 1865, et qu'il escalada en 1877, accompagné de trois de ses fils.

Sa conversation était pleine d'esprit. Sa parole était facile ; son éloquence, logique, persuasive, sans emphase, avait un caractère humoristique. Homme d'une aménité rare, d'une sûreté de relations à toute épreuve, d'une grande dignité et pourtant d'une simplicité de mœurs à laquelle il a voulu que ses funérailles se conformassent, M. Sella laisse un vide immense dans la science, dans son pays, qui attendait encore beaucoup de lui, et dans le cœur de ses nombreux amis, sans distinction de nationalité.

MINES.

COMMUNICATION DE M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, MEMBRE DU CONSEIL, SUR UN NOUVEL APPAREIL POUR L'EXTRACTION DES MINES, INSTALLÉ AU PUITS CAMPHAUSEN (SARRE) (1).

La belle installation du puits d'extraction Camphausen a été dotée d'un ap-

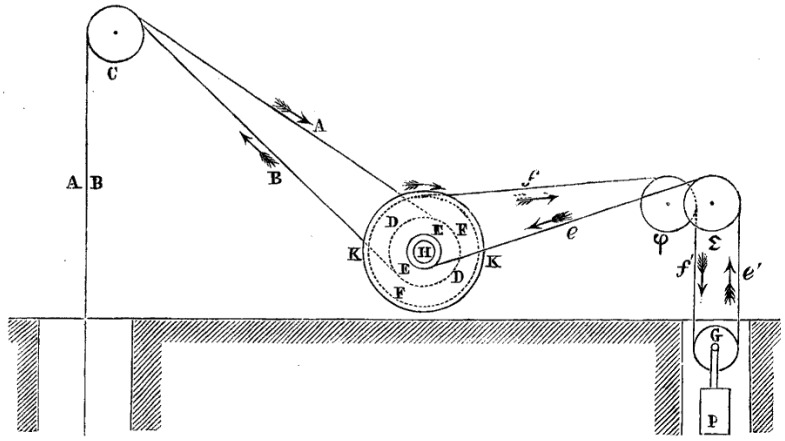
(1) Communication faite dans la séance du 28 mars 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pareil nouveau et très ingénieux destiné à la régularisation de la puissance motrice. Il nous a paru intéressant de le signaler à l'attention de la Société.

Les deux câbles d'extraction A et B, dont l'un monte pendant que l'autre descend, passent, comme à l'ordinaire, sur deux molettes placées côte à côte en C, et vont de là s'enrouler, dans deux sens différents, sur un tambour cylindrique D, de telle sorte que, par la rotation de ce dernier dans n'importe quel sens, il y a toujours l'un des deux câbles appelé à s'enrouler, tandis que l'autre se déroule. L'inconvénient de ce système élémentaire consiste, comme on le sait, dans la variation du poids de l'enlevage, auquel s'ajoute le poids intégral du câble quand on part du fond, tandis que ce poids s'en retranche à la fin de la course; le câble porteur s'étant alors, peu à peu, réduit à zéro, tandis que l'autre s'est entièrement développé du côté opposé. Bien des systèmes ont été déjà proposés pour supprimer cette irrégularité, et j'ai eu l'honneur d'entretenir la Société, dans sa séance du 10 mars 1882 (3e série, tome IX, page 225), du plus récent d'entre eux : celui de M. Kœpe.

Le système que je signale aujourd'hui à son attention consiste dans l'emploi combiné de tambours coniques et d'un contrepoids. Mais il ne doit nul-



Appareil d'extraction du puits de Camphausen.

lement être confondu avec le moyen de régularisation ordinairement désigné sous le nom de tambours coniques, et dans lequel on enroule sur les troncs de cône les câbles porteurs eux-mêmes. Je viens de dire que, dans le cas actuel, ces derniers se disposent sur un treuil cylindrique. Ce que l'on enroule sur les troncs de cône est une cordelette relativement mince *e f*, dont nous négligerons le poids pour plus de simplicité dans cette explication, et qui supporte une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

poulie mobile G avec le contrepoids P. Ce double cône est monté sur un prolongement de l'axe du treuil d'extraction. Il a pour bases extrêmes H et K, mais E et F figurent les spires actuellement embrassées par la cordelette, à un instant quelconque du mouvement.

Quand l'arbre tourne dans le sens de la flèche, le brin e s'enroule, tandis que f se développe; mais, pour une révolution, l'enroulement de e est beaucoup moindre que le déroulement de f, au commencement du mouvement, lorsque E est voisin de H, et F de K. Le brin vertical f' s'allongeant ainsi de quantités supérieures à celles que fait disparaître l'ascension du brin e', on voit que la poulie descendra. Elle ne reste en repos instantané que pour le moment de la rencontre des cages dans le puits. Alors, en effet, on se trouve au milieu de la révolution complète du treuil, puisque ce sera un même nombre de tours qui enverra de là une cage au jour et l'autre au fond. Dès lors les deux brins e et f s'enroulent sur des circonférences égales des deux troncs de cône. Tout ce que reçoit f' disparaît dans l'ascension de e', et la poulie G reste stationnaire. Au delà, les rôles sont intervertis, et f s'enroulant sur des circonférences moindres que celles sur lesquelles s'applique e, ce que reçoit le brin f' ne peut fournir à l'ascension de e', et la poulie G doit remonter.

On voit donc qu'au commencement de la course de la cage pleine, lorsque le moteur, outre le travail nécessaire à l'ascension de l'enlevage proprement dit, doit fournir celui qui correspond à la montée du câble porteur, il y est aidé par le travail de la pesanteur dans la descente du contrepoids P. Vers la fin, quand le travail d'enlevage est équilibré en partie par la descente du second câble, devenu le plus long, le moteur emploie son excédent de puissance à remonter P. Enfin la transition entre la descente et l'ascension de P s'établit bien exactement au moment de la rencontre des cages, pour lequel le câble qui était le plus long va devenir le plus court, et réciproquement.

On aperçoit donc là une tendance rationnelle à une régularisation des effets de l'enroulement; mais on ne voit pas encore clairement si ce système peut fournir une compensation parfaitement rigoureuse de ces effets, de telle sorte que la machine à vapeur n'ait à fournir, pendant toute la durée du trajet, qu'une puissance parfaitement uniforme. Or il est facile de se convaincre qu'il en est précisément ainsi, ou du moins qu'il est possible d'y arriver par un choix convenable des dimensions.

Rappelons, en effet, que l'action des forces sur un corps tournant se me-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sure par leur moment, c'est-à-dire le produit de l'intensité de la force par sa distance à l'axe. Or, pour le poids du câble, comme pour celui du contrepoids, le moment a l'un de ses facteurs constant et l'autre proportionnel au nombre de tours. Pour le câble, c'est le bras de levier qui reste invariable, puisque le treuil est cylindrique ; mais la variation du poids des câbles est proportionnelle au nombre de révolutions. Pour le contrepoids, c'est l'inverse. La force, qui était variable, devient ici constante. Le bras de levier qui restait immuable, est maintenant proportionnel au nombre de tours, puisque la cordelette qui soutient le contrepoids s'enroule sur des troncs de cône. Concluons donc que les deux moments varient l'un et l'autre proportionnellement au nombre de tours. Leur différence sera par suite dans le même cas. Or l'on demande que cette différence soit constante, pour que la machine n'ait besoin de développer qu'un travail uniforme. Il suffit donc, après avoir formé l'expression algébrique de cette différence, d'égaler à zéro le coefficient du nombre de tours. Cette variable aura ainsi disparu, et le but sera atteint. On voit par là qu'il suffit, pour que l'appareil soit parfait, d'avoir égard, dans le choix des données qui le caractérisent, à une condition unique ; ce qui sera facile, puisque l'on disposera pour cela de trois arbitraires, à savoir : la valeur du contrepoids et les deux rayons extrêmes des tambours coniques.

CHEMINS DE FER.

CHEMIN DE FER A CHAINE FLOTTANTE DES MINES DE FER DE DICIDO (ESPAGNE) COMMUNICATION DE M. BRÜLL (1).

M. A. Brüll, vice-président de la Société des Ingénieurs civils, a communiqué à cette Compagnie un travail des plus intéressants sur une récente application des chemins de fer à chaîne flottante dans les mines de fer de Dicido (Espagne). Les lecteurs du *Bulletin* n'ignorent pas la part importante qu'a prise M. Brüll à la vulgarisation d'un moyen de transport fréquemment utilisable avec avantage, soit dans les exploitations de carrières, soit dans les travaux publics ; il a donc paru intéressant au comité de rédaction de donner ici même un extrait de l'importante étude présentée par M. Brüll.

(1) Brochure in-8, chez J. Baudry ; extrait des *Comptes rendus* de la Société des ingénieurs civils.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le chemin de fer à chaîne flottante comporte deux voies généralement de petit gabarit; les wagonnets chargés circulent sur l'une des voies, l'autre sert au mouvement des wagonnets vides. Les wagons forment sur chaque voie un chapelet qui s'étend d'une extrémité à l'autre.

La chaîne sans fin qui relie les wagons repose simplement dans une fourche fixée à l'avant de chaque véhicule.

Des poulies horizontales servent à l'enroulement des chaînes aux extrémités de chacun des alignements composant le tracé en plan du chemin de fer.

Suivant l'importance de la dénivellation entre le point de départ et celui d'arrivée, le système est automoteur ou non. Dans le premier cas, l'emploi des freins est nécessaire ; dans le second au contraire, le mouvement est donné par un moteur fixe, actionnant une des poulies.

Les alignements sont raccordés entre eux par des courbes de petit rayon. Les wagons, dégagés de la chaîne, franchissent les courbes automatiquement. Des dispositifs composés de barres et de galets assurent le décrochage des wagons avant leur entrée en courbe pour le cas où ils ne se dégageraient pas d'eux-mêmes.

Si pour deux alignements consécutifs, les poulies sont calées sur le même arbre, la force motrice disponible sur l'un d'eux est transmise à l'autre. Ce moyen si simple de transmission permet aux wagons chargés de remonter des contre-pentes considérables sans faire cesser l'automaticité du chemin de fer. C'est là un des avantages de la chaîne flottante.

La mine de fer de Dicido pour laquelle a été établie la chaîne flottante étudiée et décrite par M. A. Brüll est située sur la montagne de Setares, près de Castro-Urdiales, dans la province de Santander (Espagne).

Les produits de la mine sont embarqués presque toute l'année dans la baie de Dicido. Le chemin de fer va des gisements à la baie de Dicido. Il longe les carrières et présente plusieurs stations pouvant recevoir le minerai des différents sièges d'exploitation.

Les accidents du terrain, et aussi les conditions imposées pour l'exploitation facile des diverses carrières, ont conduit à composer le chemin de fer de sept alignements présentant un développement de 2 954 mètres et une dénivellation totale de $314^{m},13$.

Deux difficultés assez grandes ont été rencontrées dans l'établissement du tracé de la ligne, ce sont : le raccordement des alignements formant entre eux un angle très aigu, et la traversée de la route royale de Santander à Bilbao qui longe en cet endroit le littoral.

L'obligation de tracer les premiers alignements le long des gisements a nécessité, lorsqu'on est arrivé aux fortes déclivités du terrain avoisinant la côte, l'emploi de trois alignements formant entre eux des angles de 54 et 49 degrés seulement.

Pour assurer aux wagonnets le passage automatique d'un alignement à l'autre, le rac-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cordement est fait au moyen de courbes de 5 mètres de rayon; ces courbes sont inclinées de $0^m,04$ par mètre dans le sens de la marche. Or dans le cas d'angles très aigus, les points de tangence se trouvent loin du sommet de l'angle; de plus, les arcs sont longs, et comme les deux voies sont inclinées en sens inverse, elles se trouveraient fortement dénivelées aux extrémités des raccordements.

Les nécessités des raccordements verticaux et horizontaux conduiraient ainsi à des tunnels ou à d'importantes tranchées en amont de la station, et à l'aval à des remblais ou à des murs difficiles à appuyer sur les déclivités transversales du terrain. On a dû recourir à des artifices spéciaux pour tourner ces difficultés et éviter des ouvrages dispendieux.

C'est ainsi que l'on a établi une sorte de station de rebroussement au croisement de deux lignes formant un angle de 54 degrés. Quelques mètres avant d'arriver au sommet de l'angle les deux voies de l'alignement amont s'incurvent et deviennent parallèles à l'alignement aval. Les quatre voies se poursuivent à quelques mètres au delà du point d'intersection. Les voies des wagons pleins aboutissent à une petite plaque tournante qui sert à retourner facilement les wagons venant de la mine pour les envoyer vers Dicido. Les voies des wagons vides arrivent à une plaque de manœuvre où les wagons qui viennent de l'embarcadère sont tournés et expédiés vers les carrières. La marche des wagonnets sur ces voies de service est automatique.

La route de Santander à Bilbao est coupée très obliquement par le chemin de fer à un endroit où elle est bordée, du côté de la montagne, par une falaise d'une dizaine de mètres de hauteur. Il était à craindre qu'un passage par-dessus fût refusé par l'administration à cause des dangers dont il aurait menacé la circulation. On décida, en conséquence, de traverser la route par une galerie ayant son radier à 3 mètres au-dessous de la chaussée.

Mais cette solution rendait fort difficile la construction de l'alignement en amont de la route. En effet, pour amener la voie à être horizontale à la station qui est contre la falaise et à 13 mètres au-dessous de son sommet, comme la pente ne peut être diminuée que graduellement, il aurait fallu creuser un tunnel de plus de 150 mètres de long dans de mauvais terrains.

On eut recours à un artifice : l'alignement amont, après avoir suivi d'assez près le sol naturel, fut interrompu un peu avant l'arête de la falaise, 20 mètres avant la station, à l'altitude de $65^m,06$; un puits vertical de $13^m,50$ de profondeur fut adossé à la falaise, et les 20 mètres restants furent établis en palier, du pied du puits à la station, à l'altitude de $51^m,56$. Les deux brins de la chaîne franchissent cette chute à l'aide de galets verticaux convenablement disposés, et les berlines chargées et vides circulent sur les deux cages d'une balance sèche qui rachète la dénivellation de $13^m,50$.

La voie a $0^m,460$ de largeur à l'intérieur des rails. La distance eutre les axes des deux voies est de $1^m,200$.

Les quatre files de rails reposent sur des traverses en bois de chêne de $2^m,20$ de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

long et $0^m,15 \times 0^m,09$ de section. Sur les grandes pentes, et de place en place, les traverses sont retenues par un mur en pierres hourdé en ciment, construit transversalement à la voie; ce mur est fondé sur le roc, les traverses y sont fixées à l'aide de fortes broches en fer.

Comme aux stations les deux voies ne sont pas au même niveau, chacune d'elles a des traverses distinctes; des murettes en pierres sèches séparent en deux la plate-forme dans sa longueur.

Les stations sont, en dehors de la voie, les seuls points fixes d'une installation à chaîne flottante. Il faut les construire avec une solidité à toute épreuve, car les tensions normales des chaînes sont considérables et peuvent être brusquement augmentées dans une proportion difficile à prévoir par les chocs qui pourraient se produire en quelque point du système mobile.

Les chaînes sont calibrées et établies en fer de 25 millimètres, elles pèsent $12^{kg},650$ par mètre.

Les wagonnets sont construits très solidement pour résister aux chocs qu'ils subissent au chargement ou pendant les manœuvres dans les carrières. Ils reçoivent 400^{kg} de minerai.

Le graissage est automatique. En quatre points du parcours, tant sur la voie d'aller que sur la voie de retour, les fusées des essieux rencontrent une brosse circulaire dont le bas plonge dans un bac d'huile qui tourne par l'action même du passage des essieux.

Le chemin de fer étant composé de quatre sections formées d'une ou plusieurs lignes, les stations sont de divers genres suivant qu'elles comportent un frein commandant la section ou qu'elles servent à la transmission du mouvement d'une chaîne à une autre, ou bien encore, à la seule inflexion de la chaîne.

Les poulies qui doivent être entraînées par la chaîne ou qui doivent l'entraîner, sont des poulies à empreintes.

Les poulies à empreintes sont formées d'une forte roue en fonte dont l'épais moyeu se cale sur l'arbre à l'aide de deux clavettes placées à 120 degrés l'une de l'autre et dont la jante porte vingt et un logements carrés de 85 millimètres de côté. Dans ces logements, glissent à frottement doux les dents en acier présentant à leur extrémité extérieure la forme même du maillon. Ces dents sont pressées par une vis de 25 millimètres de diamètre sur des embases ménagées à la surface d'une couronne venue de fonte avec la roue. Une rondelle système Belleville est placée sous la tête de chaque vis pour l'empêcher de se desserrer.

Cette mobilité des empreintes dans le sens du rayon permet de parer à l'agrandissement progressif du pas de la chaîne par suite de l'usure des maillons à leurs contacts. Pour augmenter le pas de la roue à empreintes, il suffit de desserrer les vis et de placer sous la base de chaque empreinte une rondelle fendue en laiton de l'épaisseur voulue.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a pour chaque roue vingt et un jeux de six rondelles de 1, 2, 4, 8, 16 et 32 millimètres d'épaisseur, de sorte que les dents peuvent être sorties de 1 millimètre jusqu'à concurrence de 63 millimètres, ce qui correspond pour le fer de 25 qui constitue la chaîne à une usure de 4 millimètres.

Quand la poulie ne sert qu'à infléchir la chaîne, sa jante est creusée en forme de double gorge pour recevoir les maillons qui se présentent successivement horizontalement et verticalement.

Les freins sont à bande et du système appelé quelquefois frein de grue. La position des freins abandonnés à eux-mêmes est le serrage. Il est produit par un poids suspendu qui tire à l'extrémité du levier à l'aide d'un renvoi de poulie. Pour diminuer à volonté le serrage ou le supprimer tout à fait, il suffit de relever le poids à l'aide d'un petit treuil à main placé à la main de l'ouvrier. En laissant le treuil arrêté par son cliquet, on peut entretenir pendant quelque temps un serrage déterminé.

Les freins sont nécessaires pour arrêter ou mettre en marche le système, mais ils ne conviendraient pas pour en régler la vitesse. Il ne serait pas sans inconvénient de les tenir constamment assez serrés pour user sans frottement un travail qui dépasse en un point douze chevaux-vapeur pour la vitesse normale de un mètre.

Aussi a-t-on eu recours à des régulateurs à palettes. L'arbre des régulateurs est horizontal, il tourne six fois plus vite que l'arbre de la station, soit à une centaine de tours à la minute. Les palettes sont formées de planches éclissées entre des bras en fer. On enlève ou on ajoute à volonté des planches pour réaliser la vitesse de marche qu'on désire.

Le chemin de fer, mis en marche au commencement de mars 1883, a transporté jusqu'à ce jour une moyenne dépassant 300 tonnes de minerai par jour.

Avec ce débit encore faible, le prix moyen du transport de la tonne est de 0 fr. 63 y compris les dépenses d'entretien, l'intérêt et l'amortissement du capital engagé et des dépenses de premier établissement.

Ce prix, qui est déjà satisfaisant, s'abaissera le jour où le développement du travail dans les carrières et l'amélioration du mode d'embarquement, qui sont à l'étude en ce moment, permettront au chemin de fer de transporter 500 tonnes et plus chaque jour.

Ces chemins de fer spéciaux, dont le Lancashire montre les premiers modèles, permettent, avec une dépense d'établissement modérée, d'assurer le transport régulier et économique de masses importantes sur d'assez grandes longueurs dans des pays très accidentés. Les ressources infinies de ce système ne sont pas encore généralement connues, la chaîne flottante peut rendre les plus grands services pour l'exploitation des mines et des carrières et pour l'exécution rapide et économique des grands travaux publics.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMMERCE.

LETTRE DE M. LE MINISTRE DU COMMERCE A M. LE PRÉSIDENT DU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE, RELATIVE AU SERVICE DES BREVETS D'INVENTION.

Monsieur, vous m'avez fait l'honneur de me transmettre, au nom de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, deux exemplaires d'un Rapport (1) adopté par elle au sujet d'une communication relative au service des brevets d'invention.

La Société d'encouragement s'est émue d'un ordre de service du 13 juin 1883, lequel est ainsi conçu :

« Il est expressément interdit de copier les descriptions et de calquer les dessins annexés aux brevets d'invention communiqués au public conformément à l'article 28 de la loi du 5 juillet 1844.

« Toute note, tout croquis sont également interdits.

« Les pièces communiquées seront immédiatement retirées à toute personne qui contreviendra au présent ordre de service. »

La Société d'encouragement, sans contester, d'ailleurs, la gravité des motifs qui ont donné lieu à la mesure dont il s'agit, estime que l'interdiction de prendre des notes, des extraits ou des croquis sur les brevets, semble peu conciliable avec la faculté de consultation que la loi accorde au public, et elle pense que la communication des brevets, ainsi restreinte, doit être le plus souvent dépourvue d'utilité.

Elle ajoute que s'il a été relevé des abus dans le mode actuel de communication, il semble qu'une disposition meilleure des locaux affectés au classement des brevets et un surcroît de surveillance pourraient y remédier. Elle fait observer que les brevets procurent au Trésor une recette annuelle de près de 2 millions; qu'ils fournissent donc directement les ressources suffisantes pour l'organisation d'un service qui puisse donner à l'administration toutes les garanties nécessaires.

La communication au public des pièces originales des brevets d'invention déposées au Ministère du commerce, a donné lieu de tout temps dans des proportions plus ou moins grandes à des inconvénients qui sont de nature à engager la responsabilité de l'administration, gardienne des originaux des brevets d'invention, et à compromettre les intérêts des brevetés ainsi que ceux du public.

Le plus grave de ces inconvénients est la possibilité d'apporter des altérations aux descriptions ou aux dessins, altérations qui auraient pour résultat, par exemple, soit

(1) Rapport fait par M. Lavollée, au nom du comité de commerce, sur une communication relative au service des brevets d'invention ; voir le Compte rendu de la séance du 25 janvier 1884 et le *Bulletin* de février.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'entraîner la nullité du brevet, soit de modifier l'objet de l'invention en vue de rendre nuls pour défaut de nouveauté une invention ou un perfectionnement qui se sont produits ultérieurement.

Or des altérations de ce genre ont été apportées à diverses époques à des brevets, sans que l'administration ait été à même de les réprimer en constatant le flagrant délit. Je citerai, parmi les plus récentes, les altérations apportées aux descriptions d'un brevet important pris par les frères Chevalier. Le procureur de la République fut saisi de cette affaire qui se termina par une ordonnance de non-lieu, l'auteur des altérations n'ayant pu être découvert.

Malgré ces abus évidents, la faculté de prendre des notes avait paru pouvoir être tolérée dans le principe; mais par suite de l'accroissement du nombre des brevets d'invention délivrés chaque année et du nombre toujours plus grand des personnes fréquentant la salle des brevets, les dangers de cette tolérance ne tardèrent pas à se manifester. La prise de notes dégénéra vite en copies *in extenso*, et le lever de croquis en calques des dessins. Ces copies étaient envoyées aussitôt après la délivrance des brevets à des agences de l'étranger, pour être publiées dans leurs journaux. Cette divulgation rapide permettait aux usurpateurs étrangers de faire breveter, dans leur pays, les inventions françaises avant que les véritables inventeurs eussent eu le temps de prendre eux-mêmes un brevet.

Il est communiqué aujourd'hui de **150** à **160** brevets par jour. La surveillance d'un aussi grand nombre de pièces est matériellement impossible, et il n'y avait qu'un moyen d'éviter les abus signalés plus haut, c'était d'interdire absolument la prise de notes quelconques.

Quant aux moyens indiqués par la Société d'encouragement pour remédier aux abus, je ne pense pas qu'ils soient facilement réalisables. Une nouvelle disposition des locaux affectés au service des brevets ne saurait avoir lieu sans une modification complète des aménagements des bâtiments du Ministère du commerce, ce qui nécessiterait des travaux de démolition et de reconstruction qu'il serait impossible d'opérer actuellement.

Une surveillance plus complète donnerait sans doute de bons résultats; mais elle entraînerait une augmentation assez notable du personnel affecté au bureau de la propriété industrielle, personnel certainement trop restreint, mais que la situation budgétaire ne permet pas d'augmenter.

Les brevets d'invention rapportent, il est vrai, à l'État, une somme qui dépasse 2 millions par année, mais cette somme rentre dans le budget des recettes et ne saurait être affectée spécialement au service des brevets d'invention, qui n'a à sa disposition que le crédit inscrit au budget des dépenses du Ministère du commerce.

J'ajoute que l'interdiction de prendre des notes et des croquis n'est, à aucun point de vue, contraire à la loi du **5** juillet **1844**. Cette loi prévoit, en effet, la communication des pièces des brevets d'invention au public, et, en même temps, la délivrance

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de copies authentiques desdites pièces moyennant le payement d'une taxe. Quant aux conditions dans lesquelles la communication doit être faite au public, c'est au Ministre du Commerce qu'il appartient de les fixer et d'adopter, à cet égard, telle mesure de police intérieure qu'il considérera comme nécessaire, à raison de la responsabilité qui lui incombe, ainsi que cela a lieu pour les bibliothèques et les musées.

Je dois faire remarquer que la mesure dont se plaint la Société d'encouragement, n'a donné lieu de la part du public lui-même à aucune réclamation. Les personnes qui ont protesté sont des agents de brevets à qui l'ordre de service a pu porter un certain préjudice.

Bien que le point de vue financier n'ait pas été la raison déterminante de cet ordre de service, il importe cependant d'en tenir compte. Or l'interdiction de prendre des notes et des croquis, qui a été mise à exécution le 1er juillet 1883, a donné les résultats suivants : Dans le premier semestre de 1883, la recette provenant des demandes de copies avait été de 3 295 francs. Elle a été dans le deuxième semestre de 7 915 fr., c'est-à-dire de plus du double, et en 1884, elle était, au 31 mars, de 4 990 francs. Il suffit de comparer ces chiffres pour constater que, sous prétexte de notes, on prenait de véritables copies qui étaient ensuite vendues à des prix plus ou moins élevés et au détriment du Trésor public.

Telles sont, Monsieur, les diverses raisons qui m'ont déterminé à prendre l'ordre de service du 13 juin 1883, et qui me mettent dans l'obligation de le maintenir.

ARTS ÉCONOMIQUES.

INDUSTRIE DES HUILES DE NAPHTE DU CAUCASE (1).

Depuis quelques années, l'attention a été appelée sur les richesses d'huile minérale du Caucase dont l'importation est considérable sur les divers marchés de l'Europe.

On ignorait, dans la région de la mer Caspienne, l'existence de ressources en huiles incomparablement plus abondantes, plus économiques et durables que celles des États-Unis, cependant l'industrie dont il s'agit est la plus ancienne du monde.

Si l'on regarde sur la carte, on voit que la chaîne du Caucase s'étend en droite ligne, dans une direction nord-ouest, depuis la mer Caspienne jusqu'à la mer Noire, et se termine dans chacune de ces deux mers en forme de presqu'île, la presqu'île d'Apchéron dans la première, celle de Taman dans l'autre. La longueur de la chaîne est de 1 158 kilomètres entre ces deux points et, d'une extrémité à l'autre, on trouve de l'huile à travers toute la région. C'est dans les deux presqu'îles cependant qu'elle

(1) Extrait de l'*Engineering*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

existe en plus grande abondance, et plutôt dans l'Apchéron que dans le Taman.

En réalité, les principaux gisements paraîtraient appartenir à la région de la Caspienne, à la péninsule d'Apchéron d'un côté de la mer et de l'autre côté au territoire de Krasnovodsk, comme s'ils provenaient en grande partie du lit même de cette mer.

La mer Caspienne est de 26 mètres au-dessous du niveau de l'Océan; dans la partie centrale du Caucase, on trouve l'huile à 2 750 mètres au-dessus de ce niveau. Cette circonstance a donné naissance à une théorie d'après laquelle le grand réservoir d'huile n'est autre que la chaîne du Caucase; le liquide s'en écoule par pesanteur jusqu'aux deux péninsules qui la terminent. Mais ce n'est là qu'une simple conjecture, notre principale connaissance de la répartition des huiles dérive d'une série de renseignements dus au hasard. — Il est d'ailleurs assez curieux que le gouvernement russe n'ait fait exécuter aucun travail dans la région des huiles du Caucase.

Dans la péninsule de Taman, qui sépare la mer d'Azof de la mer Noire, la présence de l'huile fut signalée au XVIII^e^ et au XIX^e^ siècles; on peut trouver des descriptions dans les ouvrages de Güldenstedt (1770), Pallas (1793-94), Jäger (1825), Dubois de Montpereux (1746) et Albich (1869). Il y a onze ans existaient quarante puits terminés et deux ou trois autres en cours d'exécution dans la péninsule; la production d'huile était de 4 000 tonnes par an. Depuis lors, une Compagnie française s'est formée pour exploiter 96 kilomètres dans le territoire de Novorofsisk, sur la mer Noire, et les puits sont reliés à une raffinerie du golfe par une canalisation.

Cette compagnie possède, croyons-nous, un monopole pour l'extraction de l'huile dans la région de Kouban, et c'est peut-être cette circonstance, jointe aux nombreux obstacles rencontrés par la compagnie, ainsi que la moins grande abondance et une plus sérieuse difficulté d'extraction des huiles qu'à Bakou, qui ont fait abandonner aux autres capitalistes le projet d'exploiter la presqu'île de Taman.

Quand l'huile peut être achetée de 30 à 40 centimes la tonne, le long du chemin de fer de Bakou pour être embarquée à Batoum, il y a peu de motifs pour les spéculateurs à chercher l'huile dans la région de Kouban aux épaisses forêts, aux routes épouvantables, dépourvue de ports accessibles. Sous ce rapport, à l'exception des opérations de la Compagnie française à Novorofsisk, l'industrie des huiles dans la presqu'île de Taman semble avoir langui pendant les dernières années, si elle n'a pas même rétrogradé d'une façon décisive. D'après les experts américains, qui ont visité la région, les dépôts d'huile ressemblent à ceux de Pensylvanie plutôt qu'à ceux de Bakou; c'est-à-dire que l'huile filtre lentement jusque dans les puits à travers les couches du sol, au lieu d'exister déjà en immenses réservoirs souterrains ou dans des capacités rocheuses, renfermant quelquefois des millions de tonnes d'huile.

La région voisine exploitée dans le Caucase, comprend les montagnes au nord de Tiflis, où pendant des siècles, les races indigènes ont extrait l'huile à l'aide de puits peu profonds. Dans le district de Thelavi, il existe au moins une douzaine de localités dans lesquelles on trouve de l'huile, mais la demande n'a jamais été suffisante pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

amener les Russes à utiliser ces ressources. En continuant la route vers l'Est,



on peut s'arrêter à Chamakhi et de là tirer une ligne droite jusqu'à l'extrémité même de la presqu'île où se trouve située Bakou, sur cette longueur de plus de 160 kilomètres, on trouve partout des gisements d'huile. En prenant au sud de Chamakhi jusqu'aux plaines de Moghan une distance égale, on traverse une région presque aussi riche en huile, le même caractère se présente au nord, mais moins nettement accentué, jusqu'au port de Petrovsk. De la superficie comprise entre les limites indiquées, les 1 930 kilomètres carrés qui forment la presqu'île d'Apchéron et la contrée qui l'avoisine directement peuvent être considérés comme entièrement imprégnés d'huile, à un degré de saturation tel que ne pourraient le concevoir même les industriels les plus favorisés de Pensylvanie. Il n'y a de comparaison possible pour ces terrains que celle d'une éponge trempée dans l'eau. De semblables jets d'huile ou de liquide ont existé pendant des milliers d'années sans que les réserves d'huile de la péninsule aient paru subir la moindre diminution. Ce phénomène, qui suscite l'étonnement des savants, détermina les adorateurs du feu, il y a vingt-cinq siècles environ, à élever des autels en ces lieux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'adoration du feu prit naissance dans la Perse six cents ans avant l'ère chrétienne. Bakou appartenait alors à l'empire persan, il était donc naturel que les adeptes de la foi nouvelle s'adressassent bientôt à cette presqu'île de feu, faisant notablement saillie dans la mer Caspienne, puisque aujourd'hui même les flancs des collines sont fréquemment léchés par la flamme et que l'eau filtrant lentement à travers les roches calcaires peut être vaporisée si l'on met le feu à l'huile qui surnage à sa surface. D'ailleurs nous sommes bien certains que, pendant de longues années avant l'ère chrétienne, Bakou fut visitée par des milliers de pèlerins qui faisaient leurs adorations aux autels de Surakhani, à 12 kilomètres de la ville. Six cents ans après la naissance du Christ, les pèlerinages prirent une importance telle que l'empereur Heraclius désirant frapper au cœur la supériorité des Perses, renversa Bakou, et détruisit les temples du culte.

Quelques années plus tard, les Arabes convertirent par la force à la religion de Mahomet le peuple persan adonné aux croyances de Zoroastre, mais un petit nombre de fidèles conservant l'ancienne foi s'échappèrent ; les uns gagnèrent Bakou, loin des fureurs de la conquête Arabe, et de là se répandirent à travers l'Asie centrale, les autres gagnèrent l'île d'Ormuz, dans le golfe Persique. Ces derniers émigrèrent par la suite jusqu'à Bombay, où ils sont connus sous le nom de *Parsis*, tandis que les premiers, rétablissant les temples de Surakhani, maintinrent, jusqu'il y a deux ou trois ans, les *Feux éternels* entretenus par les gaz d'huiles issus du sol et qui faisaient de Bakou, une ville sainte pour les adorateurs du feu dans la région de l'Est.

Grâce au caractère sacré que les Guebers attribuaient à la presqu'île d'Apchéron, on a une preuve évidente de l'abondance de l'huile en cette région pendant environ 2 500 ans.

Relativement à l'usage commercial de l'huile ou du naphte, comme on l'appelle dans l'Europe orientale, on a les rapports de Marco Polo, longtemps avant la découverte de l'Amérique et de ses gisements d'huiles. D'après lui, existait à Bakou « une source très abondante, qui peut fournir d'une seule fois le chargement de cent navires. Cette huile n'est pas bonne comme assaisonnement, mais elle est bonne à brûler ainsi qu'à oindre les chameaux atteints de la gale. On vient de très loin en chercher, car il n'y a pas d'autre huile dans tous les pays d'alentour. » Un contemporain de Marco Polo parle de Bakou comme fournissant d'huile brute tout le pays jusqu'à Bagdad. On peut donc admettre que pendant 500 ans au moins on a exporté l'huile de Bakou. Par la suite, ce commerce devint tellement considérable que les empereurs Arméniens et les shahs de Perse luttèrent pour la possession de Bakou, et, lorsqu'au XVIII[e] siècle la Russie parut à titre de nouveau compétiteur sur la Caspienne et s'empara de la ville, un des premiers actes de Pierre le Grand, pendant son séjour en cet endroit, fut de faire remonter le Volga par des navires chargés d'huile qu'il destinait aux villes situées sur les bords de ce fleuve.

Après la mort de Pierre le Grand, Bakou fut reprise par Nadir-Shah, et pendant ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

règne cette ville fut visitée par plusieurs commerçants anglais. Les écrits de ces voyageurs — Jonas Hanway et autres — apprennent que le principal siège du commerce était alors Sviatoi Ostroff (île Sainte), petite île située à l'extrémité de la péninsule d'Apchéron et dans laquelle on recueillait l'huile près de la côte. Elle était donc plus facilement accessible aux Perses que celle des gisements de Balakhani et Surakhani situés à 12 kilomètres de Bakou dans l'intérieur des terres et qui sont maintenant exploités par les Russes. Lorsqu'il décrit les opérations des exportateurs Persans (1754), Jonas Hanway dit que « les Persans la chargent en vrac dans leurs misérables bateaux, de telle sorte que parfois la mer en est couverte sur une longueur de plusieurs lieues. Quand le temps est lourd et sombre, les sources bouillonnent à la surface, l'huile s'enflamme souvent au contact du sol et l'incendie se communique jusque sur la mer, avec une grande intensité, couvrant alors un espace vraiment incroyable. »

Par un temps clair, les sources ne coulent pas à plus de 50 centimètres à 1 mètre. En coulant de cette façon, l'huile devient d'une consistance telle que par degrés l'issue de la source vient à être presque fermée : quelquefois il y a fermeture complète et formation de boursouflements aussi noirs que du brai, mais la source qui éprouve de la résistance dans un endroit se fait jour dans un autre. Quelques-unes des sources qui n'ont pas été longtemps visibles forment un trou de $2^{m},50$ à 3 mètres de diamètre. Les habitants mettent l'huile dans des puits ou des réservoirs, et la font couler des uns dans les autres pour ne laisser au premier réservoir que l'eau ou les substances lourdes tenues en suspension à la sortie de la source. Cette huile est d'une odeur désagréable, utilisée spécialement par la classe pauvre de Perse et les autres peuples environnants pour l'éclairage ou la cuisson des aliments. Ils trouvent qu'elle brûle parfaitement avec addition de cendres.

Les monts du Caucase qui se terminent à Bakou reparaissent avec une moins grande importance de l'autre côté de la Caspienne pour former les grands et les petits Balkans.

Ces montagnes se réunissent au-dessous de la mer par une série de faîtes nettement déterminés qui font des saillies presque suffisantes, en certains endroits, sur le fond de la Caspienne pour atteindre la surface des eaux et qui, d'un bord à l'autre de cette mer, laissent échapper de l'huile et des gaz d'huiles. Près de l'Apchéron, le gaz jaillit avec assez de force ponr renverser les navires et quand le vent souffle dans une certaine direction, l'huile flotte sur la Caspienne et va s'accumuler dans la baie de Bakou. Au delà de la mer Caspienne, deux points sont remarquables par leurs gisements d'huile : l'île de Tcheleken déjà mentionnée, et un certain endroit appelé « Colline de Naphte » à 160 kilomètres environ dans l'intérieur du territoire de Krasnovodsk. Ce dernier point ne fut découvert qu'il y a deux ou trois ans, il s'agit de puissantes masses d'huile et d'ozokérite (1) concentrées dans un espace restreint, et évaluées à 875 millions.

(1) Cire minérale formée principalement de paraffine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un chemin de fer Decauville réunit la Colline de Naphte à la grande voie Transcaspienne, l'huile que fournit une seule source forée suffit pour alimenter à titre de combustible toutes les locomotives de la ligne ainsi que les différentes habitations de l'endroit. Quand le chemin de fer sera prolongé dans la direction des Indes, ces dépôts acquerront une importance considérable. Puisque actuellement, Bakou fournit en immense quantité, nous pouvons considérer les richesses de la région Transcaspienne comme des réserves.

Dans les premières années de ce siècle, Bakou fut enlevée de nouveau à la Perse et le gouvernement russe commença par faire de l'exportation des huiles un monopole d'Etat. On l'afferma à Mirzoeff, le père des Mirzoeff qui maintenant exportent de grandes quantités d'huile à graisser de leur raffinerie de Bakou.

Pendant les dix ou vingt premières années, Mirzoeff extrayait annuellement de 2 000 à 3 000 tonnes et versait entre les mains du gouvernement de 250 000 à 300 000 francs. De 1834 à 1860, l'extraction était environ de 3 500 tonnes par an, avec des variations en plus ou en moins. L'établissement de la première raffinerie de kérosine remonte à 1859; à partir de cette époque, l'extraction prit du développement, bien que le monopole empêchât des progrès aussi marqués que ceux de l'industrie américaine pendant la même époque. En 1863, la production d'huile brute fut de 5 500 tonnes et le tableau ci-dessous représente ce qu'elle fut, en nombres ronds, dans les années suivantes :

	Tonnes.
1864.	8 700
1865.	8 900
1866.	11 100
1867.	16 100
1868.	11 900
1869.	27 180
1870.	27 500
1871.	22 200
1872.	24 800

Pendant que la production de Bakou s'était ainsi développée avec lenteur, l'Amérique avait complètement établi son industrie d'huiles et inondait non seulement les autres États d'Europe, mais encore toute la Russie de ses produits à bon marché.

Pressé par les récriminations de la presse, le gouvernement institua une commission d'enquête pour étudier l'industrie des huiles; à la fin de 1872 on abolissait le monopole, et le commerce devenait absolument libre.

Quelques nombres donneront une idée de l'industrie débarrassée sagement de ses entraves.

En 1872, production totale de l'huile.	24 800 tonnes.
Nombre de puits d'extraction.	417
Prix du pood d'huile brute.	45 copecks

soit environ 87 francs la tonne, au tarif d'échange alors en vigueur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Impôts perçus 425 000 francs par an.

Nombre de raffineries.	50
Quantité d'huile raffinée.	6 450 tonnes

Dans la plupart des pays, les réformes ne sont jamais aussi complètes qu'elles le devraient être. Pour ce qui concerne Bakou, le monopole disparut bien, mais on créa certain droit d'accise qui vint restreindre l'industrie. Elle progressait rapidement cependant, et les Russes apportèrent à l'entreprise des capitaux considérables.

Production de l'huile brute dans la période du droit d'accise :

	Tonnes.
1873.	64 000
1874.	78 000
1875.	94 000
1876.	194 000
1877.	242 000

En 1877 ce droit fut aboli, l'industrie devint libre de toute taxe, de toute restriction et des contrôles officiels; elle a donc depuis cette époque joui d'une somme de liberté sans égale en Russie, et nous pourrions presque dire, dans tous les autres pays d'Europe.

La statistique suivante donne une idée de l'industrie des huiles après que cette révolution eut été faite :

Production totale d'huile brute en 1877. . .	242 000 tonnes
Nombre des puits.	130
Prix de l'huile brute, 8 copecks le pood, soit.	15 francs la tonne

Droits d'accise payés de 1873 à 1877, environ 4 000 000 francs.

Nombre de raffineries.	150
Quantité d'huile raffinée.	74 000 tonnes

Avant l'abrogation du droit d'accise, l'industrie était déjà entrée dans une nouvelle phase qui s'étend jusqu'à nos jours et pendant laquelle le trafic des huiles a pris un développement extraordinaire, grâce au talent de deux remarquables Suédois, Robert et Louis Nobel. Ces deux éminents industriels organisèrent ce qu'on appelle le système « liquide » de transport, c'est-à-dire 96 kilomètres de canaux depuis les sources jusqu'aux raffineries de Bakou, une flottille de bateaux-citernes sur la Caspienne et le Volga, et environ deux mille chariots-réservoirs transportant l'huile dans toute la Russie. L'augmentation du trafic jusqu'à ce jour en se basant sur la statistique est :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Production d'huile brute.	Tonnes.	*Production d'huile raffinée.*	Tonnes.
1878.	320 000	1878.	97 550
1879.	370 000	1879.	110 000
1880.	420 000	1880.	150 000
1881.	490 000	1881.	183 000
1882.	680 000	1882.	202 000
1883.	800 000	1883.	206 000

Grâce à cette ère nouvelle dans l'industrie des huiles de naphte, la Russie a pu chasser l'huile américaine loin du marché national et commencer à la faire disparaître de l'Autriche et de l'Allemagne. On peut espérer que le mouvement s'accentuera sur une vaste échelle pendant les années prochaines, pour assurer à la Russie la clientèle de tous les marchés du nord de l'Europe. De même, en ouvrant il y a quelques mois la voie ferrée Bakou-Batoum, on a donné à la ville de Bakou le moyen d'attaquer l'huile américaine sur la mer Noire et sur la Méditerranée, en un mot, sur tous les marchés du sud de l'Europe, sans parler des pays situés à l'Est. Un grand avenir semble réservé à cette huile nouvelle, et comme on vend actuellement 35 centimes la tonne d'huile brute à Bakou, on peut compter sur un développement rapide pendant les années prochaines.

Le bon marché de l'huile à Bakou résout complètement une question qui pendant quelque temps excita l'attention publique, à savoir le remplacement du charbon par le chauffage à l'huile sur les navires voguant vers l'Est. Pour faciliter l'enlèvement de ce combustible et des autres produits tirés du naphte, le gouvernement russe a voté la construction immédiate d'un bassin spécial à Batoum, pour une somme de 12 500 000 francs.

On voit sur la carte que la presqu'île d'Apchéron s'avance de 105 kilomètres dans la mer Caspienne. Bakou est situé à l'endroit où l'Apchéron se détache de la ligne du Caucase. La presqu'île présente là 32 kilomètres environ de largeur. La région des huiles en exploitation se trouve au milieu de la presqu'île, à 53 mètres au-dessous de la mer Caspienne.

Les puits sont assez élevés pour permettre à l'huile de descendre par son propre poids jusqu'aux raffineries de la baie de Bakou, distantes de 9 à 12 kilomètres.

Il y a deux groupes de puits, les Surakhani et les Balakhani. L'emplacement des premiers est celui qu'occupaient autrefois les temples des adorateurs du feu, là où les gaz d'huiles échappés du sol ont brûlé pendant des milliers d'années.

Deux ou trois compagnies seulement se sont établies dans cette région. La plupart ont leur siège d'exploitation à Balakhani, ou, pour mieux dire, sur le plateau Balakhani-Sabountchi, où les ressources naturelles sont plus importantes et les opérations de forage notablement plus faciles. La superficie des deux plateaux utilisés est actuellement d'environ 3 kilomètres carrés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La plupart des puits de l'Apchéron se trouvent réunis sur cette petite portion du sol, les différentes propriétés s'enchevêtrent en présentant une confusion d'apparence inextricable. Il n'y a pas de limites nettement déterminées entre les exploitations, la Compagnie la plus importante possède des puits en plusieurs endroits du plateau, il n'y a pas de routes ; pour un étranger, l'aspect général est celui de chevalements, de magasins, d'ateliers, de réservoirs en fer jetés pêle-mêle, sur un espace restreint, couvert également de lacs d'huile noire, de salines éclatantes, et d'un réseau de tuyaux. En réalité, l'agglomération trop grande des puits gêne le travail, mais les Russes et les Arméniens préfèrent rester sur le plateau plutôt que de chercher ailleurs. Sur le plateau, ils sont sûrs de trouver de l'huile, alors qu'ils ne sont pas sûrs d'en trouver au dehors, et l'huile brute leur revenant à 30 ou 40 centimes la tonne, ils n'ont pas envie de tenter de forages sur des terrains inexploités. Sur le plateau, l'huile suinte naturellement à la surface, on la rencontre en abondance à une profondeur de 30 mètres et plus bas encore l'importance des réservoirs naturels s'accroît avec la hauteur du forage.

En disant qu'aucun puits n'a atteint 240 mètres et qu'à partir de cette profondeur seulement les Américains songent à trouver de l'huile, on comprendra que les industriels de Balakhani n'aient aucune velléité d'abandonner leurs exploitations, si resserrées qu'elles puissent être, pour se transporter ailleurs.

Alors que le plateau de Balakhani était seul exploité, le même encombrement s'y produisit, et bien que les terrains coutassent notablement meilleur marché sur le plateau voisin de Sabountchi, personne ne songeait à s'y établir. A la longue, d'une façon presque insensible, les exploitations de Balakhani vinrent empiéter sur le plateau de Sabountchi que l'on reconnut plus riche en huile. Depuis lors, les sources les plus importantes se rencontrent dans cette région ; le sol que l'on aurait acheté presque pour rien, il y a quelques années, atteint maintenant des valeurs énormes.

Il ne faut pas conclure de cette manière d'agir à l'absence de terrains riches en huile au dehors de la région occupée.

La superficie totale des terrains riches en huile est de 307 200 hectares, 3 seulement ont été travaillés jusqu'à ce jour, 1 197 restent en dehors des exploitations.

Puisque l'huile n'existe point en lits ou couches et se rencontre dans des cavités sans nombre, les puits n'intéressent que la partie du sol directement attaquée et ne troublent en rien la répartition de l'huile des terrains avoisinants. La preuve en est que, si l'on recherche de l'huile auprès de puits existants, on la trouve rarement à la même profondeur et l'on n'altère pas les anciens puits.

A Surakhani, Mirzoeff dut traverser une hauteur de 210 mètres avant de rencontrer l'huile, et cependant plusieurs puits voisins n'avaient que 30 mètres. Il faut remarquer que l'on n'est jamais descendu de 210 à 240 mètres sans trouver de l'huile. Quelquefois les puits aboutissent au même réservoir, mais, en général, leurs alimentations sont bien distinctes. Lorsque le puits artésien Droujba fit jaillir, l'année der-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nière, 8 000 tonnes d'huile par jour, le débit des puits immédiatement voisins ne fut aucunement altéré; ces derniers fournissaient une quantité d'huile aussi régulière que s'il ne s'était produit aucun phénomène nouveau. Non loin de là, les frères Nobel possédaient un puits qui, peu de temps avant le Droujba, fournissait 112 000 tonnes par mois.

Des puits voisins aboutissent quelquefois à un seul et même réservoir naturel, mais dans ce cas la cavité souterraine doit être considérable. Il n'est pas rare qu'en forant un puits, l'huile vienne à jaillir, tous les efforts tendant à fermer l'orifice et à maintenir au-dessous du sol la réserve d'huile sont infructueux. Dans ce cas, il faut construire d'immenses réservoirs, à moins de perdre l'huile qui s'écoule au dehors. Cependant, quelle que soit la violence du débit, il est rare que l'épuisement en résulte. Quelques puits ont jailli doucement pendant des années ; d'autres, après avoir été renommés comme puits artésiens, sont devenus d'excellents puits pour le travail régulier des pompes. Les puits d'allure constante sont recherchés tout particulièrement par les industriels de Balakhani. Les puits artésiens engendrent des embarras exceptionnels, à moins que l'huile ne soit chère ou qu'il n'y ait de puissants moyens d'emmagasinage.

En 1883, il y avait à Balakhani deux grands puits artésiens ; l'un des propriétaires fut ruiné, l'autre vit sa fortune s'accroître dans de notables proportions. Il s'agissait de MM. Nobel frères; ces derniers ne perdirent que 4 540 000 litres sur les 136 millions débités, le reste fut mis en réservoirs et converti en kérosine avant la fin de la saison. Dans le cas contraire du Droujba, le puits n'était avoisiné que par des terrains resserrés où la Compagnie américaine à laquelle il appartenait n'avait ni raffineries, ni réservoirs, ni magasins. En conséquence, les bénéfices réalisés sur l'huile (quelquefois plusieurs centimes seulement par tonne) étaient absorbés par les indemnités dues aux propriétaires voisins, dont les exploitations étaient entravées et dont les habitations ainsi que les usines étaient entourées d'un sable épais et de détritus. La Compagnie fit enfin banqueroute et le puits dut être fermé par les soins du gouvernement. Ce qui en Amérique eût rendu millionnaires les industriels, entraîna la faillite à Bakou.

Les sources jaillissantes débitant de l'huile ne sont pas un phénomène récent dans la péninsule d'Apchéron : Marco Polo mentionnait leur existence il y a cinq cents ans environ. Mais alors elles ne pouvaient jaillir que sur une hauteur de quelques mètres ; du reste, les voyageurs modernes ne parlent point de jets plus élevés. La premier puits artésien utilisé date de 1873, alors qu'un trou de sondage pratiqué par la Compagnie Khalife fit, à la surprise de Bakou, jaillir de l'huile à 12 mètres de hauteur.

Tous les efforts tentés par la Compagnie pour l'arrêter furent infructueux et l'on perdit une immense quantité d'huile. Depuis lors, il s'est rencontré cinquante ou soixante puits analogues, dont la simple énumération remplirait des pages entières.

En 1875, il y avait un puits artésien débitant 2 400 tonnes par jour, l'huile venait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une profondeur de 95 mètres, et remplissait en un mois quatre lacs-réservoirs.

Pendant les dernières années, on a rencontré à des intervalles de temps fort rapprochés des puits artésiens sur le plateau Sabountchi. Celui d'Ararat fournissait d'énormes quantités d'huile en 1880, lorsque, par bonheur, un sondage voisin vint s'adresser au même réservoir et tarir le puits artésien. Ces deux sources d'huile fournissaient 250 000 tonnes, depuis lors elles ont présenté une allure normale qui sied bien à l'extraction par pompes. Chacune d'elles débite régulièrement 100 tonnes d'huile par jour environ.

En 1883 prirent naissance les sources jaillissantes les plus remarquables. Une source qui appartient à M. Lionozoff, lança du sable sec à 90 à 120 mètres de hauteur pendant quarante-cinq minutes ; l'huile vint ensuite, mais il y avait une masse de gaz si considérable que, pendant une journée entière, la ville de Balakhani en fut empoisonnée. L'huile jaillissait à 60 mètres environ. Cette hauteur extraordinaire fut dépassée quelques mois après par le Droujba qui, de temps à autre, jaillissait à 90 mètres. De pareilles projections d'huile ne se rencontrent pas en Amérique et provoquent un très grand intérêt chez les savants d'Europe.

Le puits le plus profond du district de Balakhani se trouve à Shaitan-Bazaar, il appartient à MM. Nobel, et descend à 275 mètres au-dessous du sol. Avant que cette profondeur ne fût atteinte au mois de janvier, leur puits le plus élevé portait le n° 6 et descendait à 245 mètres. On comprend, d'après ces chiffres, que la population de Bakou n'a pas exploité ses dépôts d'huile d'une façon très complète jusqu'à ce jour. Il se passera des années avant que l'on atteigne 333 mètres, profondeur atteinte communément en Amérique, et l'on doit attendre de vingt à trente années avant de parvenir à 666 mètres, ainsi que cela se présentait récemment, à plusieurs reprises, dans l'État de Virginie. Les ressources actuelles de l'huile sont si considérables à la faible profondeur de 33 à 200 mètres, qu'il n'y a aucun motif pour descendre plus bas. On ne perce des puits qu'avec l'espérance de voir, par suite de l'extension des rapports commerciaux avec l'Europe, s'accroître dans des proportions rapides et sans précédents les commandes d'huile brute ou bien, pour conserver le personnel utilisé jusqu'à ce jour. La densité de l'huile brute varie de 0,780 à 0,890 et l'on ne remarque aucune infériorité dans les huiles qui proviennent des plus grandes profondeurs.

Le mode de forage est le même qu'en Amérique, avec les modifications que nécessite la presqu'île d'Apchéron. C'est à MM. Nobel frères que doit être attribuée l'introduction du système actuellement appliqué, ils firent venir de Pensylvanie six appareils peu de temps après le début de leurs travaux en 1875. A présent leurs puits sont placés sous la direction de M. Sandgren, ingénieur suédois très capable et très expérimenté, qui a sous ses ordres des employés suédois et allemands. Les ouvriers sont arméniens et tartares ; ils travaillent à d'assez bas prix et l'on peut compter sur eux. Il y a pour eux, à Balakhani, dans le voisinage des puits, des installations assez complètes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un téléphone relie leurs puits aux bureaux de Bakou, ainsi qu'à la demeure du directeur, dans la colonie suédoise qui s'élève de l'autre côté de la ville. De Bakou, les communications télégraphiques existent avec toutes les autres parties du monde.

Dans la presqu'île d'Apchéron, les forages sont faits à la sonde d'une manière presque semblable à celle qui est employée pour le charbon. On fixe un trépan en fer, en forme de gouge, à l'extrémité d'une tige de 2 mètres à 3 mètres que l'on assemble elle-même avec d'autres tiges à mesure que le travail s'approfondit. Les couches du sol présentent alternativement du sable et des rochers. C'est pour le sable que l'on rencontre souvent les plus grandes difficultés.

Une poussière déliée se trouve devant l'outil qui la déplace pour se faire un passage, mais quand on retire les tiges pour faire descendre les tubes qui constituent le revêtement du puits, la poussière retombe et rend impossible toute continuation du travail. Cette difficulté cause de grandes craintes à ceux qui commencent à forer.

Le diamètre de la sonde est invariablement de 25 à 35 centimètres. L'épaisseur des tubes varie de 3 à 5 millimètres. Lorsqu'on atteint l'huile, il se produit en général un dégagement prolongé d'hydrogène carboné. Quelquefois ce gaz se précipite au dehors avec une violence terrible; il en résulte un bruit tel que l'on ne peut rien entendre dans le voisinage du puits. Il y a souvent entraînement de gravier, l'huile vient après le gaz. Dès que le gaz commence à sortir, on retire en toute hâte la sonde et l'on fixe à l'ouverture un *kalpak*, fermeture de fer munie d'une valve glissante qui règle le débit de l'huile et du gaz. Si l'on pose le kalpak avec succès, on évite les principaux dangers que peut engendrer un puits artésien, mais il arrive souvent que l'huile suit trop vite et, dans ce cas, on ne peut rien faire pour entraver le débit de l'huile jusqu'à ce qu'il diminue de violence.

Autrefois l'on enfonçait les tubes sans les munir d'une garniture à la partie supérieure. Il en résultait, après la fermeture du puits, que les tuyaux éclataient. Pour obvier à cet inconvénient, on a pris l'habitude, depuis quelques années, de creuser 7 à 10 mètres autour de l'ouverture du puits et de remplir cet espace avec un mortier d'asphalte. S'il est bien fait, il résiste aux plus grandes pressions, en dépit des infiltrations qui peuvent se produire dans sa masse, comme cela a eu lieu en décembre dernier, lorsque le puits artésien de Droujba cessa de débiter. Sauf quelques rares exceptions, les ingénieurs prennent toutes les précautions pour empêcher la transformation des puits ordinaires en puits artésiens, sans ouvrages préparatoires.

La catastrophe de Droujba ne provint que d'un accident. Le puits était convenablement fermé; c'est pendant que l'on perfectionnait et consolidait le kalpak que l'huile fit une soudaine irruption et jaillit à 100 mètres de hauteur. Cela n'eut donc lieu qu'après les travaux préparatoires. En quelques jours, les pierres charriées avec l'huile détruisirent les poutres massives et robustes du chevalement.

Quand l'huile est projetée, elle entraîne les pierres avec une violence telle, qu'il se forme une sorte de poussière liquide. Si l'on met une plaque de fer en contact avec

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le courant, le sable charrié par l'huile la détruit en quelques heures. Les premiers kalpaks que l'on adapta aux puits de Balakhani furent ainsi complètement mis hors d'usage.

Cela conduisit à l'emploi d'un kalpak particulier muni de valves glissantes. Ainsi qu'on peut se le figurer, lorsqu'un puits artésien jaillit à de grandes hauteurs, il se forme autour de son orifice d'immenses dépôts de sable qui s'étendent quelquefois dans un rayon d'une centaine de mètres. Il arrive fréquemment alors que des maisons sont incendiées, les puits voisins se trouvent fermés pendant un certain temps et promettent une terrible revanche.

Dès que l'huile cesse de jaillir, on a recours à l'extraction. Les tubes dont on fait usage ont une longueur de 30 mètres et un diamètre de 25 centimètres; à la partie basse, on place une valve qui s'ouvre en arrivant au fond du puits et se ferme quand on remonte le tube. Il faut deux minutes environ pour descendre et remonter le tube qui présente une contenance de 220 litres. Lorsque la quantité d'huile devient trop faible, on a de nouveau recours au forage. On n'abandonne jamais un puits, car on est presque sûr de rencontrer de nouvelles réserves d'huile à une plus grande profondeur. L'huile, arrivée à la surface, coule dans des tuyaux de bois jusqu'à des canaux situés sur les côtés du chevalement pour être ensuite déversée dans des étangs. Ces derniers sont simplement de vastes cavités pratiquées dans le sol et que l'on entoure d'une ceinture de sable brut. Après le séjour nécessaire à l'huile pour qu'elle se débarrasse du gravier, on la fait monter à l'aide de pompes dans des réservoirs de tôle d'où la canalisation l'emmène aux raffineries de Bakou, situées à 13 ou 16 kilomètres. Quelques-uns de ces bassins de dépôt sont assez vastes pour mériter la dénomination de lacs. Ils renferment souvent plusieurs millions de litres, et couvrent en entier le plateau de Balakhani.

L'industrie des huiles étant libre, on n'a plus à solliciter la concession si chère au promoteur de la Compagnie. On peut acheter du terrain soit à la Couronne, soit aux propriétaires indigènes au prix variable de 12 à 50 francs la brasse carrée de Russie.

Il existe actuellement huit canalisations réunissant les puits aux raffineries et représentant une longueur totale de 95 kilomètres. Ce système de transport est d'institution récente; on le doit à MM. Nobel, qui l'ont introduit dans ces dernières années. L'huile était, autrefois, transportée, jusqu'à la côte, dans des barils. M. Arthur Arnold, qui visitait Bakou, en 1875, fait une relation intéressante dans son ouvrage : *A travers la Perse en caravane*, de ce qu'était l'ancien système.

Lorsque MM. Nobel commencèrent, en 1875, les opérations du raffinage, on employait des milliers d'*arbas* au transport de l'huile.

Pour réduire les frais, assurer des opérations plus importantes et plus rapides, les Suédois engagèrent les maisons de Bakou à se réunir pour l'établissement d'une canalisation. Mais les maisons de Bakou refusèrent. C'est alors que les Suédois posèrent,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

eux-mêmes, la canalisation; les frais se montèrent à 250 000 francs et furent couverts dès la première année.

Des canalisations furent établies par d'autres industriels ou par d'autres associations, de sorte que les chariots à huile sont, aujourd'hui, très rares à Bakou; les tuyaux relient encore deux cents raffineries entre elles et avec les bassins de la baie.

On discute maintenant des projets grandioses pour le transport de l'huile en Europe.

L'un d'eux, en faveur pendant plusieurs années, devait consister à établir une canalisation de plusieurs kilomètres, de Bakou jusqu'aux chemins de fer du sud-est de la Russie, en traversant le Caucase. Un autre préconisait la réunion de Bakou avec la mer Noire soit à Poti, soit à Batoum. Ce projet doit être considéré comme le plus praticable, et, si l'on doit jamais établir une canalisation intérieure, à partir de Bakou, ce sera certainement la dernière.

A présent, il est grandement question de réunir Bakou au golfe Persique, avec l'espoir d'y voir se développer le trafic exclusif des marchés de l'Asie.

Outre les tuyaux qui réunissent les puits de Balakhani aux raffineries de Bakou, il existe un embranchement du chemin de fer Transcaucasien, pour réunir ces deux localités. Grâce à cet embranchement et à celui de Surakhani, la Compagnie Transcaucasienne peut transporter directement l'huile brute des puits à Batoum sur la mer Noire.

Les opérations de raffinage ont lieu dans la partie de Bakou, nommée Ville-Noire (Tchorni Gorod). Bakou est située dans une baie magnifique, présentant une grande profondeur d'eau. Une île, qui se trouve à l'embouchure de la baie, brise les courants et met à l'abri toute la navigation, même par les plus redoutables tempêtes. Il est à peine nécessaire de rappeler que cette partie de la mer Caspienne n'est jamais gelée, comme cela se produit dans les ports situés à l'embouchure du Volga. De la presqu'île de Shakhoff, au cap Sultan, la baie de Bakou présente une longueur de rivage d'environ 25 kilomètres, plus de 11 kilomètres sont occupés déjà par la Ville-Noire, Bakou proprement dite, le port de commerce et le bassin de guerre. Devant Bakou proprement dite, un quai de pierre de plus de 2 kilomètres rappelle celui de la Tamise. De beaux édifices et de riches magasins s'élèvent sur ce quai; par derrière, on voit les plus beaux quartiers de la ville, la vieille forteresse Persane, les bureaux de la municipalité et de nombreux bazars. Au sud, on trouve le port de commerce, dans lequel se fait le déchargement des marchandises provenant du Volga et des ports de la Perse. Les transactions commerciales représentent là des sommes considérables. Le bassin de guerre est assez vaste pour paraître destiné à une flotte régulière tout autre que la flottille insignifiante actuellement entretenue par le gouvernement russe sur la mer Caspienne. Ce bassin et les casernes en pierre complètent la partie méridionale de la ville. La partie septentrionale est occupée par les voies ferrées, des quais et deux cents raffineries, qui constituent presque une ville à elles seules. Comme son nom l'indique, la Ville-Noire est une agglomération sale et fétide de constructions en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pierres grasses, entourées de grands murs, les propriétés sont séparées les unes des autres par des fondrières d'huile et de boue. De presque toutes les raffineries s'échappent des nuages épais de fumée qui obscurcissent l'atmosphère.

On comprend, d'après notre rapide description de Bakou, que c'est une ville très étendue, possédant une nombreuse population et toutes les ressources dues au progrès. Pour donner une idée du mouvement commercial, disons que, chaque année, sept mille navires entrent au port ou le quittent. Des paquebots à voyageurs font le trajet régulier entre Bakou et les villes du Volga. Il existe un service hebdomadaire avec les ports persans de la mer Caspienne.

L'achèvement du chemin de fer de Batoum établit la communication rapide entre Bakou et l'Europe occidentale. On peut donc, par chemin de fer et par bateaux à vapeur, voyager aisément de Londres à Bakou, viâ Berlin, Cracow, Odessa, Batoum et Tiflis, sans avoir à redouter les retards et les contretemps ; ces facilités de transport font disparaître toute barrière entre Bakou et l'Europe occidentale. La ligne de Bakou-Batoum, qui s'étend sur une longueur de 900 kilomètres, a rendu les exploitations de Bakou, ainsi que leurs réserves immenses d'huile, vendue 35 centimes la tonne, aussi accessibles à la navigation d'Europe que les huiles d'Amérique le sont à la navigation transtlantique.

En nombres ronds, la Ville-Noire de Bakou contient 200 raffineries. Le nombre varie tous les mois avec l'ouverture de fabriques nouvelles et la fermeture d'anciennes. Comme types, elles varient depuis l'établissement colossal de MM. Nobel, le plus important de tous, et les installations minuscules de marchands persans ou arméniens qui ne produisent par jour que quelques barils. Plusieurs industriels, comme MM. Nobel et Mirzoeff, possèdent des puits et des canalisations ; de l'huile brute, ils retirent des huiles à graisser et des huiles à brûler.

D'autres, agissant en petit, raffinent simplement ; après avoir acheté l'huile brute dans une maison, ils vendent la kérosine à une seconde et les résidus à une troisième.

On a déjà vu que l'huile brute, après un certain séjour dans des lacs creusés dans le sol, est montée dans des réservoir pour s'écouler, à l'aide d'une canalisation, jusqu'à la Ville-Noire où elle entre dans des réservoirs en tôle.

A la sortie des réservoirs, on chauffe l'huile et on la fait passer dans des cornues. Les procédés de distillation varient avec les usines, quelques-unes gardent avec soin leurs secrets de fabrication.

Chez MM. Nobel, dont le système paraît être plus simple et plus parfait, la distillation commence à 140 degrés. Quand il ne passe plus d'huile à 140 degrés, on met à part le produit distillé et l'on élève la température de dix degrés. On met encore de côté le produit de cette nouvelle distillation, on élève de nouveau la température et l'on opère jusqu'à ce qu'il ne passe plus de liquide à la distillation. Le troisième traitement fournit la meilleure qualité d'huile à brûler.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les grands établissements livrent cette huile sur le marché ; mais presque tous les petits industriels qui distillent une huile naturellement bonne, la fraudent avec des produits inférieurs. Il paraît même que l'on envoie en Russie de grandes quantités de mauvaise huile qui sert aux marchands pour faire des mélanges. Afin d'empêcher ces fraudes une Commission s'est réunie à Bakou, il faut espérer qu'elle obtiendra qu'un contrôle officiel soit exercé sur l'huile d'exportation au point de vue de la qualité.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 25 Avril 1884.

Présidence de M. BECQUEREL, Vice-Président.

NÉCROLOGIE. — M. le *Président* rappelle que, depuis la dernière séance, la Société a eu la douleur de perdre son illustre et vénéré *Président*, M. *Dumas*. C'est non seulement une perte pour la Société, mais un deuil public : M. *Dumas* était une illustration scientifique de France, une gloire nationale; il était un guide sûr et dévoué pour toutes les Sociétés auxquelles il appartenait et en particulier pour la Société d'encouragement qu'il dirigeait avec tant de zèle et d'éclat depuis près de quarante ans.

M. le *Président* lève la séance en signe de deuil.

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.

PARIS. — IMPRIMERIE DE JULES TREMBLAY, RUE DE L'ÉPERON, 5 ;
Madame Veuve TREMBLAY, née Bouchard-Huzard, successeur. — 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

83e année. Troisième série, tome XI. Juin 1884.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. Henri PELIGOT, *au nom du comité des arts économiques, sur une* BROSSE MÉCANIQUE POUR NETTOYER LES BANNETONS DE BOULANGERIE, *par* M. BOULAIS.

Messieurs, M. Boulais, chef de mouture de la Boulangerie centrale des hôpitaux et hospices, a soumis à votre examen une brosse mécanique destinée au nettoyage des bannetons.

On désigne sous le nom de bannetons les paniers dans lesquels on met lever la pâte, avant de la porter au four. Ces paniers sont revêtus intérieurement d'une toile cousue sur les bords et au fond.

La pâte adhère légèrement à cette toile, et lorsqu'on l'enlève du banneton pour la mettre au four, il se détache des pellicules de pâte qui, restant collées à la toile, finissent par former une véritable croûte.

Si cette toile n'est pas souvent nettoyée, la pâte fraîche peut enlever des parcelles de cette croûte qui donnent mauvais goût au pain.

Jusqu'à présent le nettoyage se fait à l'aide d'un grattoir et d'une brosse de chiendent, mais ce procédé a le grave inconvénient de mettre très rapidement les toiles hors d'usage. Il coûte d'ailleurs relativement cher, un homme ne pouvant nettoyer par jour qu'un assez petit nombre de bannetons.

M. Boulais a eu l'idée de substituer le travail mécanique au travail manuel pour effectuer ce nettoyage.

L'appareil qu'il a imaginé est très simple : il se compose d'une table au centre de laquelle est installé un arbre vertical tournant à une grande vitesse. Cet arbre porte une brosse de crin en forme de pomme de pin, qui tourne à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la surface de la table. Il suffit, pour nettoyer le banneton, de soumettre successivement chacune de ses parties à l'action de la brosse.

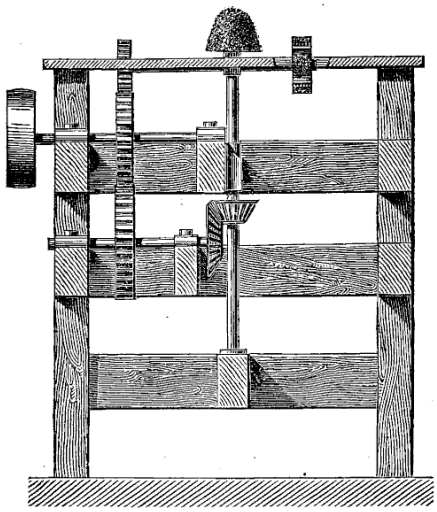


Fig. 1. — Élévation.

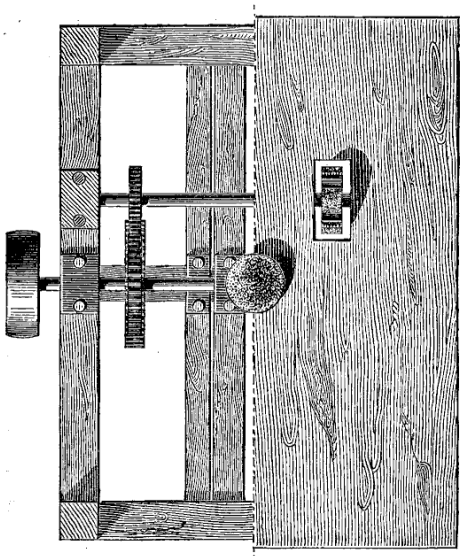


Fig. 2. — Plan.
Brosse mécanique de M. Boulais.

L'inventeur a récemment perfectionné son appareil en le munissant de deux brosses, l'une à axe horizontal, l'autre à axe vertical. La première sert à nettoyer la partie rectiligne du banneton, l'autre est spécialement destinée au nettoyage des extrémités arrondies.

La brosse mécanique de M. Boulais fonctionne d'une façon satisfaisante à la Boulangerie centrale des hôpitaux depuis 1881; elle nettoie les bannetons beaucoup mieux et beaucoup plus vite que ne le permettaient les anciens procédés; elle prend peu de force, et peut même être mue à l'aide d'une manivelle.

Son emploi permettra de nettoyer plus fréquemment les bannetons, et d'éviter ainsi la plus grande partie des inconvénients que présente le système actuellement en usage.

Votre comité vous propose de remercier M. Boulais de sa communication, et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* avec le dessin sur bois de l'appareil.

Signé : H. Peligot, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 28 *mars* 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS.

RAPPORT *fait par* M. Ern. DUMAS, *au nom du comité des constructions et beaux-arts, sur les* DÉPÔTS ÉLECTRO-CHIMIQUES DE COULEURS VARIÉES *de* M. F. WEILL.

Messieurs, depuis longtemps M. Weill s'occupe de l'étude industrielle des dépôts galvaniques du cuivre sur différents métaux. — Son cuivrage direct et adhérent de la fonte et du fer est déjà ancien et bien connu de vous.

Les nouveaux travaux sur lesquels il appelle votre attention font suite à ces études et sont également très intéressants.

Par des modifications de détail apportées à ses procédés électro-chimiques, M. Weill est parvenu à revêtir instantanément, à la température ordinaire et au moyen d'un seul et même bain, tous les métaux usuels et leurs alliages d'une couche mince adhérente de cuivre, présentant à volonté les couleurs les plus vives et les plus variées.

L'opérateur, en faisant varier une action électrique produite sans pile séparée, obtient à volonté, sur la même pièce, des dépôts chatoyants de couleurs déterminées, d'une solidité remarquable, d'une grande variété et d'un très vif éclat.

Ces colorations, dues, paraît-il, à la production d'oxydes de cuivre très divers et de composition non encore déterminée, peuvent s'appliquer sur tous les métaux, et leur épaisseur est si faible, qu'ils n'altèrent en rien les contours des bijoux les plus délicats, auxquels ils donnent des colorations très curieuses et parfois assez heureuses. Certaines pierres, et surtout les perles, s'accommodent bien du voisinage de ces irisations.

Des ornements en fonte moulée ou en tôle estampée peuvent également, grâce à ces procédés, se revêtir de couleurs vives et chatoyantes, et il est probable que l'on ne tardera pas à introduire ces nouveaux effets dans la décoration du mobilier.

Nous proposons, tout en regrettant que M. Weill ait cru devoir garder le secret sur ses procédés, de le remercier de la communication qu'il nous a faite des résultats obtenus, et nous vous demandons d'autoriser l'insertion au *Bulletin* du présent Rapport.

Signé : Ern. DUMAS, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 22 *février* 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. Édouard SIMON, *au nom du comité des arts mécaniques, sur le* NOUVEAU DÉSEMBRAYAGE *et le* CASSE-FIL INDÉPENDANT, *de* M. Emanuel BUXTORF, *ingénieur-mécanicien, à Troyes.*

Messieurs, l'accélération de vitesse des machines, la multiplication des organes qui les composent, nécessitent, le plus souvent, l'usage de désembrayages automatiques, afin de prévenir les accidents de fabrication ou, tout au moins, d'en suspendre les effets.

Les métiers à faire le tricot, les métiers circulaires, notamment, ont provoqué de nombreuses recherches en ce sens et motivé plusieurs encouragements de la part de notre Société. Des Rapports signés par Michel Alcan, au nom du comité des arts mécaniques, d'autres par le comte du Moncel, au nom du comité des arts économiques, ont mis en lumière les ingénieuses applications de l'électricité à l'outillage de la bonneterie. MM. Radiguet et Lecêne (1) surent, les premiers, tirer parti du courant électrique pour interrompre la marche du métier, en cas de rupture ou d'accumulation des fils sur les aiguilles.

Nous citons à dessein les noms de ces inventeurs, car, par un retour assez fréquent dans les sciences appliquées, le désembrayage exclusivement mécanique, soumis aujourd'hui à votre appréciation, doit un de ses éléments à l'appareil de MM. Radiguet et Lecêne.

M. Buxtorf, dont le nom demeure attaché aux progrès réalisés dans le matériel de la bonneterie, a tout d'abord indiqué cette adaptation d'un moyen connu. L'emprunt est parfaitement licite et ne saurait amoindrir l'originalité de l'ensemble.

On sait que, sur les métiers circulaires, tous les organes concourant à la production du manchon tricoté sont groupés autour d'un plateau supérieur dit porte-système. M. Buxtorf suspend au-dessous du porte-système, par l'intermédiaire de galets fixés au plateau, un cercle concentrique à l'axe du métier. La circonférence extérieure du cercle est munie de chevilles radiales en nombre égal à celui des casse-fils; la même pièce reçoit un bossage ou

(1) Voir *Bulletin de la Société d'encouragement*, 2e série, t. XVI, p. 513. Rapport de M. Alcan.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

excentrique horizontal, situé à 1 millimètre environ du désembrayage proprement dit.

Si un fil casse, le pantin qui s'y trouve accroché tombe, et détermine simultanément la chute d'un coulisseau à équerre; la branche inférieure et verticale de l'équerre, sous forme de plan incliné, glisse contre la cheville correspondante du cercle et fait tourner ce dernier de la quantité strictement nécessaire pour que le bossage déjà mentionné, pousse le levier de désembrayage, le dégage, et entraîne ainsi l'arrêt du métier. Aussitôt l'effet produit, une lame de ressort fixée, d'un bout, sous le porte-système, appuyée, de l'autre, contre une goupille vissée dans l'épaisseur du cercle mobile, ramène cet anneau au point de départ.

Le casse-fil est dit *indépendant*, parce qu'il peut obéir à de légères variations de tension sans occasionner un désembrayage inopportun et, surtout, parce que le pantin très léger, supporté par le fil, reste toujours, pendant le fonctionnement du métier, isolé du poids relativement lourd, dont il provoque la chute, en cas d'accident.

Une *maille coulée*, un *trou* dans le tricot, une *aiguille chargée* occasionneraient, comme les ruptures de fil, et par l'intermédiaire d'un dispositif analogue à celui du casse-fil, la chute d'un pantin agissant sur l'une des goupilles du cercle inférieur.

Le principe du nouveau désembrayage repose donc sur l'intervention d'un cercle continu, apte à recevoir, en tous les points circonférentiels du porte-système, l'ation immédiate des casse-fils, ou autres appareils révélateurs, et à la transmettre avec une rapidité comparable à celle des électro-aimants, par suite du faible déplacement des pièces mobiles.

En vous proposant de remercier M. Emanuel Buxtorf pour son intéressante communication, nous vous demandons, messieurs, d'insérer au *Bulletin*, avec le présent Rapport, une planche de dessins qui, accompagnée de la légende explicative, permettra de reconnaître la simplicité des moyens mis en œuvre et le soin apporté à l'exécution des détails.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 23 *mai* 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DE LA PLANCHE 155 (FIG. 1, 2, 2 *bis*, 3, 4 et 5) RELATIVE AU NOUVEAU DÉSEMBRAYAGE INSTANTANÉ ET AU CASSE-FIL INDÉPENDANT DE M. EMANUEL BUXTORF.

Fig. 1. Vue en élévation et en coupe partielle de l'ensemble du désembrayage et d'un casse-fil.

Fig. 2. Plan du cercle désembrayeur, vu en dessous.

Fig. 3. Détails du casse-fil, du désembrayage et de la poulie folle.

Fig. 4. Vue de face du levier de désembrayage.

Fig. 5. Élévation latérale d'un casse-fil.

Les mêmes lettres désignent les mêmes pièces dans les cinq figures.

A, poulie folle à emboîtement conique, tournant sans discontinuité, sous l'action d'une courroie descendant de la partie supérieure de l'atelier.

A′, poulie fixe calée sur l'arbre moteur.

B, levier oscillant en *b* pour produire l'emboîtement ou le dégagement des poulies fixe et folle, par l'intermédiaire de deux galets retenus dans la gorge annulaire du manchon A.

Nota. Afin de parer au danger de passer le bras entre les deux brins de la courroie, lorsque l'ouvrier doit bander le ressort désembrayeur en repoussant l'extrémité supérieure du levier B, la fourche de ce levier a été prolongée vers le bas (comme le montre la fig. 4) sous la forme d'une lunette ovale, terminée par une tige à contrepoids. Il suffit de tirer à soi ce prolongement pour produire l'embrayage. Le poids excentré du bras inférieur facilite, en outre, le fonctionnement du ressort X.

b, axe d'oscillation du levier B.

B′, levier horizontal à dent, retenant le levier désembrayeur aussi longtemps que l'extrémité rectiligne de B′ reste soutenue par la grande branche du tuteur C.

C, tuteur à branches inégales.

D, bossage faisant osciller le tuteur C (voir fig. 3), lorsque le cercle E pousse ce bossage ou excentrique contre la courte branche inférieure du tuteur.

E, cercle suspendu par des galets (voir fig. 2) au-dessous du porte-système; le cercle E est garni de chevilles radiales en nombre égal à celui des casse-fils et tourne horizontalement de 1 millimètre, sous l'impulsion de l'un des plans inclinés *g′* (fig. 3), dans le sens indiqué par la flèche (fig. 2 *bis*).

F, ensemble d'un casse-fil (fig. 5).

G, coulisseau vertical maintenu latéralement par quatre griffes fixes.

H, pantin à pivot reposant sur le fil.

g, tuteur légèrement incliné, à bras inégaux, soutenant postérieurement le coulisseau G aussi longtemps que le fil résiste. En cas de rupture, la courte branche du pantin H rencontre le petit bras coudé du tuteur *g* et déclanche le grand bras qui laisse tomber le coulisseau G de toute sa hauteur. Le plan incliné de l'équerre *g′* agit alors sur la goupille correspondante du cercle E, comme il a été expliqué plus haut.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

g', équerre montée à la partie inférieure du coulisseau G (fig. 3).

K, frein composé d'une douille à sabot coulissant sur l'arbre moteur et relié avec la partie supérieure du levier B par des bielles jumelles.

X, ressort agissant simultanément sur le levier B et sur le frein K.

X′, ressort monté sur l'arbre moteur pour faciliter le déboîtement des poulies A et A′.

X″, ressort de rappel du cercle désembrayeur E.

ARTS CHIMIQUES.

Rapport *fait par* M. Ad. Carnot, *au nom du comité des arts chimiques, sur la* trempe de l'acier par compression *de* M. Clémandot.

Messieurs, nous avons à vous rendre compte des résultats obtenus par une méthode nouvelle d'élaboration de l'acier, inventée par M. Clémandot. Cette méthode consiste à chauffer le métal, de manière à lui faire acquérir une ductilité suffisante, puis à le soumettre pendant le refroidissement à une pression très énergique. M. Clémandot a remarqué que la structure du métal était modifiée par cette opération, et qu'il pouvait acquérir ainsi des propriétés analogues à celles qui se développent par la trempe. Aussi a-t-il désigné son procédé sous le nom de *trempe par compression.*

L'emploi d'une forte pression dans le travail de l'acier a déjà été essayé, il y a quelques années, en Angleterre, par M. Whitworth, mais dans un autre but et dans des conditions bien différentes. On se proposait d'éviter les soufflures, qui se produisent par suite du développement de bulles gazeuses pendant la solidification de l'acier fondu, et, à cet effet, on soumettait le métal à une pression énergique dans le moule enduit de pisé réfractaire, où il venait d'être coulé et où il se refroidissait lentement. De semblables essais ont été renouvelés en France, mais toujours suivant le même principe, c'est-à-dire en opérant sur l'acier encore en fusion (1).

M. Clémandot, au contraire, prend l'acier déjà fabriqué, soit coulé en lingots, soit martelé ou laminé; il le réchauffe seulement à la température du rouge-cerise et le soumet à l'action de la presse hydraulique, qu'il pousse jusqu'à 1 000, 2 000 et même 3 000 kilogrammes de pression par centimètre

(1) Voir une Note de M. Lan (*Comptes rendus* de l'Académie, 3 avril 1882) et plusieurs articles de M. F. Gautier (*Génie civil*, tome II, n° 17; tome IV, n° 14).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

carré. Il laisse refroidir l'acier entre les deux plateaux de la presse et il le retire ayant acquis ses qualités nouvelles, sans avoir besoin de le soumettre à aucun recuit, ni à aucune autre opération supplémentaire.

Le métal qu'il obtient ainsi diffère très sensiblement de l'acier naturel (en désignant par ce mot l'acier qui s'est refroidi lentement et sans compression) par une finesse de grain beaucoup plus grande, par une dureté et une résistance à la rupture bien plus considérables, du moins lorsqu'il s'agit de certaines qualités d'acier assez fortement carburées. Il se rapproche un peu, sous ces divers rapports, de l'acier trempé par immersion dans l'eau, sans lui être cependant identique.

Il nous semble que cette méthode de travail de l'acier mériterait d'être soumise à des essais pratiques dans l'industrie. Mais il n'est peut-être pas inutile qu'un peu de théorie intervienne, pour servir de guide aux expérimentations. Aussi allons-nous essayer de nous rendre compte des phénomènes qui peuvent se produire dans les conditions où se place M. Clémandot.

Nous y voyons deux effets physiques très différents et presque simultanés :

1° Une compression énergique et continue,

2° Un refroidissement rapide de l'acier.

La compression doit être accompagnée d'une surélévation de la température du métal, par suite de la conversion du travail mécanique en chaleur, conformément aux lois de la thermo-dynamique; mais elle doit aussi produire un rapprochement des particules d'acier, encore assez chaudes pour se souder les unes aux autres.

Le refroidissement est causé par le contact des plateaux de la presse hydraulique ou par celui des plaques métalliques interposées entre la pièce d'acier et les plateaux. Il se fait ici avec une vitesse incomparablement plus grande que lorsque la même pièce est abandonnée à elle-même sans compression, et cela s'explique aisément par un simple effet de conductibilité ; car la compression du métal encore malléable rend beaucoup plus intime son contact avec les masses conductrices, qui agissent alors comme réfrigérants énergiques.

Il nous semble que les résultats remarquables obtenus par M. Clémandot trouvent leur explication dans la combinaison de ces deux effets physiques simultanés et, en quelque sorte, opposés : la compression et le refroidissement.

Le premier a, par ses résultats, quelque analogie avec l'écrouissage par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les marteaux ou les laminoirs; le second, quelque ressemblance avec la trempe par immersion.

On nous permettra d'insister un peu sur ces divers procédés de travail, afin de mieux saisir les rapports et les différences avec le procédé nouveau.

Ecrouissage. — Lorsque l'acier, ramolli par le réchauffage au rouge, est abandonné à un refroidissement lent, ses molécules tendent à s'isoler les unes des autres; il prend alors une structure grenue ou cristalline. Il arrive souvent alors qu'une partie du carbone, primitivement dissous à haute température dans l'acier, se sépare à l'état de graphite, qui forme un résidu noir insoluble lorsqu'on traite le métal par l'acide chlorhydrique concentré.

Les opérations mécaniques exécutées sur le métal encore très chaud, telles que le cinglage, le martelage, le laminage, contrarient quelque peu cette tendance à la cristallisation et donnent au métal plus de cohésion et d'homogénéité. On a remarqué aussi qu'elles diminuaient la proportion de carbone à l'état graphitoïde (1).

Mais le choc des marteaux ou la pression des cylindres est de courte durée, et lorsque le métal est laissé à lui-même, il reprend une texture cristalline, ne différant pas beaucoup de celle qu'il aurait eue si son refroidissement n'avait pas été troublé.

La presse hydraulique doit agir tout autrement. La compression qu'elle produit est moindre sans doute que celle qu'on peut obtenir par le choc de lourds marteaux; mais elle se continue pendant toute la durée du refroidissement. Les particules métalliques, rapprochées les unes des autres par cette compression, peuvent donc éprouver une sorte de soudage définitif, qui doit avoir pour effet d'augmenter la résistance et l'élasticité du métal.

Trempe. — La trempe paraît aussi agir en mettant obstacle à la cristallisation de l'acier. Elle se pratique en chauffant le métal à une température voisine du rouge et le plongeant brusquement dans un bain liquide à température relativement basse. On emploie quelquefois le mercure pour avoir une trempe très dure, quelquefois l'huile pour une trempe douce, le plus souvent l'eau seule ou mêlée de substances diverses. Le principe commun de ces divers modes de trempe consiste toujours dans un très rapide refroidissement du métal, d'où résultent des modifications importantes dans sa nature *chimique* et dans son état *physique*.

Les *effets chimiques* de la trempe ne sont pas encore très bien connus. Cepen-

(1) Caron. *Comptes rendus* de l'Académie des sciences, 1863, t. LVI, p. 45.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dant diverses expériences ont conduit à admettre que la quantité de carbone combiné ou plutôt à l'état de dissolution, comme l'ont démontré MM. Troost et Hautefeuille (1), est plus grande dans les aciers trempés que dans les mêmes aciers avant la trempe, tandis que ceux-ci renferment une plus forte proportion de carbone isolé sous forme de graphite. On est donc en droit de supposer, avec le colonel Caron (2), que la trempe produit l'union du carbone et du fer, ou mieux, comme l'a indiqué M. Grüner (3), qu'elle empêche la séparation des deux substances déjà unies.

Nous ne croyons pas devoir entrer ici plus avant dans les hypothèses faites ou à faire sur la constitution chimique de l'acier.

Quant aux *effets physiques* de la trempe, dont il nous semble qu'on ne tient pas, en général, un compte suffisant, ils peuvent se déduire de considérations sur le mode de refroidissement de l'acier.

La couche superficielle, brusquement saisie par le contact du liquide froid, doit diminuer subitement de volume et presser fortement sur les parties intérieures, encore chaudes et malléables, de manière à rapprocher et peut-être même à souder ensemble les molécules du métal. Cette compression subite a été comparée par le colonel Caron à l'effet produit par un frettage énergique ou par le choc du marteau sur le métal porté au rouge (4).

Mais l'analogie avec le martelage ou le frettage cesse bien vite d'être vraie, du moins lorsqu'il s'agit d'une pièce d'acier un peu volumineuse, dont le refroidissement n'est pas instantané; car les parties intérieures, qui, au moment du durcissement de l'enveloppe, étaient encore très fortement dilatées par la chaleur, tendent à se contracter en se refroidissant, et cependant l'enveloppe devenue rigide ne peut les suivre dans leur retrait. Il doit donc en résulter une très forte distension entre les différentes zones cencentriques de la pièce d'acier.

Aussi concevons-nous l'état d'équilibre intérieur dans un cylindre d'acier trempé comme précisément inverse de celui que produirait un frettage posé à chaud. Tandis que, dans une pièce frettée, la partie centrale doit être comprimée et le métal de la frette distendu, dans l'acier trempé, au contraire, la partie centrale nous paraît devoir être fortement distendue, puisque la résis-

(1) *Comptes rendus*, 1882, t. XCIV, p. 789.
(2) *Comptes rendus*, 1863, t. LVI, p. 211.
(3) *Annales des mines*, 1867, 6e série, t. XII, p. 225.
(4) *Comptes rendus*, 1863, t. LVI, p. 214.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tance de la couche extérieure, brusquement solidifiée, l'a maintenue à un volume plus grand que celui auquel elle se serait naturellement réduite par un refroidissement graduel. La couche superficielle doit être dans un état de tension opposé, puisqu'elle résiste à l'effet de contraction des couches internes.

Nous ne connaissons pas d'expérience concluante sur le sens de la tension moléculaire dans l'acier trempé; mais il nous semble que les présomptions précédentes trouvent leur confirmation dans le changement de densité du métal. Le colonel Caron avait déjà signalé ce fait, que la densité de l'acier est diminuée par la trempe; nous avons eu nous-même occasion de le vérifier dans des expériences que nous rapporterons plus loin. Cette diminution de densité indique bien une distension anormale des molécules dans l'acier trempé.

Nous pourrions aussi invoquer dans le même sens les très intéressantes expériences faites, il y a quelques années, par MM. de Luynes et Feil (1) et par M. Alfred Leger (2), sur des plaques ou des cylindres de verre trempé, observés par transparence à l'aide de la lumière polarisée. Les effets de compression et de distension des molécules dans ce milieu translucide se traduisent, entre les nicols, par des figures irisées, qui font connaître la distribution des points d'égale pression. Or, il est facile de constater par cette méthode, que la surface et le noyau central sont dans des états de tension tout à fait différents, et il paraît légitime d'étendre cette même conclusion à l'acier.

Tout nous conduit donc à penser que la trempe produit, dans l'acier, des distensions moléculaires qui peuvent même être excessives et arriver à dépasser la ténacité du métal. Cela explique les ruptures intérieures qui éclatent si fréquemment, surtout dans les grosses pièces, soit au moment de leur immersion dans l'eau froide, soit plutôt au bout de quelques instants ou même après un temps plus ou moins long, sous l'influence de légers chocs ou de changements de température (3).

---

(1) *Comptes rendus*, 1875, t. LXXXI, p. 341.

(2) *Constitution moléculaire des corps trempés*, par M. Alfred Leger. Lyon 1877.

(3) On réussirait sans doute à empêcher le développement de tensions anormales, et, par suite, la production de fentes intérieures, si l'on pouvait faire en sorte que le refroidissement se propageât en sens inverse de ce qui a toujours lieu, c'est-à-dire du dedans vers le dehors de la pièce d'acier. Mais il y a bien peu de cas où ce résultat puisse être obtenu, et encore ne serait-ce qu'au prix de grandes difficultés pratiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La production de ces fentes intérieures, qui souvent ne sont pas visibles à la surface, mais n'en sont guère moins à redouter pour l'usage ultérieur, constituent un inconvénient d'autant plus grave, que les pièces d'acier doivent être presque complètement achevées avant d'être trempées, à cause de leur extrême dureté après la trempe, et que, par conséquent, tout le travail qui leur a été consacré se trouve ainsi perdu au dernier moment.

Il est à remarquer que les aciers qui prennent le plus de dureté par la trempe, sont aussi les plus exposés à ce genre d'accidents.

On cherche à les éviter par différents moyens empiriques, soit en mêlant à l'eau des substances gommeuses ou d'autres substances qui la rendent moins mobile et diminuent ainsi la vitesse du refroidissement, soit en recouvrant l'eau d'une couche d'huile, soit en portant le bain liquide à une température plus ou moins élevée. On a même recommandé, fort justement à nos yeux, de recourir à l'eau bouillante pour les pièces de dimensions un peu grandes (1). Mais, en diminuant la vitesse de refroidissement ou la chute de température, on atténue en même temps la dureté de la trempe.

Compression. — Examinons maintenant les effets de la compression opérée sur l'acier préalablement chauffé au rouge-cerise suivant la méthode de M. Clémandot.

Il nous faut, tout d'abord, écarter une erreur qui s'est accréditée au sujet de cette méthode. On a écrit, dans différentes publications, que la pièce d'acier devait être enfermée dans un moule qui la contînt exactement; tout au contraire, il n'est pas nécessaire que la compression s'exerce à la fois sur toute la surface de la pièce d'acier; il suffit de la produire sur deux faces opposées. Une barre carrée, droite ou courbée en forme de fer à cheval, doit être simplement posée à plat et comprimée entre les deux plateaux de la presse hydraulique. La compression a même pu être appliquée avec succès sur les arêtes opposées d'un cylindre ou d'un tore; cependant ces conditions sont assurément peu favorables, et l'on doit, autant que possible, présenter à la presse des surfaces planes un peu étendues.

Pour se placer dans les meilleures conditions, il convient de comprimer, dans le plus court délai possible, la pièce d'acier préalablement portée au rouge-cerise. A cet effet on peut préparer la presse hydraulique, de telle sorte qu'il ne reste entre les sommiers que la place nécessaire pour l'introduction facile de la pièce; si l'on dispose d'accumulateurs, on amène très rapidement les

(1) M. Puel. Note sur la trempe, dans le Mémorial d'artillerie de marine, 1882.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

surfaces pressantes au contact de l'acier, puis on pousse rapidement la pression jusqu'à la limite que l'on s'est fixée à l'avance, et qui peut correspondre à 10, 20 ou 30 kilogrammes par millimètre carré de surface.

On doit aussi avoir soin que les sommiers métalliques placés au contact de la pièce soient bien dressés et à surfaces nettes, pour être bons conducteurs de la chaleur.

On obtient alors le double résultat que nous avons déjà indiqué : le rapprochement et peut-être le soudage des particules d'acier sous l'action énergique et ininterrompue de la presse, et, en même temps, par le contact de masses métalliques froides, un refroidissement rapide, comparable à une véritable trempe.

Quoique le milieu trempant soit solide, l'effet de réfrigération est à peu près le même que dans un bain liquide; mais il ne faut pas négliger cette différence essentielle, que la trempe par immersion donne lieu à une augmentation finale de volume et à une diminution de densité, tandis que la presse hydraulique, agissant pendant toute la durée du refroidissement, tend à ramener le métal à son volume primitif et par conséquent à son poids spécifique normal, et à empêcher de se produire l'état de distension intérieure que nous avons signalé dans l'acier trempé.

L'expérience a confirmé ces inductions théoriques, soit au point de vue de la densité, soit au point de vue des qualités de résistance du métal.

En ce qui concerne la densité, on nous permettra de citer les résultats d'expériences que nous avons faites avec le plus grand soin sur deux aciers d'origines très différentes : l'un était un acier au tungstène d'Allevard, l'autre un acier du Creusot, contenant, pour 100, les proportions suivantes des éléments autres que le fer :

	ACIER du Creusot (n° 2).	ACIER d'Allevard.
	—	—
Carbone	0,810	0,620
Silicium	0,190	0,162
Soufre	0,032	0,032
Phosphore	0,029	0,027
Manganèse	0,320	0,216
Tungstène	»	3,020

Trois portions d'un même barreau ont été, l'une conservée à l'état naturel, la seconde réchauffée et trempée à l'eau froide, la troisième réchauffée et comprimée à 30 kil. par millimètre carré. La densité, mesurée avec pré-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cision et ramenée par calcul à la température de zéro, dans le vide, a été trouvée la suivante pour chaque qualité :

	NATUREL.	TREMPÉ.	COMPRIMÉ.
	—	—	—
Acier du Creusot (n° 2). . . .	7,769	7,720	7,777
Acier d'Allevard.	7,998	7,932	7,983

On voit que, par l'effet de la trempe, la densité de l'acier a éprouvé une réduction notable (0,825 pour 100 dans la première expérience ; 0,830 pour 100 dans la deuxième). Quant à l'acier comprimé, sa densité s'est trouvée ou très légèrement supérieure ou très légèrement inférieure à celle de l'acier naturel ; il semble que les deux effets contraires de dilatation par la trempe et de contraction sous l'effort de la presse se soient sensiblement équilibrés.

En ce qui concerne la résistance du métal, nous ne possédons malheureusement qu'un petit nombre de résultats, obtenus dans les ateliers du Creusot.

En avril 1882, on a essayé deux barreaux de 16 millimètres de diamètre, pris dans des aciers à canon, l'un à l'état naturel, l'autre après l'avoir soumis à une pression de 30 kil. par millimètre carré ; on a trouvé :

	BARREAU naturel.	BARREAU comprimé.
	—	—
Limite d'élasticité.	29 kil.	57 kil.
Charge de rupture (par millim. carré de section primitive).	58k,5	73k
Allongement pour 100 (mesuré sur 50 millimètres). .	25	24

Le métal avait donc été durci, dans une très forte mesure, par la compression, sans avoir sensiblement perdu de sa ductilité, c'est-à-dire sans être devenu plus fragile.

On a renouvelé l'essai en octobre 1883 et on l'a fait porter sur quatre sortes d'aciers, dont les numéros (11, 10, 6 et 2) correspondent à des duretés croissantes et à des teneurs de plus en plus élevées en carbone. Au reste, voici les analyses, parmi lesquelles on reconnaîtra celle de l'acier n° 2 déjà mentionné plus haut :

	N° 11.	N° 10.	N° 6.	N° 2.
	—	—	—	—
Carbone.	0,101	0,246	0,507	0,810
Silicium.	0,065	0,070	0,110	0,190
Soufre.	0,032	0,030	0,025	0,032
Phosphore.	0,018	0,031	0,031	0,029
Manganèse.	0,340	0,120	0,340	0,320

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les barreaux étant encore tournés au diamètre de 16 millimètres, on a trouvé :

	ACIERS NATURELS				ACIERS COMPRIMÉS			
	N° 11.	N° 10.	N° 6.	N° 2.	N° 11.	N° 10.	N° 6.	N° 2.
Limite d'élasticité (kilog.). .	24	22,5	31,5	42	33	34,5	51	80
Charge de rupture (kilog.)..	40,5	42,75	63	79,5	45,75	51,75	72,75	136,5
Allongement pour 100 (mesuré sur 80 millimètres)..	42	32	24	10	37	30	20	10

Ces résultats confirment les premiers; ils montrent en outre que l'effet de la compression sur la résistance du métal est d'autant plus considérable que l'acier est plus carburé.

Tout intéressants qu'ils soient, les résultats que nous venons de citer ne nous semblent pas suffisants pour asseoir un jugement définitif sur les avantages de la compression au point de vue de la résistance de l'acier.

D'une part, les expériences sont trop peu nombreuses pour ne pas laisser place à quelque doute; d'autre part, elles s'appliquent à des barreaux de dimensions trop restreintes pour que l'on puisse en tirer des conclusions relativement à des pièces d'acier de plus grande importance, comme celles qui entrent dans la construction des machines.

Pourra-t-on, moyennant quelques études pratiques, étendre à de semblables pièces les avantages du nouveau mode de travail? ou bien faudra-t-il, au contraire, le réserver pour des pièces de faible volume? Nous n'oserions pas nous prononcer à cet égard, avant que l'épreuve ait été faite dans des conditions plus variées qu'elle ne l'a été jusqu'ici.

Il reste évidemment toute une série d'essais à tenter pour arriver à l'emploi industriel du procédé de M. Clémandot; mais on peut prévoir qu'il sera facile de parvenir à des conclusions précises en menant ces essais avec méthode. On devra faire varier isolément et successivement chacun des éléments à étudier : la nature des aciers, les dimensions des pièces, l'intensité de la pression, la rapidité du refroidissement. On réussira de cette façon assez vite à échapper à l'empirisme dont on ne s'est pas encore affranchi complètement dans le procédé de la trempe par immersion.

Effets magnétiques de la compression. — Nous terminerons ce Rapport en appelant l'attention sur une propriété spéciale qui peut être communiquée à l'acier, soit par la trempe, soit par la compression, et qui établit une dernière analogie entre ces deux opérations, quoique si différentes en apparence.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est la faculté de recevoir et de conserver l'aimantation ou ce qu'on a appelé la *force coercitive*.

Un barreau d'acier suffisamment carburé est susceptible d'être aimanté, lorsqu'il a été soumis à la compression, comme lorsqu'il a subi la trempe, et l'on observe que les mêmes sortes d'aciers présentent, dans l'un et l'autre cas, la plus grande aptitude à s'aimanter.

Les expériences faites jusqu'ici dénotent une certaine infériorité des aimants comprimés; car des aciers de même nature et de même dimension, aimantés à saturation, présentent une force magnétique un peu moindre, lorsqu'ils ont été comprimés que lorsqu'ils ont été trempés à l'eau froide. Mais, d'une part, cette infériorité n'est peut-être pas définitive et pourrait être rachetée par une faible augmentation du poids des aimants; de l'autre, elle n'est pas sans compensations sérieuses, comme nous allons le montrer.

On sait que l'acier trempé, lorsqu'il est soumis à un recuit au rouge, revient presque à l'état naturel et perd une grande partie de sa force coercitive. Il n'en est pas de même de l'acier comprimé : celui-ci peut, au contraire, être recuit et même forgé, sans perdre son aptitude à l'aimantation.

C'est là un fait assez remarquable; il mérite d'être rapproché d'un autre fait, que nous avons observé dans l'acier comprimé ; c'est la conservation, même après le recuit, de la finesse de grain qui le distingue de l'acier naturel. Il semble que le rapprochement et peut-être le soudage des particules d'acier, opérés pendant le refroidissement sous pression, aient des effets plus stables que ceux qui sont produits par la trempe ordinaire.

Nous avons pu constater, par exemple, qu'un barreau d'acier courbé en U, puis comprimé, et un autre barreau de même poids, comprimé d'abord à l'état de règle droite, puis réchauffé et courbé à la forge, comme le premier, pouvaient l'un et l'autre porter environ vingt fois leur poids, après avoir été aimantés à saturation.

On pourra probablement profiter de cette stabilité des effets obtenus pour augmenter la puissance des aimants comprimés. Quelques expériences semblent indiquer, en effet, que la force magnétique peut être accrue en soumettant une barre déjà comprimée à une seconde compression après forgeage. D'autre part, un barreau comprimé d'abord peut ensuite être trempé à l'eau et recevoir une aimantation puissante. Il est donc à prévoir que la fabrication des aimants comprimés ne tardera pas à se perfectionner.

Mais on peut, dès aujourd'hui, reconnaître à la compression une supériorité marquée sur la trempe, sous un certain rapport. Elle s'applique, en effet,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sans difficulté, aux aciers les plus durs et qui fournissent précisément les meilleurs aimants, tandis que la trempe les fait souvent éclater ou fendre. Par exemple, les aimants à 3 et 4 pour 100 de tungstène, considérés actuellement comme susceptibles de la plus grande puissance magnétique, sont tellement exposés à la fissuration, que souvent on renonce à les tremper à l'eau et que l'on se borne à employer pour eux la trempe à l'huile, qui ne permet pas d'obtenir une aimantation aussi énergique. On nous a même assuré, dans un grand atelier de construction de téléphones, que plus du tiers des aciers au tungstène se fendaient à la trempe et que, pour éviter un si grand déchet, on avait dû recourir à d'autres aciers fabriqués en Angleterre, quoique inférieurs au point de vue de la force magnétique.

La trempe a d'ailleurs l'inconvénient de donner lieu souvent à une déformation des pièces, qu'il est presque impossible de corriger plus tard, à cause de l'extrême dureté de l'acier. La compression, au contraire, non seulement ne produit pas de fente dans les aciers les plus carburés ou les aciers au tungstène, mais, donnant au métal moins de dureté et d'aigreur, ne s'oppose pas à un travail mécanique ultérieur, tel que le limage ou même le forage de trous, s'il est nécessaire.

Aussi n'avons-nous pas été surpris d'apprendre, il y a peu de jours, que quelques constructeurs d'aimants, éclairés sur les qualités de l'acier comprimé, se montraient disposés à l'employer désormais. Nous avons d'ailleurs pu recueillir sur le même sujet les témoignages les plus favorables auprès de plusieurs hommes particulièrement compétents en matière d'applications du magnétisme, tels que M. Diny, directeur des ateliers Dumoulin-Froment, M. de Branville, constructeur d'appareils téléphoniques, et M. Gilquin, directeur de l'usine de la Société Générale des téléphones. M. de Branville, par exemple, a pu nous dire qu'il avait employé, de préférence à d'autres, l'acier d'Allevard, comprimé par la méthode de M. Clémandot, pour la confection de plusieurs téléphones qui fonctionnent depuis dix-huit mois dans les salons du Président de la République, à l'Elysée.

En résumé, l'invention de M. Clémandot nous paraît très digne d'encouragement. Il a montré que, concurremment à la trempe, un autre procédé pouvait être employé pour donner à l'acier l'homogénéité, la résistance, l'aptitude à l'aimantation, et que, par ce procédé, on pouvait éviter certains inconvénients inhérents à la trempe par immersion. Il a ouvert une voie nouvelle qui mérite d'être explorée avec soin.

M. Clémandot ne s'est pas trouvé jusqu'ici en situation de faire tous les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

essais qui auraient été désirables; mais on peut être assuré que, dès que l'industrie se sera emparée de son procédé, elle arrivera bien vite à en tirer parti et à délimiter le champ de ses applications possibles.

Messieurs, votre comité des arts chimiques vous propose de remercier M. Clémandot de la communication qu'il nous a faite de son procédé de compression de l'acier, et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : A. CARNOT, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 27 *juin* 1884.

NÉCROLOGIE.

NOTICE SUR M. BONTEMPS, PAR M. E. PELIGOT, SECRÉTAIRE DU CONSEIL.

Le doyen des verriers français, M. G. Bontemps, s'est éteint dernièrement, à Amboise, à la suite d'une courte maladie. Né en 1799, M. Bontemps entrait à dix-sept ans à l'Ecole polytechnique; il acquérait dans cette Ecole les connaissances scientifiques qui ont exercé sur sa carrière industrielle une si féconde influence.

Attaché d'abord à la cristallerie de Baccarat, acquise, en 1818, par d'Artigues, M. Bontemps devint bientôt directeur de la verrerie de Choisy-le-Roi; c'est dans cet établissement qu'il a réalisé la plupart des progrès que lui doit l'industrie du verre. Dès 1826, il présentait à la Société d'encouragement des verres rouges provenant de cette usine; un Rapport de d'Arcet fait ressortir l'intérêt de cette fabrication qui, à cette époque, n'existait pas en France.

En 1838, sous la puissante initiative de son illustre et regretté Président M. Dumas, la Société proposait une série de prix ayant pour objet de donner à notre industrie verrière une vive impulsion. La verrerie française ne produisait guère que du verre blanc, tandis que les usines de la Bohême et de Venise excellaient dans la fabrication des diverses sortes de verres colorés, teints dans la masse, à plusieurs couches, filigranés, etc.; on réclamait aussi pour nos laboratoires des verres durs, peu fusibles, ayant la qualité des verres de Bohême; d'autres prix, d'une valeur considérable, étaient également proposés pour la fabrication des verres d'optique, le flint-glass et le crown-glass.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Bontemps a pris une part importante à ces concours qui ont été le point de départ des progrès que la verrerie a réalisés depuis cette époque; les prix pour le verre blanc peu fusible et pour les verres colorés ont été partagés entre lui et un autre verrier éminent, M. de Fontenay, ancien directeur de Baccarat, dont nous avons à déplorer également la mort toute récente.

Pour les verres d'optique, le prix d'une valeur de 10 000 francs était décerné, en 1840, à M. Guinaud fils, qui faisait connaître le procédé de brassage du verre inventé par son père, et à M. Bontemps, qui avait amélioré ce procédé et produit, à Choisy-le-Roi, des masses volumineuses de flint. Un autre prix de 4 000 francs était partagé entre ces deux associés pour la fabrication du flint-glass.

A l'Exposition des produits de l'industrie nationale de 1839, M. Bontemps avait reçu une nouvelle médaille d'or. « Peu de fabricants, dit M. Dumas « dans son Rapport, ont poussé au même degré cet amour de leur art qui « les porte à l'envisager sous tous ses aspects et à s'occuper de toutes ses « branches. » Il était décoré à l'Exposition de 1844; membre du jury international aux Expositions universelles de 1862 et 1867, il recevait, en 1867, la croix d'officier de la Légion d'honneur.

A la suite des événements de 1848, M. Bontemps quitta l'usine de Choisy et prit la direction des importantes verreries de MM. Chance, à Birmingham. Il y introduisit la fabrication du verre à vitres en manchons, laquelle a remplacé en Angleterre l'ancien procédé du verre en couronne. En outre, il produisit, chez MM. Chance, des disques de verres d'optique ayant des dimensions jusqu'alors inconnues.

MM. Chance avaient envoyé, à l'Exposition universelle de Londres de 1851, un disque de flint du poids de 200 kilogrammes, ayant 74 centimètres de diamètre (29 pouces); un disque de crown, ayant à peu près les mêmes dimensions, sortait plus tard des mêmes usines. On sait combien il est difficile et coûteux de produire ces verres avec les qualités voulues pour faire une bonne lunette, c'est-à-dire exempts de stries, de bulles, de fils, etc., et, de plus, non trempés et n'ayant pas le défaut de s'altérer à l'air en en fixant l'humidité.

L'illustre directeur de l'Observatoire de Paris, Le Verrier, avait acquis ces deux disques au prix de 25 000 francs chacun, sous certaines réserves. D'après une Note émanée de M. Bontemps, le crown, au dire de Foucault, qui avait soumis ce disque à un examen très attentif, est la plus remarquable pièce de verre qui ait été produit; il a été accepté et il est aujourd'hui soumis au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

travail très long et très dispendieux qui doit lui donner la courbure voulue. Quant au flint, il présente des nébulosités et une trempe qui le rendent impropre à un objectif d'aussi grande dimension.

Sous le titre de *Guide du verrier*, M. G. Bontemps a publié, en 1867, un traité historique et pratique de la fabrication du verre, du cristal, des glaces, des vitraux, etc. Ce livre est entre les mains de tous ceux qui s'intéressent aux progrès de l'industrie verrière. Les services qu'il rend sont d'autant plus réels qu'il est l'œuvre d'un industriel qui a pratiqué lui-même les divers genres de fabrication qu'il décrit. Il offre également un grand intérêt au point de vue historique et, en ce qui concerne les vitraux, au point de vue des appréciations artistiques de l'auteur.

Un autre travail également intéressant est la traduction du deuxième livre du moine Théophile ayant pour titre : *Theophili Presbyteri et monachi diversarum artium Schedula liber secundus.* Ce livre, qui remonte au XI^e^ ou au XII^e^ siècle, traite spécialement de l'art de la verrerie; en raison de ses connaissances techniques, M. Bontemps était autorisé, plus qu'aucun autre traducteur, à en donner une version fidèle. Cette traduction, avec le texte en regard, est accompagnée de figures et de notes explicatives; faite en 1876, elle a été présentée avec de grands éloges à l'Académie des inscriptions et belles-lettres par un appréciateur très compétent, M. Jules Labarte.

MINES.

COMMUNICATION DE M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, MEMBRE DU CONSEIL, SUR DEUX PROPOSITIONS DE M. LECHIEN, CONSTRUCTEUR, A MONS (BELGIQUE), 13, RUE DU SÉMINAIRE, RELATIVES A LA LAMPE DE SURETÉ POUR LES MINES A GRISOU.

Messieurs, j'ai été prié par M. Lechien de soumettre à votre appréciation deux questions relatives à la lampe de sûreté des mines à grisou. La première est relative au rallumage des lampes éteintes.

On sait que la lampe Mueseler, réputée la meilleure jusqu'à l'année dernière, qui a inauguré une nouvelle ère de recherches, à la suite de la découverte de l'explosibilité de cette lampe par M. Marsaut, ingénieur en chef des houillères de Bessèges, possède une grande facilité d'extinction dans le grisou, ou bien encore lorsqu'on l'incline, ou qu'on l'abaisse rapidement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le premier cas, cette propriété est utile, car elle indique la présence de l'ennemi, en même temps qu'elle supprime le danger avant qu'il ait achevé de se développer. Dans les deux autres, ce n'est, au contraire, qu'une grande gêne, et il est alors nécessaire de rallumer la lampe. Dans certaines exploitations, elle est pour cela remontée au jour. Dans d'autres, moins dangereuses, on se contente d'installer dans le courant d'air pur, et avant qu'il ait atteint aucun point dangereux, un poste de rallumage, dans lequel se tient un lampiste muni du matériel nécessaire pour ouvrir les lampes.

A la suite de l'accident survenu en 1874, au n° 7 du charbonnage de Belle-Vue, à Dour, l'Administration des mines belge a interdit à un certain nombre de mines le rallumage au fond : ce sont des puits où l'on doit redouter des dégagements instantanés de grisou, soit qu'il s'en soit produit antérieurement, soit que la nature de la couche en exploitation puisse en faire craindre. Les autres houillères continuent à rallumer les lampes dans l'intérieur. Il peut cependant, dans quelques-unes de ces dernières, survenir des dégagements, soit par l'exploitation de nouvelles allures des couches, soit en recoupant de nouvelles veines. Dans ce cas, un accident analogue à celui du n° 7 de Dour se produirait, et le grisou s'enflammerait à la lampe ouverte servant au rallumage.

On réduirait considérablement les chances d'un semblable accident, si l'on n'ouvrait cette lampe que pendant un temps très court, nécessaire seulement pour effectuer un seul rallumage. Il est difficile d'atteindre ce résultat au moyen de la lampe Mueseler ordinaire. Elle ne s'ouvre ni ne se ferme assez rapidement, et l'ouvrier qui a dix lampes par exemple à rallumer ne refermera la sienne qu'après avoir rallumé les dix autres.

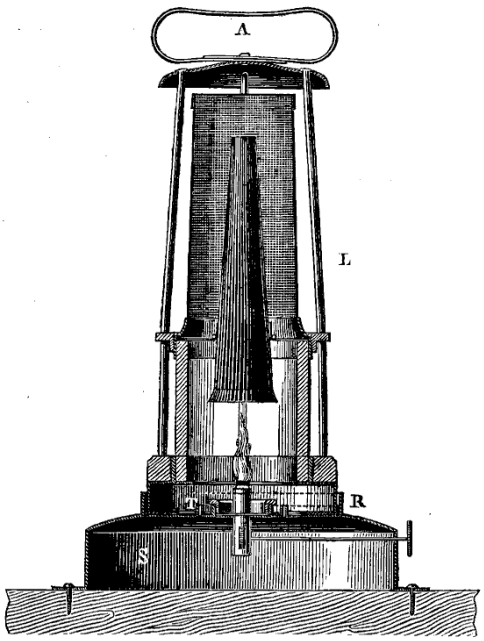
M. Lechien apporte, à cet égard, une modification à la lampe Mueseler. Ce changement permet de l'ouvrir et de la fermer en un instant, tout en lui laissant à l'ordinaire le caractère de lampe de sûreté.

La partie supérieure de la lampe Lechien est obtenue en faisant par le milieu du réservoir à l'huile d'un appareil Mueseler normal une section horizontale; on enlève la partie supérieure qui s'unit à l'autre au moyen d'un joint hydraulique à eau ou à huile; ou même, pour éviter les inconvénients qui pourraient naître de l'agitation du liquide, à l'aide d'un joint à sable. Cette portion supérieure se pose dans le bain qui forme fermeture étanche.

Pour effectuer le rallumage, il suffit de soulever toute cette partie qui ne fait qu'une seule pièce. L'appareil conserve d'ailleurs les proportions qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

constituent la lampe de sûreté. On peut compter dès lors qu'il s'éteindra de lui-même par l'approche d'effluves grisouteuses inopinées, tandis qu'un feu nu en provoquerait l'explosion. En outre, la facilité de son ouverture réduira à ce qui est strictement inévitable, le temps pendant lequel une lampe ordinaire de sûreté se trouvera nécessairement transformée par son ouverture en un feu nu. Il semble donc que, par la simplicité de cette solution, M. Lechien ait apporté un contingent réel de sécurité à cette partie de la pratique de l'exploitation souterraine.



Lampe de sûreté de M. Lechien.

La seconde question soulevée par M. Lechien, se rapporte à un ordre d'idées tout différent, au *tube-mouchette* des lampes de sûreté.

Pour agir sur la mèche, de manière à l'attiser et à la débarrasser des fumerons carbonisés, le mineur se sert d'une mouchette. Elle consiste en un fil de fer qui est passé à travers un trou ménagé dans le culot. Sa partie supérieure se coude d'équerre, ou en forme de virgule. En montant ou descendant et tournant sur elle-même cette petite tringle, on peut nettoyer et effilocher la mèche. Le fil de fer est encore recourbé d'équerre en dessous du culot pour ne pas se perdre dans l'intérieur. Enfin, pour que cette branche horizontale n'occasionne pas un porte à faux, quand on pose le culot sur une surface plane, on munit ce dernier d'un rebord de quelques millimètres de hauteur sur lequel il porte, tandis que la mouchette reste logée dans ce petit espace.

On rencontre beaucoup de types de lampes dans lesquelles le tube-mouchette atteint un diamètre de 3 millimètres. Cette dimension n'est pas réglementée par l'ordonnance belge du 17 juin 1876, qui a minutieusement déterminé tous les éléments de la seule lampe admise en Belgique dans les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mines grisouteuses. On comprend donc qu'une irrégularité, ou qu'un certain degré d'usure due au frottement ou à la rouille, puisse agrandir encore un peu ce diamètre.

Or, M. Lechien annonce qu'il vient d'exécuter une série d'essais établissant qu'un diamètre de 4 à 5 millimètres laisse passer facilement l'inflammation. On sait, en effet, depuis Davy, que celle-ci ne peut se propager dans des tubes longs et étroits. Sous ce rapport donc, le passage ménagé pour la mouchette manquera dans ce cas à la destination de l'appareil. Il en sera ainsi du moins quand la lampe sera tenue à la main, car si elle repose par les rebords de la couronne, son accès se trouve complètement fermé à l'atmosphère ambiante.

La simplicité de cette remarque, le resserrement des limites nécessaires pour la sûreté, l'extrême gravité des conséquences, semblent donner une réelle valeur à l'observation de M. Lechien, dont il ne paraît pas que l'on se soit suffisamment préoccupé jusqu'ici. Nous croyons donc faire à la fois acte de justice envers son auteur; et encore plus acte d'utilité vis-à-vis du personnel de l'exploitation souterraine, en signalant à l'attention cette remarque, à laquelle il serait avantageux que les organes ordinaires de la publicité en pareille matière pussent donner le plus possible de notoriété. Ce résultat serait, à lui seul, suffisant, car aucune disposition essentiellement nouvelle ne devient nécessaire, pourvu que les constructeurs et que les vérificateurs de l'état des lampes en service ne perdent pas de vue cette préoccupation spéciale à joindre à toutes les autres.

LÉGENDE DE LA LAMPE LECHIEN.

L, lampe portative de sûreté, système réglementaire.
A, anneau anse.
L, socle réservoir d'huile, à poste fixe.
R, rondelle en matière souple, cuir, caoutchouc ou étoffe
T, tubes saillants pour le trop plein du joint à huile.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CHEMINS DE FER.

CHEMINS DE FER A CRÉMAILLÈRE.

Chemins de fer à crémaillère. — On peut classer en trois catégories les lignes de chemins de fer aujourd'hui existantes, en prenant pour terme de comparaison l'importance de leur trafic :

1° Les grandes lignes ou lignes principales, qui relient entre eux les grands centres commerciaux ou stratégiques;

2° Les lignes secondaires, qui relient entre eux les centres secondaires, et ces derniers aux centres principaux;

3° Les lignes d'intérêt local, qui réunissent les petites villes et centres de production entre eux et avec les centres secondaires.

Semblables aux ruisseaux qui alimentent les rivières et aux rivières qui alimentent les grands fleuves, les chemins de fer industriels et locaux doivent alimenter les lignes secondaires, tributaires des lignes principales. Les économistes s'accordent à reconnaître que la prospérité nécessairement parallèle du commerce, de l'industrie et des chemins de fer, est subordonnée à l'application bien entendue du principe qui consiste à établir une relation sagement calculée entre les frais d'établissement et d'exploitation d'une voie ferrée et l'importance de son trafic.

L'exploitation des lignes de la première et de la deuxième catégorie se fait aujourd'hui exclusivement par des locomotives à simple adhérence; pour les lignes de la troisième catégorie, on voit encore, outre la locomotive, suivant les cas, des systèmes spéciaux tels que la traction funiculaire sous ses diverses formes, chaîne flottante, etc.... Mais, malgré les services rendus par ces derniers modes de traction dans les applications diverses qui en ont été faites, il est des lignes où leur emploi serait tout au moins désavantageux ; il en est d'autres, enfin, où il serait impossible.

L'exploitation par locomotive a pour elle, dans les conditions normales, une puissance et une vitesse considérables, jointes à une grande facilité d'arrêt et de remise en marche sur tous les points de la ligne ; mais ces avantages diminuent très rapidement dès que la locomotive quitte le palier pour gravir une rampe relativement faible; de telle sorte que 25 à 30 millimètres par mètre représentent la limite des pentes tolérées dans le tracé des chemins de fer de premier ordre. Or, la configuration topographique de toutes les contrées n'est pas compatible avec cette dernière exigence, notamment dans les pays de montagne. Pour rester en tous les points du tronçon en deça des limites de pente imposées, on se voit donc obligé de développer artificiellement la longueur de la ligne qui relie les deux stations extrêmes, et le tracé qui en résulte donne nécessairement lieu à un grand nombre d'ouvrages d'art, tunnels, viaducs, etc... C'est à l'application de ce moyen que nous devons de voir, en Europe et en Amérique,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des ouvrages d'art gigantesques qui font le plus grand honneur au savoir des ingénieurs et à la générosité des peuples, mais qui ont englouti des sommes énormes. Ces dépenses extraordinaires en restreignent donc l'emploi à des cas tout à fait isolés, je veux dire à des lignes qui, par leur importance commerciale ou stratégique, justifient l'emploi du capital énorme qu'elles représentent.

Nombre de lignes n'ont pu exister faute de ces conditions exceptionnelles, bien que leur création répondît cependant à des besoins dignes d'être pris en considération. Les diverses voies ferrées qui, de part et d'autre de la chaîne des Pyrénées, viennent s'arrêter au pied des montagnes et semblent se tendre la main, nous en fournissent un exemple.

Comme résultat de longues études et d'une expérience de douze ans en cette matière, nous avons la conviction : qu'il est aujourd'hui possible de joindre les extrémités de ces lignes, tout en desservant bon nombre de régions jusqu'ici privées de toute communication ferrée ; nous croyons possible d'effectuer cette jonction en n'y engageant que des capitaux dont les intérêts seront largement garantis par le trafic de la ligne créée; nous croyons possible la réalisation de cette entreprise dans un délai beaucoup moindre que celui que nécessiterait la construction d'un chemin de fer ordinaire.

Le moyen sur lequel nous fondons les plus grandes espérances pour atteindre ce but, est un système de traction mixte à adhérence et à crémaillère.

Historique. — La combinaison de la crémaillère et d'une locomotive à roue dentée, pour remorquer sur une voie ferrée des charges considérables, nous reporte aux premiers pas de l'invention des chemins de fer.

C'est en effet en **1811**, deux ans avant la découverte du principe de l'adhérence et l'utilisation de ses puissants effets, que nons voyons Blenkinsop, directeur des houillères de Middleton, construire une machine à roue dentée, qui fut à proprement parler la première locomotive, car on y retrouve, quant aux dispositions essentielles, et à la roue dentée près, la forme de la locomotive à adhérence que les frères Stephenson construisirent, en **1814**, pour les mines de Killingworth. Bien qu'imparfaite dans sa construction, et mal appropriée au service qu'on exigeait d'elle, la machine de Blenkinsop fonctionna pendant douze ans aux mines de Middleton.

L'invention des Stephenson (**1813-1814**) vint pour longtemps plonger dans l'oubli le système à crémaillère, auquel on n'accorda plus qu'un intérêt historique.

Les Américains furent les premiers à reprendre l'idée de la crémaillère, et ils ont aussi les premiers compris tout le parti qu'on en pouvait tirer sur des lignes dont l'exploitation ne pouvait se faire par des locomotives à adhérence, le seul système en faveur à cette époque. On trouve, en effet, au bureau des patentes de Washington, un grand nombre de descriptions et de dessins ayant trait à des systèmes de traction par crémaillère; plusieurs remontent à près d'un demi-siècle.

A la suite, et comme conséquence de ces laborieuses recherches, nous voyons inau-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gurer, en 1847, la ligne de Madison à Indianopolis, qui fut la première ligne à crémaillère à trafic important. Construite par M. Catchcart, elle fut exploitée sans interruption jusqu'en 1868.

Cette même année, Sylvester Marsh achevait la fameuse ligne de Mount-Washington, qui est encore aujourd'hui en pleine activité.

C'est le succès de cette dernière ligne qui assura en Suisse l'exécution de celle du Righi. Grâce à l'activité infatigable de M. Riggenbach, le chemin de fer du Righi eut bientôt ses pareils en Suisse, en Autriche, en Allemagne, et enfin dans l'Amérique du Sud.

La longueur totale des voies à crémaillère aujourd'hui existantes est d'environ 52 kilomètres, exploités par 46 locomotives à roue dentée.

Avantages généraux.— La plupart des avantages qu'offre le système à crémaillère, dans les cas particuliers où se recommande son emploi, résultent de la possibilité d'user de pentes et de rampes considérables, sans voir diminuer la puissance de traction aussi rapidement qu'avec les locomotives à adhérence.

De cette latitude résulte, en effet, que la ligne pourra épouser presque tous les accidents du terrain naturel avec le mininum de terrassements et de travaux d'art. De là :

Réduction des frais d'établissement, d'abord parce que la longueur de la ligne se trouve réduite, et puis parce que le prix par kilomètre est aussi bas que possible ;

Plus grande rapidité d'exécution, résultant de l'absence de terrassements et de travaux d'art importants;

Sécurité aussi grande que sur les lignes ordinaires, puisque, les causes d'accidents restant les mêmes, on a augmenté les moyens préventifs;

Plus grand trafic que sur les voies ferrées ordinaires. En effet, l'adjonction de la crémaillère permet à une locomotive de traîner sur une forte rampe *toute* la charge qu'elle traînait en palier à l'aide de la seule adhérence ;

Economie dans l'exploitation résultant de la légèreté de la locomotive et du développement restreint de la ligne.

Quand M. Catchcart fit le chemin de fer de Madison, il se servit d'une crémaillère en fonte. En ce qui touche à l'entretien, les résultats ne furent pas satisfaisants : les dents cassaient très fréquemment, et une seule dent cassée nécessitait le remplacement de la barre entière à laquelle elle appartenait.

A partir de ce moment, on adopte le fer laminé comme élément de construction de la crémaillère, qui prend alors la forme d'une échelle dont les montants sont formés par des cornières ou des fers à U, et les échelons, par des barreaux de fer à section circulaire, ou mieux trapézoïdale. La distance des échelons est de 100 millimètres, et cette échelle se construit par bouts de trois mètres de long. Cette crémaillère se fixe sur des traverses ou des longrines de bois, ou bien sur des supports en fonte à l'aide de boulons ou tire-fonds traversant les ailes horizontales des montants.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'organe complémentaire de la crémaillère est la locomotive à roue dentée. Il en existe deux types distincts :

La machine simple, qu'on ne peut utiliser que sur les voies à crémaillère;

La machine mixte qui peut, en vertu de l'adhérence, remorquer un train sur les tronçons de ligne qui ne nécessitent pas l'intervention de la crémaillère.

Dans les premières machines, la roue dentée est calée sur un arbre qui porte en même temps deux engrenages; ceux-ci sont commandés par deux pignons calés sur un arbre intermédiaire, qui reçoit son mouvement des cylindres à vapeur.

Dans les secondes, l'arbre de la roue dentée motrice est accouplé avec les essieux porteurs de la locomotive. En l'absence de la crémaillère, on voit donc que la locomotive mixte travaillera comme la locomotive ordinaire, c'est-à-dire pourra remorquer, grâce à l'adhérence seule, un poids proportionnel à la charge que supportent ses essieux d'adhérence accouplés.

La crémaillère que nous avons précédemment décrite est d'une construction coûteuse, vu le nombre des opérations successives qu'exige sa fabrication. Il faut d'abord dresser les montants de l'échelle, y percer les trous qui recevront les échelons; cette dernière opération gauchit les montants et nécessite un nouveau dressage. Il faut ensuite couper les échelons à la longueur voulue et en tourner les extrémités; puis ces derniers éléments ainsi préparés, il faut procéder à leur assemblage, puis river les échelons sur les montants; enfin il faut couper l'échelle construite, par bouts de 3 mètres, et percer dans les ailes horizontales les trous qui permettront de les fixer aux traverses de la voie.

La distance d'axe en axe de deux échelons, ou pas de la crémaillère, est de 100 millimètres. Cette valeur considérable ne permet pas de faire circuler sur ces lignes des trains ayant une grande vitesse. A 8 kilomètres à l'heure, vitesse normale, les chocs sont déjà sensibles.

Un autre inconvénient inhérent à cette construction provient de l'impossibilité de balayer la crémaillère pour en chasser les corps étrangers, pierres ou bois, qui peuvent s'y trouver.

Enfin, et c'est là un point essentiel à noter, la construction de la crémaillère ne permet pas de proportionner sa résistance à l'effort variable qu'exercera sur elle la roue dentée suivant les rampes plus ou moins grandes que franchira le train. Les frais de premier établissement restent donc les mêmes pour une grande ou une petite traction.

Les locomotives, elles aussi, sont d'un prix très élevé. Le grand pas de la crémaillère nécessite, pour la roue dentée motrice, l'emploi d'un grand diamètre, et partant, pour commander l'arbre qui la porte, celui de quatre roues d'engrenage intermédiaires en acier forgé, taillées avec le plus grand soin. Outre leur prix élevé, ces engrenages ont l'inconvénient d'absorber en pure perte une fraction notable de la force disponible sur les pistons, et demandent un graissage continuel, sans pour cela être

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

exempts d'une usure rapide, qui nécessite de fréquents rechanges. De plus, ces engrenages augmentent inutilement le poids mort de la locomotive qui, n'ayant jamais recours à l'adhérence, doit être, en vue des fortes rampes, aussi légère que possible.

La construction des machines mixtes est encore moins heureuse. Nous avons vu plus haut que la roue dentée motrice et les roues d'adhérence étaient réunies entre elles par un accouplement rigide, et tournaient toujours simultanément d'angles rigoureusement égaux. Cela exige que le cercle primitif de la roue dentée motrice et celui des roues d'adhérence aient des diamètres mathématiquement égaux, afin que la progression horizontale de la locomotive produite par la crémaillère soit tout à fait la même que celle que donne l'adhérence. Or, de ces deux diamètres, celui de la roue dentée reste invariable et ne subit pas l'usure qui diminue au contraire très sensiblement celui des roues d'adhérence. La conséquence de l'inégalité de ces diamètres est un frottement du bandage des roues d'adhérence contre les rails qui les supportent; ces glissements entraînent d'abord une perte de force considérable; puis ils aggravent l'usure des roues et donnent lieu à des chocs entre les dents de la roue dentée motrice et celles de la crémaillère.

Enfin la locomotive, ne pouvant, en palier, marcher plus vite que sur les plus fortes rampes, utilise fort mal sa puissance.

Crémaillère R. Abt. — Cette crémaillère est formée de lames dentées parallèles, à denture croisée; l'invariabilité d'écartement des lames qui sont placées côte à côte est garantie par les supports mêmes qui attachent l'ensemble de la crémaillère aux traverses de la voie; le nombre et l'épaisseur des lames élémentaires, ainsi que le pas de leur denture, varient avec l'effort de traction qu'aura à exercer la locomotive; le profil des dents est en développante de cercle; les lames sont en acier doux.

Quatre types principaux de crémaillères semblent suffire pour répondre aux diverses conditions qui peuvent se présenter.

Ils s'appliquent respectivement aux lignes principales, aux lignes secondaires, aux chemins de fer sur route et aux chemins funiculaires.

Nous allons les décrire successivement.

1° La crémaillère se compose de trois lames dentées parallèles et équidistantes, qui, à proprement parler, constituent chacune une crémaillère; ces lames sont entretoisées entre elles, et fixées aux traverses de la voie par l'intermédiaire de coussinets en fer d'une forme spéciale. Le coussinet est formé de deux parties symétriques s'enchâssant chacune entre deux lames consécutives pour les soutenir et déterminer leur écartement. Ces deux pièces et les trois lames elles-mêmes sont réunies par des boulons transversaux qui assurent la rigidité de l'assemblage. Enfin les coussinets portent à leur base des patins qui viennent reposer sur les traverses de la voie et s'y attacher solidement par des tire-fonds à vis, si elles sont en bois, ou des boulons spéciaux, si elles sont en fer.

Tous les joints des lames élémentaires sont faits sur les coussinets et il n'y a jamais

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus d'un joint sur chacun d'eux. Pour les lames extérieures on ajoute encore un couvre-joint, et l'ensemble repose alors sur un coussinet plus large auquel il est relié par deux boulons au lieu d'un.

Les dentures des trois crémaillères élémentaires sont croisées, de telle sorte que, pour l'une d'elles, la durée du contact d'une de ses dents avec la roue dentée comprenne un contact initial de chaque autre lame avec cette même roue dentée. A un instant quelconque, on a, entre la roue dentée et la crémaillère, plusieurs contacts qui ont lieu dans de bonnes conditions, et, par suite, on n'a pas le moindre choc à redouter pendant la progression de la locomotive, quels que soient sa vitesse et son effort de traction.

2° Pour l'exploitation des lignes d'importance secondaire, où les trains sont moins lourds et ont des vitesses moindres, on peut constituer la crémaillère avec deux lames seulement, ainsi que le représente la figure. La denture des lames est croisée. Les coussinets qui les supportent sont, tantôt en deux parties et composés de pièces analogues à celles des coussinets de la crémaillère triple; tantôt venus de fonte en une seule pièce. Dans l'un et l'autre cas, les principes qui déterminent leurs formes restent toujours les mêmes : soutenir les lames, les entretoiser de manière à ce qu'elles soient partout équidistantes, et enfin relier leur ensemble aux traverses de la voie.

3° Il n'existe pas jusqu'à présent de chemin de fer à crémaillère complètement établi sur route; tout au plus voit-on actuellement ceux qui sont en exploitation traverser à niveau des chemins de peu d'importance; la raison en est qu'il est difficile, avec la crémaillère ordinaire, de faire circuler sur une même voie les trains et les véhicules ordinaires avec une égale sécurité. Si la crémaillère n'est pas parfaitement abritée, elle constitue une cause d'accident pour tous les véhicules, tout en étant elle-même exposée à des détériorations dont les conséquences peuvent être très graves pour les trains qui y circulent.

Nous croyons néanmoins possible, sur une route ou même dans une rue, d'établir une voie à crémaillère en adoptant pour cette dernière une construction spéciale : l'ensemble des deux lames dentées est, à droite et à gauche, protégé par un fer en Z de même hauteur et à ailes inégales. L'aile supérieure protège les dents pour le passage des véhicules; l'aile inférieure sert à fixer tout le système sur les traverses de la voie; enfin l'âme verticale maintient la bordure de pavés.

Sur toute la longueur de la crémaillère règne un petit égout où tombent les débris de bois, pierres, etc., qui pourraient engorger la crémaillère. D'ailleurs, comme nous le verrons plus loin, les locomotives portent un appareil spécial de nettoyage qui empêche l'obstruction de la voie et qui, en même temps, rend impossible le déraillement de la locomotive.

4° Les deux lames dentées qui composent la crémaillère portent elles-mêmes les patins qui les fixent aux traverses; elles ont, de plus, chacune un épaulement intérieur contre lequel viennent, en cas d'accident, s'accrocher les bras de l'ancre de sû-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

reté qui court constamment entre elles. Cette ancre, qui précède la roue dentée, sert aussi d'appareil de nettoyage et de chasse-pierres.

La denture croisée assure pour la locomotive une marche très douce; la roue dentée ayant toujours plusieurs contacts simultanés avec la crémaillère, il n'y aura pas le moindre choc dans la succession des différents contacts.

L'extrême régularité de la marche et surtout l'absence complète des chocs permettent de donner aux trains des vitesses de 20 et même de 25 kilomètres à l'heure.

Les ruptures de dents sont moins à redouter, et ont, d'ailleurs, des conséquences moins graves, puisqu'il y en a toujours plusieurs en prise simultanément.

La construction adoptée pour la crémaillère rend plus difficile l'obstruction par la boue, la neige ou tout autre corps étranger.

D'ailleurs, par sa forme, elle se prête à l'usage efficace d'appareils de balayage qui précèdent la roue dentée. Ce fait est d'une importance capitale, surtout dans les pays de montagnes où, à chaque instant, la voie est susceptible d'être embarrassée par des cailloux, des feuilles et des menus débris de toute nature.

Du point où elle commence au point où elle finit, la crémaillère forme un tout non interrompu, car, dans une section quelconque, il n'y a jamais au plus qu'un joint de l'une des lames qui la composent.

En ces derniers joints, d'ailleurs, grâce aux coussinets spéciaux et au mode d'assemblage, la crémaillère offre les mêmes garanties que dans toute autre section.

La dilatation des lames est sans influence sur la régularité du pas de la crémaillère, et permet ainsi pour la locomotive une plus grande vitesse.

La pose de la voie et de la crémaillère, soit sur traverses en bois, soit sur traverses métalliques, est plus facile, plus rapide et moins coûteuse qu'avec l'ancien système. L'assemblage est particulièrement solide, et les réparations très aisées.

Ce système permet l'emploi de courbes de très petit rayon.

Il se prête, sans difficulté aucune et sans le moindre danger pour l'exploitation, à la pose de branchements de voie, croisements, aiguilles.

En faisant varier le nombre des lames qui composent la crémaillère, on peut, sur toutes les sections de la ligne, proportionner sa résistance aux efforts qu'elle peut subir de la part de la locomotive, et qui dépendent des pentes, rampes, courbes, etc... Au point de vue de la solidité de la crémaillère, on aura donc en toute section obtenu une sécurité égale avec le minimum de dépense.

A tous ces avantages il faut encore ajouter que la crémaillère Abt est moins coûteuse que l'ancienne, tant comme entretien que comme premier établissement. Il en est de même des nouvelles locomotives Abt, où l'on supprime tous les engrenages intermédiaires qui, dans les autres, commandaient la roue dentée motrice, et où cette roue, d'un diamètre moindre, est directement calée sur l'essieu auquel les pistons transmettent le mouvement. Il y a aussi une diminution considérable dans les frais d'entretien des nouvelles locomotives; en effet,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'y a plus d'engrenages coûteux à remplacer ;

On économise les frais de graissage de ces organes ;

On évite le frottement entre les roues intermédiaires et le pignon ;

Ce frottement absorbant environ 3 à 5 pour 100 du travail, sa suppression correspond à une économie de combustible de 3 à 5 pour 100.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, la crémaillère n'a pas de joints proprement dits et la roue dentée agit sur elle d'une façon continue : il en résulte que toutes les traverses contribuent à la solidité de la voie, ce qui permet de supprimer les longrines de la superstructure adoptée jusqu'ici.

On sait que, pour un poids mort donné, l'adhérence qui en est l'effet augmente avec la vitesse de la locomotive. Or, la marche douce de la locomotive qui nous permet d'atteindre une vitesse de 12 à 15 kilomètres, nous permet en même temps de tirer le plus grand parti possible de l'adhérence à laquelle nous donne droit son poids mort. Elle fonctionnera donc avec les mêmes avantages sur les tronçons de voie à crémaillère et sur les tronçons à simple adhérence. C'est cette propriété remarquable qui rend possible l'exploitation des chemins de fer principaux par le système dont nous nous occupons.

Sur les chemins de fer mixtes, la locomotive doit pouvoir, sans nécessiter l'arrêt du train :

Passer de la voie à crémaillère sur la voie ordinaire ;

De la voie ordinaire sur la voie à crémaillère.

Nous n'avons rien à dire de la première de ces manœuvres, qui n'offre aucune difficulté.

La deuxième, au contraire, nécessite l'intervention d'un appareil spécial qui rende sûr, automatique et sans chocs l'engrenage de la roue dentée avec la crémaillère. C'est pour cela que nous avons imaginé et construit en 1876 une pièce d'entrée expérimentée depuis plusieurs années avec un plein succès sur les chemins de fer d'Ostermundigen et Ruti en Suisse, de Wasseralfingen dans le royaume de Wurtemberg, de Salgo-Tarjan en Hongrie, etc.

Cette pièce d'entrée se compose d'un bout de crémaillère mobile de 2 à 3 mètres de long, qui précède la crémaillère fixe, et s'y attache bout à bout par une charnière à axe horizontal ; son extrémité antérieure repose sur un fort ressort spiraloïde ; le pas de sa denture est de 3 millimètres plus grand ou plus petit que celui de la crémaillère fixe ; l'expérience a montré que la première disposition est préférable.

Quant à l'idée première, cet appareil est une application immédiate du calcul différentiel.

Supposons que la roue dentée de la locomotive se présente devant la pièce d'entrée : il arrivera le plus généralement qu'une dent de la roue ne rencontrera pas exactement le premier vide de la crémaillère, mais viendra butter sur le petit plan horizontal supérieur qui termine la première dent de la lame mobile. Cédant à cette pression, la lame

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mobile s'abaisse sur ses ressorts, mais *sans le moindre choc :* la roue dentée continuant à tourner, ses dents continueront à butter sur celles de la lame mobile qui, par suite, ne peut se relever malgré l'action constante du ressort qui supporte son extrémité libre. Mais, en vertu même de l'inégalité des dentures de ces deux engrenages, à chaque nouvelle buttée, l'engrènement parfait de la roue dentée avec la crémaillère sera plus près d'être réalisé. Viendra un moment où la dent de la roue ne buttera plus contre celle de la crémaillère, mais viendra se loger dans le creux immédiatement précédent. A dater de ce moment l'engrènement parfait est produit, et la lame mobile se relève sous l'action du ressort.

Il est d'ailleurs évident, qu'une fois produit, il ne peut cesser d'exister sur toute la longueur de la pièce d'entrée, malgré l'inégalité de denture des deux organes conjoints, car la différence de 3 millimètres est une très faible partie du pas, et, du reste, elle est du même ordre de grandeur que le *jeu* qu'on a reconnu nécessaire au bon fonctionnement des engrenages en général.

Comme tout le reste de la crémaillère, la pièce d'entrée est en acier doux ; le nombre de ses lames élémentaires est égal à celui des lames dentées de la crémaillère dont elle est l'origine ; elles ont le même écartement et les dentures pareillement croisées. Les ressorts spiraloïdes qui supportent l'extrémité libre de ce système sont fixés sur les traverses de la voie.

Puisque les locomotives dont nous nous occupons marchent tantôt avec l'adhérence seule, tantôt avec la crémaillère et l'adhérence, il est tout indiqué, autant que faire se pourra, d'établir les croisements de voie et les aiguilles sur les tronçons de la ligne qui sont exploités sans le secours de la crémaillère, c'est-à-dire sur les parties en palier ou en faible pente.

Il peut néanmoins se présenter des cas où la position des aiguillages est absolument imposée et peut tomber sur un tronçon à crémaillère. Il n'y a, dans ce cas, aucune difficulté à construire l'aiguillage de la crémaillère tout comme celui des rails, en les reliant de telle sorte que les manœuvres de ces deux appareils soient automatiquement concordantes et dépendent simultanément de celles d'un levier unique.

Pour la crémaillère, voici la disposition adoptée : supposons que la crémaillère de la voie normale soit à trois lames dentées ; à partir de l'origine de l'aiguille, on supprime la lame du milieu : chacune des lames latérales suit la direction de l'un des tronçons de voie parallèlement à son axe, jusqu'en un certain point. Là, sur un parcours de 3 mètres environ, la crémaillère ainsi que les rails intérieurs des voies sont interrompus pour reprendre ensuite leur disposition normale. Sur ce tronçon, les rails intérieurs et les crémaillères sont assujettis deux à deux sur deux plaques de tôle articulées et réunies entre elles par des bielles.

Par la manœuvre du seul levier, on peut à volonté effectuer le raccordement de l'un des deux tronçons avec le tronc commun, et cela, tant pour les rails que pour la crémaillère. Remarquons d'ailleurs que la position de l'aiguille à cré-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

maillère est toujours dépendante de celle de l'aiguille des rails, et que toute fausse manœuvre est impossible.

Locomotive à roue dentée. — Cette machine a été étudiée spécialement en vue de l'exploitation des lignes principales; mais avec de légères modifications, portant plutôt sur les dimensions que sur les formes et fonctions des divers organes, elle convient parfaitement aux lignes secondaires; enfin elle se prête tout spécialement à l'exploitation des lignes mixtes, c'est-à-dire aux lignes se composant de sections à adhérence simple et de sections à crémaillère et adhérence.

Les principes qui ont présidé à l'étude de cette locomotive sont les suivants :

La locomotive pour une voie à crémaillère de grand trafic ne doit pas uniquement compter sur la crémaillère pour remorquer le train qui la suit; elle doit au contraire utiliser le plus possible l'adhérence à laquelle lui donne droit la portion utile de son poids mort.

Une bonne machine mixte doit, sur tous les points de son parcours, fournir le même travail, c'est-à-dire que sa vitesse de translation doit pouvoir varier en raison inverse des résistances du train qu'elle remorque, faute de quoi toute la vapeur produite par le générateur n'est pas utilisée et constitue une perte nette.

Enfin la locomotive doit être, dans l'ensemble comme dans le détail, aussi simple que possible.

Le type qui se prête le mieux à l'adjonction de la roue dentée et aux transformations exigées est la locomotive Engerth, qui est réunie à son tender par un joint sphérique, et où la boîte à feu de la chaudière repose sur le tender.

Cette locomotive, qui a fait ses preuves dans divers pays depuis bientôt trente ans, justifie les préférences dont elle est l'objet par les avantages suivants :

Marche douce et sans secousses, qui est la conséquence de la liaison intime de la machine avec le tender;

Faibles chances d'accidents par la rupture d'un essieu, vu le nombre de ceux qu'elle possède; le seul accident sérieux serait la rupture de l'essieu d'arrière du tender;

Grande facilité pour l'approvisionnement d'eau et de combustible;

Aisance avec laquelle la machine passe dans les courbes de faibles rayons sans fatiguer la superstructure;

Facilité de marcher tender en avant;

Accès facile de tous les mécanismes et large place réservée au personnel.

Pour transformer la machine Engerth en machine mixte, on ajoute sous le tender, dans le voisinage de son milieu, l'essieu qui porte la roue dentée, et auquel on imprime le mouvement de rotation à l'aide de deux petits cylindres à vapeur spéciaux. On rend ainsi le mécanisme qui utilise l'adhérence parfaitement indépendant de celui qui prend son point d'appui sur la crémaillère. De la sorte on peut régler, pour ainsi

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dire à volonté, les puissances respectives qu'on emprunte soit à l'adhérence, soit à la crémaillère.

Chaque paire de cylindres a ses distributions spéciales et son régulateur propre. Néanmoins, quand on ferme l'admission dans les cylindres d'adhérence, une combinaison mécanique fait qu'elle se trouve du même coup fermée aussi dans les cylindres de la roue dentée.

En cas de rupture, soit de la roue dentée, soit de l'essieu qui la porte, ou en cas de toute autre avarie qui mettrait ce mécanisme hors d'état de fonctionner, il importe de pouvoir immédiatement arrêter le train sur la rampe. A cet effet, et indépendamment des freins de sûreté, il existe sur un des essieux d'adhérence une roue dentée folle qu'il est possible d'y caler instantanément, grâce à un manchon de friction. Ainsi on peut, en un point quelconque de la ligne, arrêter le train, en le cramponnant pour ainsi dire à la voie.

Outre cet appareil de sûreté, la locomotive porte encore :

1° Un frein à air comprimé
2° Un frein à friction
} pour les essieux d'adhérence.

3° Un frein à air comprimé
4° Un frein à friction
} pour l'essieu de la roue dentée.

La locomotive à roue dentée pour lignes principales possède, au point de vue de l'adhérence, trois essieux accouplés solidairement chargés d'un poids de 42 tonnes. De ce chef résulte pour elle la possibilité de développer un effort de traction de 6 tonnes.

Quant à la crémaillère, à la roue dentée et aux organes qui commandent cette dernière, ils sont calculés de façon à donner pour leur part à la locomotive un nouvel effort de traction de 5 à 8 tonnes.

Si les deux mécanismes fonctionnent simultanément, la machine aura donc un effort de traction total d'*au moins* 11 tonnes, ce qui lui permettra de remorquer un train de :

250	tonnes sur une rampe de	30	millim. par mètre,
180	—	40	—
140	—	50	—
110	—	60	—
85	—	70	—

et cela avec une vitesse de 12 à 18 kilomètres à l'heure.

Supposons qu'il s'agisse d'appliquer les principes précédents de la traversée d'une montagne : nous pourrons considérer comme ligne d'*accès de la traversée* tout le tronçon de ligne ayant des rampes inférieures à 16 millimètres; et comme *traversée proprement dite,* le seul tronçon médian dont les rampes pourront atteindre 50 millimètres par mètre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le poids moyen d'un train de marchandises de ligne principale est de 300 tonnes ; celui d'un train de voyageurs est de 100 tonnes environ.

En se rapportant au tableau précédent, on voit immédiatement qu'une locomotive mixte remorquera toute seule un train de voyageurs aussi bien sur les *accès* que sur la *traversée* elle-même.

Quant aux trains de marchandises, une seule locomotive les remorquera sur les accès ; il ne sera nécessaire de lui en adjoindre une de secours que pour franchir la traversée proprement dite.

On a souvent reproché aux chemins de fer à crémaillère leur faible vitesse linéaire. Cette objection, malheureusement très répandue, est en elle-même un paradoxe don nous ne croyons pas inutile de faire ressortir le mal fondé.

Considérons deux points géographiques A et B dont la différence d'altitude est de 600 mètres.

Si nous voulons relier ces deux stations par une ligne à simple adhérence, en nous donnant 20 millimètres par mètre comme limite de pente, nous nous voyons obligés de donner à la ligne un développement *minimum* de 30 kilomètres. Une locomotive ordinaire aura la plus grande peine à franchir cette distance en rampe dans la durée d'*une* heure, c'est-à-dire avec une vitesse de 30 kilomètres à l'heure.

Le tracé pour une ligne à crémaillère nous permettant d'utiliser des rampes de 50 millimètres, le développement que nous *devons* donner à la ligne AB n'est plus que de 12 kilomètres. Or nous avons vu précédemment que la locomotive mixte est susceptible sur de semblables rampes de réaliser une vitesse de 12 à 18 kilomètres à l'heure. Elle mettra donc *tout au plus* le même temps que la locomotive à simple adhérence pour se rendre du point A au point B, et c'est cette question de durée du trajet qui est, au point de vue de la vitesse, le seul élément intéressant.

D'ailleurs, le système à crémaillère ne s'appliquant que sur les rampes, il est absolument erroné de dire que la VITESSE de la locomotive à crémaillère est inférieure à celle de la locomotive à simple adhérence, car ici, ce n'est plus la vitesse mesurée sur les rails qui est à comparer, puisque dans les deux systèmes les chemins à parcourir sont inégaux, mais seulement la vitesse d'*ascension verticale*, — et, comme on vient de le voir, celle de la locomotive à crémaillère est au moins égale à celle de la locomotive ordinaire.

Dans un savant Mémoire présenté à la Société des Ingénieurs civils sur les chemins de fer du Sud de l'Autriche (Brenner et Sœmmering), M. Gottschalk arrivait à cette conclusion que, pour donner le maximum d'effet utile avec le minimum de dépenses, une locomotive à marchandises ne devait pas faire plus de 14 kilomètres linéaires à l'heure. Or toute locomotive travaillant sur de fortes rampes est, par le mode d'utilisation de sa puissance, assimilable à une locomotive à marchandises, et sa vitesse ne doit pas dépasser cette limite.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Notre machine présente donc, quant à son rendement, les conditions les plus favorables.

L'exploitation des chemins de fer en pays de plaine ou sur un sol peu accidenté est, dans l'état actuel de la science, le domaine exclusif de la locomotive à simple adhérence, et nous n'avons garde d'y vouloir empiéter.

Au contraire la traversée *économique* des montagnes ou des grands accidents de terrain, ainsi que nombre d'applications industrielles dans des mines, carrières, usines, etc., nous paraissent être l'avenir du système à crémaillère.

Aussi ne craignons-nous pas de le recommander tout spécialement à l'attention des ingénieurs, qui étudient actuellement les traversées des grandes chaînes des Alpes et des Pyrénées.

R. Abt.

ARTS ÉCONOMIQUES.

INDUSTRIE DES HUILES DE NAPHTE DU CAUCASE (*fin*) (1).

La densité de l'huile brute de Bakou varie de **0,780** à **0,890**. D'après Gospodin Gulihambaroff, chimiste d'une grande compétence, le tableau suivant donne la composition de l'huile et son pouvoir calorifique.

HUILE.	POIDS SPÉCIFIQUE à 0°.	CARBONE.	HYDROGÈNE.	OXYGÈNE.	POUVOIR calorifique.
Huile légère russe.	0,884	86,3	13,6	0,1	12,500
Huile lourde russe.	0,938	86,6	12,3	1,1	10,800
Huile de mauvaise qualité.	0,928	87,1	11,7	1,2	10,700
Huile brute et lourde de Pensylvanie.	0,886	84,9	13,7	1,4	10,670

Ces pouvoirs calorifiques sont exprimés en calories, et sont rapportés au kilogramme de substance. D'après Sainte-Claire Deville, l'huile brute de Bakou dégage en brûlant **11 400** calories, et l'huile lourde des usines à gaz **8 910**. Le charbon de bois donne **7 900** calories.

(1) Voir cahier de *Mai*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Composition centésimale de l'huile brute de Russie.

	COMPOSITION.	DENSITÉ.	POINT d'inflammation.
Benzine, huile légère.	1	0,725	— 10
Gazoline.	3	0,775	+ 0
Kerosine, huile à brûler.	27	0,882	+ 25
Soliarovi, huile à graisser.	12	0,870	+ 100
Veregenni, —	10	0,890	+ 150
Huile à graisser proprement dite.	17	0,905	+ 175
Huile à cylindrer.	5	0,915	+ 200
Vaseline.	1	0,925	
Combustible liquide	14		
Pertes de raffinage.	10		
Total.	100		

Cette composition est due à M. Louis Nobel. Elle donne les différents produits qu'on peut extraire de la substance brute. On la considérera comme un résultat pratique, basé sur les opérations de raffinage faites à Bakou depuis plusieurs années.

L'huile de Bakou fournit 27 pour 100 de kérosine au lieu de 70 à 75 pour 100 que fournit l'huile américaine. Théoriquement on devrait obtenir 30 pour 100, mais en pratique on n'atteint que 27. C'est un sérieux désavantage de ne retirer de l'huile russe moitié moins de kérosine que de l'huile américaine; mais, d'autre part, il y a compensation, puisqu'à Bakou la matière brute coûte seulement quelques centimes la tonne, et que l'huile à brûler est plutôt supérieure à celle que les Américains exportent en Europe.

Si l'industrie de la kérosine de Bakou, actuellement dans son enfance, peut supporter une comparaison favorable avec l'huile raffinée américaine, il est certain qu'elle a devant elle un grand avenir; d'autant plus que la qualité de l'huile a gagné chaque année avec les progrès faits dans les traitements chimiques. Dans la raffinerie Nobel, où quarante-deux cornues sont constamment en travail, on ne néglige aucun des perfectionnements que les études scientifiques ont fait connaître.

Il se fait un commerce considérable d'huile à brûler, et la distillation et la purification peuvent être effectuées aisément avec de faibles capitaux, ce qui convient essentiellement aux Russes et aux Arméniens. Les appareils employés sont d'une extrême simplicité. Ils comprennent : un réservoir de tôle analogue aux gazomètres, dans lequel on recueille la matière brute; une cornue chauffée par des liquides fournis par la distillation même de l'huile; un serpentin de fer réfrigérant et des tubes dans lesquels la purification de l'huile raffinée se fait au contact de l'acide sulfurique,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

puis de la potasse caustique. Ensuite, deux réservoirs de tôle, le premier destiné à la kérosine, le second aux résidus ou combustibles liquides. Réservoirs et tubes sont réunis par des séries de canaux dans lesquels on fait passer l'huile à l'aide de petites pompes dont le type Blake est le plus employé. Tels sont les traits principaux d'une raffinerie ordinaire de kérosine à Bakou. Cette installation se complète par deux autres canalisations, variant, en longueur, de 100 mètres à 4 et 5 kilomètres, et qui transportent la kérosine ainsi que les combustibles liquides jusqu'aux bassins ou jusque chez les autres industriels.

Quand une raffinerie de Bakou distille simplement de la kérosine, il lui reste deux produits, d'abord une grande quantité d'huile légère, évaporée pendant la première distillation et comprenant la benzine, la gazoline, etc., puis une grande quantité d'huile lourde propre au graissage. L'huile légère n'est pas bien demandée, et quelquefois on s'en débarrasse en la jetant à la mer. L'huile lourde est envoyée avec les résidus jusqu'aux usines qui l'approprient au graissage, sinon elle est vendue à titre de combustible liquide.

Le traitement de l'huile à graisser demande une installation plus complète et des soins plus sérieux que ne veulent se l'imposer la plupart des industriels ; il devient, en conséquence, la spécialité de quelques-uns seulement. Les frais de production couverts et les bénéfices étant comptés, les raffineurs peuvent actuellement vendre, à Bakou, 2 fr. 25 l'hectolitre leur première qualité de kérosine.

Le production totale d'huile raffinée en 1883, à Bakou, fut de 206 000 tonnes, c'est-à-dire le double de celle de 1879 et presque dix fois la production de 1873. Maintenant qu'il existe une si vaste organisation, l'industrie des huiles ne peut que s'accroître d'une manière très rapide. L'huile raffinée arrive actuellement dans les villes de la Russie d'Europe que desservent des voies ferrées, et se répand jusqu'à Vienne et Berlin. A l'est de Bakou, on exporte la kérosine jusqu'à Askabad, au sud jusqu'à Téhéran, au sud-ouest jusqu'à Van dans le Turkestan turc, à l'ouest jusqu'à Alexandrie (viâ Batoum), Constantinople, Trieste et Marseille. Si, transportée 4 000 kilomètres par eau et par chemins de fer, elle peut lutter avec succès contre l'huile américaine sur les marchés de Berlin et de Stettin, il est certain qu'un grand avenir lui est réservé dans le sud de l'Europe, puisqu'il n'y a guère plus de 800 kilomètres pour atteindre l'embarquement à Batoum. La ligne de Batoum fut inaugurée en juin 1883. Depuis lors jusqu'à la fin de l'année, elle a transporté 15 millions de litres environ, destinés à l'exportation par navires. Il y eut aussi de grands embarquements faits à Poti.

Si l'huile brute de Bakou fournit moins de kérosine que l'huile américaine, elle fournit en revanche beaucoup plus d'huile à graisser d'une qualité au-dessus de toute comparaison avec celle d'Amérique. C'est un liquide fortement visqueux, qui ne présente aucune tendance à la congélation (même pour de grands abaissements de température) et à l'oxydation, de sorte qu'elle est très appréciée en différents pays, notam-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment en France ; l'importation se fait par Bakou en grandes quantités. Cette huile n'est produite que par de grandes maisons, celles de MM. Nobel, Mirzoeff, Shibaeff, par exemple, qui l'expédient en Europe par Batoum et Libau. Elle est généralement envoyée à l'état brut, afin d'être traitée sur place suivant les différents besoins des usines ou des industries qui l'utilisent.

Dans ces dernières années, la production de l'huile à graisser s'est accrue dans de très fortes proportions, qui ne feront que s'accentuer encore pour deux causes : l'établissement d'un grand commerce d'exportation par Batoum, et le construction par des capitalistes européens d'usines à fabriquer sur place des huiles à graisser. Pendant les derniers mois de l'année dernière, qui répondent au fonctionnement de la ligne de Batoum, l'exportation de l'huile de graissage a été de 1 500 tonnes pour la matière raffinée. Ainsi la kérosine de Bakou doit lutter sérieusement avec l'huile raffinée américaine dans le sud de l'Europe sur le continent, et le succès semble assuré pour l'huile à graisser de Russie dans le monde entier.

Il n'y a que peu de débouchés pour les huiles légères et inflammables. On envoie de la benzine en Russie par le Volga ainsi qu'en Perse.

La fabrication de la vaseline n'en est qu'à ses débuts.

On a projeté des fabriques de bougies de kérosine qui seront probablement établies dans un bref délai.

Il a été question également de construire une usine pour l'extraction des couleurs du goudron d'huile. Ce serait une entreprise très lucrative, puisqu'il y a d'Allemagne en Russie une grande exportation de ces produits; le gouvernement les frapperait certainement d'un fort droit d'entrée, afin d'encourager les essais des industriels de Bakou.

Relativement à l'ozokérite, que l'on rencontre en quantités énormes dans l'île de Tcheleken et sur l'autre rive de la mer Caspienne, les demandes de l'étranger sont restreintes, mais elles augmenteront peut-être quand on connaîtra mieux les dépôts et les conditions du transport de la substance.

Enfin, l'*astatki*, *mazoot*, ou combustible liquide, est un produit d'une certaine valeur; on a fait disparaître par le feu des millions de litres pendant les dernières années. Comme dans un foyer Walker pour hydrocarbures, la tonne de combustible liquide remplace trois tonnes de charbon.

Sur la Caspienne et sur le Volga, des centaines de navires ne sont chauffés qu'au combustible liquide. Tel est le cas également des chemins de fer Transcaspiens et Transcaucasiens.

Dans les usines de Bakou, on ne chauffe qu'au combustible liquide. Les appareils que l'on emploie sont de genres très différents, mais ils sont tous d'un bon usage. Les Compagnies de chemins de fer du Sud-Est de la Russie commencent à chauffer leurs locomotives par ce système, qui, à Moscou, a remplacé le charbon anglais dans différentes usines, notamment dans les ateliers Malkiel. Le gouvernement russe a commencé des essais sur la mer Noire, avec l'intention d'installer des fourneaux à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

huile dans ses navires de guerre. Il est probable que d'ici quelques années l'astatki de Bakou remplacera le charbon anglais à bord des navires voguant vers l'Est.

D'après ce que l'on vient de voir, Bakou possède de plus grandes richesses en huile minérale que l'Amérique; elle peut fournir à bon marché des quantités énormes de kérosine qui se répandront sur les marchés d'Europe dès que Bakou sera relié à ces marchés par des voies de communication faciles; tel est le problème qui reste à résoudre.

Jusqu'à l'année dernière, Bakou était isolé du reste de l'Europe; il fallait entreprendre un voyage long et pénible pour gagner cette ville. La situation a changé, Bakou est actuellement relié avec les diverses contrées de l'Europe par des moyens de communication rapides; ce que l'on demande maintenant, c'est l'extension des ressources offertes par ces communications.

MM. Nobel ont sagement tracé la marche à suivre pour atteindre le but désiré.

Un mot sur la carrière de ces grands industriels ne sera pas déplacé ici, et fera voir clairement l'état de la question des transports dans l'est de la Russie.

Le père des frères Louis, Robert et Alfred Nobel, est Emmanuel Nobel, inventeur de la torpille; il vendit en **1838** au gouvernement russe le secret de ces engins. Lors de la guerre de **1855**, il installa sur les bords de la Néva une usine pour la fabrication des appareils destinés à la flotte de guerre, et s'adjoignit ses deux fils Robert et Louis; ils construisirent entre autres une cinquantaine de navires pour le Volga, et les chantiers prirent un grand développement jusqu'en **1860**. Vers cette époque, à une période d'activité succéda une période de calme, la construction s'arrêta, et Emmanuel Nobel, ayant perdu sa fortune et sa santé, se retira en Suède où il mourut.

Louis Nobel, dans l'usine de son père, avait acquis une grande réputation comme mécanicien, et lors de la faillite il continua quelque temps à diriger les travaux en cours; puis il établit à son compte, avec un capital d'une centaine de mille francs, un petit atelier de construction, passant des marchés avec le gouvernement russe pour construire et transformer des armes et fondre des projectiles.

Alfred Nobel s'adonna aux recherches chimiques et découvrit la dynamite, invention qui fit sa fortune.

Robert Nobel se rendit en Allemagne, et s'occupa de l'industrie des huiles minérales qui venait de prendre un développement considérable en Amérique.

En **1874**, ayant eu occasion de faire un voyage dans le Caucase pour acheter des bois destinés aux armes que construisait son frère, il revint enthousiasmé de la richesse du pays en huile minérale. Aidé par les capitaux de son frère Louis, qui en douze ans avait réalisé une fortune de dix millions, il s'établit raffineur d'huile à Bakou; l'année suivante, il résolut d'appliquer à cette industrie toutes les ressources de la chimie et les connaissances qu'il avait acquises pour lui donner une puissante organisation commerciale. Il s'éleva tout d'abord contre les transports en barils qui étaient

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ents et ruineux, mais il n'obtint pas la participation de ses voisins pour l'établissement d'une canalisation de Balakhani à Bakou. Cette canalisation de 14 kilomètres lui coûta 250 000 francs, somme qui fut couverte en une année.

L'envoi de l'huile par barils sur les divers marchés donnait encore lieu à un transport ruineux, Robert et Louis Nobel songèrent alors à demander à la Compagnie de navigation du Volga de construire pour eux des bateaux-citernes, en échange d'un marché de transport très avantageux pour plusieurs années. La Compagnie refusa, et MM. Nobel se décidèrent à construire eux-mêmes une flottille à vapeur. Ils avaient un établissement de construction sur la Néva qui leur fut d'une grande ressource, et ils eurent ainsi sur les autres maisons de Bakou des avantages considérables qui défiaient toute concurrence : Robert l'ingénieur commandait aux chantiers, Louis dirigeait les opérations commerciales, et Alfred faisait les recherches scientifiques.

Les autres industriels durent nécessairement les suivre dans leurs progrès, et c'est ainsi qu'ils donnèrent l'élan à une industrie qui a atteint aujourd'hui un si grand développement.

Déjà leurs chantiers de la Néva ne suffisant plus, MM. Nobel firent construire, ainsi que d'autres industriels à leur imitation, des navires en Suède et en Finlande. Ces navires étaient en deux pièces et fermés par une cloison étanche, pour passer par le canal qui réunit la Néva au Volga, puis les deux parties étaient assemblées à Astrakan pour constituer des bateaux pouvant naviguer sur la Caspienne.

Les bas-fonds du Volga nécessitèrent encore une seconde flottille de bateaux-citernes à plus faible tirant d'eau, dans lesquels on transvasait l'huile qui devait remonter en Russie. Les grands navires délestés prennent de l'eau qu'ils ramènent à Bakou, car cette ville en manque totalement; l'eau y est réellement d'une plus grande valeur que l'huile.

L'huile, étant transvasée à Astrakan, remonte par la flottille du Volga jusqu'à Tsaritzin, où elle est emmagasinée dans d'immenses réservoirs; de là elle est répartie dans toute l'Europe.

Comme il est dit plus haut, tous les navires qui transportent l'huile de Bakou ne brûlent que ce combustible, qui est bien plus économique et bien plus avantageux que le charbon ou le bois, malgré le prix très peu élevé de celui-ci dans la région du Volga. On fait usage d'un foyer à pulvérisateur; l'huile est entraînée par un jet de vapeur; la flamme a une température élevée et régulière. On admet qu'une tonne d'huile vaut environ deux à trois tonnes de charbon, suivant la perfection des appareils. Ce combustible a, de plus, l'avantage de ne pas produire de fumée, ce qui est important pour la marine de guerre, et la flamme se règle si facilement, qu'un seul homme suffit pour surveiller tous les fourneaux d'un navire; on règle la flamme au départ, et l'on ne s'en occupe plus jusqu'à destination.

Tsaritzin est un lieu d'entrepôt considérable; il fallut, dès le début, un matériel de 1 500 wagons-réservoirs qui furent tous construits sur place.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La réserve d'huile est de 22 millions de litres à Tsaritzin ; Orel est un second dépôt qui en renferme 80 millions, et il en existe encore 60 millions dans d'autres dépôts; ces établissements ont coûté près de 62 millions de francs.

La création de ces immenses entrepôts est due aux conditions climatériques de la Russie ; en effet, la navigation est interrompue sur le Volga pendant quatre mois de l'année, il fallait donc emmagasiner une quantité suffisante d'huile pour subvenir pendant plusieurs mois aux besoins du commerce. Orel, ville située au milieu de districts populeux, a été choisi pour l'emplacement du dépôt central.

L'huile est vendue sur wagons-réservoirs aux divers négociants, qui ont quinze jours pour en prendre livraison. Les compagnies, moyennant une commission, perçoivent le prix de la marchandise, de sorte que toute livraison est faite au comptant.

Les manutentions se font rapidement; chaque train est composé de vingt-cinq wagons de 10 tonnes, et chaque wagon est rempli en moins de quatre minutes. C'est dans ces conditions que l'huile peut être livrée dans les pays d'Europe à un prix très bas, où elle pénètre maintenant malgré les résistances qui se sont présentées tout d'abord en Allemagne, à cause de certains règlements d'interdiction qui ont disparu actuellement; à la frontière, il faut cependant transvaser le liquide des wagons russes dans les wagons allemands, à cause des conditions différentes où se trouvent les deux matériels.

Diverses maisons chargent des huiles sur des navires qui se dirigent sur les ports d'Allemagne, de France et d'Angleterre et qui partent du port Libau, toujours accessible en hiver.

Il y a encore une dernière voie de communication, celle de Bakou à Batoum, qui a pris également un développement considérable depuis que la voie ferrée transcaucasienne est achevée, et bien que la région de la mer Noire puisse fournir pour sa part une quantité considérable d'huile de naphte.

Les relations commerciales avec l'Asie sont appelées à prendre une extension énorme, si l'on réfléchit que les Indes renferment 250 millions d'habitants, qui devront tôt ou tard faire usage des huiles du Caucase ; le développement des voies ferrées en Arménie et en Perse favorisera beaucoup ces relations, et celles-ci s'étendront rapidement, si l'on songe qu'en 1871 la Russie ne consommait que 40 000 litres de kérosine et qu'actuellement elle en consomme plus de 180 millions.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 9 Mai 1884.

Présidence de M. BECQUEREL, Vice-Président.

CORRESPONDANCE. — M. le *Ministre du commerce* adresse une lettre en réponse au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport (1) qui lui a été présenté, et qui est relatif au service des Brevets d'invention.

M. le *Ministre du commerce* adresse également une proposition de loi, présentée au Sénat, le 29 février 1884, relative aux fraudes tendant à faire passer pour français des produits fabriqués à l'étranger ou en provenant, avec prière de la renvoyer avec l'avis du Conseil de la Société. (Comité de commerce.)

M. F. *Baudet*, 124, rue de Tolbiac, et 129, avenue de Choisy, à Paris, adresse la description d'un moteur à vapeur rotatif breveté. (Art mécaniques.)

M. E. *Aureggio*, vétérinaire en premier au 4e cuirassiers, à Lyon. Systèmes de ferrures à glace. (Agriculture.)

M. J. *Laffite*, 99, avenue Parmentier, à Paris. Plaque et poudre chimiques pour souder le fer et l'acier. (Arts mécaniques.)

M. J. *Marian*, ingénieur civil, à La Haye-du-Puits (Manche). Projet d'exploitation d'une carrière et d'usine de concassage de pierres.

M. Alexandre *Vernet*, 118, boulevard Voltaire, à Paris. Appareil aérostatique.

M. J. *Simond*, étudiant en médecine, 4 *bis*, rue des Écoles. Perfectionnement apporté aux irrigateurs. (Arts économiques.)

M. *Meyniel*, professeur à l'*Institution Marelle*, à Villiers-le-Bel (Seine-et-Oise). Appareil pour empêcher la collision de deux trains marchant sur la même voie.

M. L. *Delfosse*, ajusteur, à Denain. Suite à une communication sur son système de tiroir de machine mû par un seul excentrique. (Arts mécaniques.)

M. *Fénon*, horloger de l'Observatoire de Paris, 57, rue de Lancry. Pendule astronomique avec interrupteur électrique. (Arts mécaniques.)

M. *Dulché*, 31, rue Brézin, à Paris. Machine à faire les cadres en bois. (Arts mécaniques.)

M. An. *Colleret-Rosensteel*, mécanicien, à Frigolet, près Tarascon-sur-Rhône. Perfectionnement au scaphandre. (Arts économiques.)

M. *Towne*, officier d'Académie, 157, rue de Paris, à Clamart (Seine). Note relative à l'application de la lampe à incandescence de M. *Trouvé* à l'éclairage de fils du réticule des lunettes méridiennes et équatoriales et à la lecture de leurs verniers. (Arts économiques.)

M. Ch. *Lauth*, administrateur de la Manufacture nationale de Sèvres. Note sur le coulage de la porcelaine. (*Bulletin*.)

M. *Livache*, 24, rue de Grenelle-Saint-Germain. Note sur l'influence des métaux sur l'oxydation de l'huile de lin. (Arts chimiques.)

M. L. *Lesage*, ouvrier cirier, 52, route de Fontainebleau, à Gentilly. Nouvelle chandelle et mèche à chandelle.

---

(1) Rapport fait par M. Lavollée, au nom du comité de commerce, sur une communication relative au service des brevets d'invention ; voir le Compte rendu de la séance du 25 janvier 1884 et le *Bulletin* de février.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Cassius Bourin,* 59, rue Bayard, à Toulouse. Produit pour désinfecter les fosses d'aisances. (Arts chimiques.)

M. E. *Guérineau,* 54, boulevard d'Argenton, à Neuilly-sur-Seine. Système de navigation aérienne.

M. *Gazzotti Giovanni,* à Castelsangiovanni, province de Piacenza (Italie). Mémoire sur un moyen de détruire le peronospora de la vigne. (Agriculture.)

M. L. *Duprat,* producteur, à le Heaulme, par Marines (Seine-et-Oise). Eau-de-vie et sirop de cidre. (Agriculture.)

M^me^ E. *Guibert,* à Mézières, par Épône (Seine-et-Oise). Régénérateur du D^r^ *Guibert* pour les plantes. (Agriculture.)

M. Oscar *Marlier,* 103, route de Flandre, à Aubervilliers (Seine). Sur la fabrication des produits d'amiante.

M. *Royer* fils, à Dijon, propose un des anciens ouvriers de sa fabrique de produits chimiques pour un prix de la Société.

M. Franz Josef *Picha,* à Nussdorf. Note sur un liquide destructeur du phylloxera. (Agriculture.)

M. Léon *Francq,* 3, avenue du Coq, à Paris. Prix de revient de la traction par les locomotives sans foyer sur le tramway de Lille à Roubaix.

Une Exposition nationale des arts industriels aura lieu au palais du Louvre (place du Carrousel) en mai, juin et juillet 1884, président M. *Antonin Proust,* sénateur.

A l'occasion de l'Exposition industrielle qui ouvrira à Rouen le 1^er^ juin 1884 jusqu'au 30 septembre suivant, un congrès d'hygiène industrielle aura lieu dans cette ville les samedi 26 et dimanche 27 juillet, sous le patronage de la Société Industrielle, avec le concours du conseil central d'hygiène publique et de salubrité de la Seine-Inférieure et de la Société de médecine de Rouen.

Les personnes qui ont l'intention de coopérer au congrès devront adresser *franco, avant le 30 juin,* à M. le Secrétaire général du comité d'organisation du congrès d'hygiène industrielle, rue Jeanne-Darc, 7, Rouen, leur adhésion et le titre du travail qu'elles désirent présenter au congrès.

Programme des concours de la Société industrielle du nord de la France en 1884.

La Société a reçu :

Deux exemplaires du n° 11 du *Bulletin officiel* des brevets d'invention, de M. le *Ministre du commerce.*

La publication du Catalogue cesse à partir du brevet n° 159501. Le *Bulletin officiel* tiendra lieu de Catalogue.

Notes *sur quelques problèmes sur le mouvement relatif et sur la chaînette d'égale résistance,* par M. Ed. *Collignon,* ingénieur en chef des ponts et chaussées, membre du Conseil.

Bulletin de la Société des Arts, de Genève (classe d'industrie et de commerce).

Biographie de O. Hallauer, par M. *Hirn.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Études sur les machines à vapeur, par M. Auguste *Taurines*.

Installation d'une pompe Greindl entre deux biefs d'aspiration et de refoulement à niveaux variables, par M. *Poillon*, ingénieur civil.

Du prix de revient des machines en France, en Angleterre et en Allemagne, par M. S. *Périssé*, ingénieur civil.

La nouvelle législation anglaise sur les patentes d'invention, les marques et les dessins de fabrique, par M. *Thirion*, ingénieur civil.

Recherches expérimentales sur la dessiccation artificielle du bois, par M. A. *Marcus*.

Conférence sur les applications industrielles du gaz, par M. G. *Lefebvre*, ingénieur à la Compagnie parisienne du gaz.

Rapport des opérations de la Commission géologique et d'histoire naturelle du Canada, en 1880, 1881 et 1882.

New determinations of ammonia, chlorine and sulphuric acide, in the rain-water collected at Rothamsted, par sir J.-B. *Lawes*, J.-H. *Gilbert* et R. *Warington*.

Note sur le parc national de Yellowstone, aux États-Unis, et *Note sur le Jardin botanique de Liège*, par M. Ch. *Jolly*.

Sur la fermentation des cuves d'indigo, par M. L. *Benoist*, micrographe-adjoint à l'Observatoire de Montsouris.

La force centrifuge appelée à remplacer la vapeur, par M. A. *Mouillard*.

Ces ouvrages seront déposés à la Bibliothèque.

NOMINATION DE DEUX MEMBRES DU CONSEIL. — *Commission des fonds*. — Le scrutin est ouvert pour la nomination d'un membre de la Commission des fonds.

Sont présentés : 1° M. *Lutscher*, administrateur de la Cie d'Assurances la Nationale et des houillères d'Épinac ; 2° *ex æquo*, M. *Bordet*, inspecteur des finances, et M. *Schlemmer*, inspecteur général des ponts et chaussées.

M. *Lutscher*, ayant réuni la majorité des suffrages, est nommé membre du Conseil.

Comité des arts mécaniques. — Le scrutin est ouvert pour la nomination d'un membre du comité des arts mécaniques.

Sont présentés : 1° M. Maurice *Lévy*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, membre de l'Académie des sciences ; 2° M. *Brull*, ingénieur civil.

M. Maurice *Lévy*, ayant réuni la majorité des suffrages, est nommé membre du Conseil.

DÉCLARATION DE VACANCES DANS DIVERS COMITÉS. — M. *Legrand*, au nom de la Commission des fonds, demande qu'une seconde vacance soit déclarée dans cette Commission pour compléter le nombre de ses membres.

La proposition est adoptée.

M. *Collignon*, au nom du comité des arts mécaniques, demande également qu'une vacance soit déclarée dans ce comité afin de compléter le nombre de ses membres.

La proposition est adoptée.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Appareils dynamométriques*. — M. *Tresca*, au nom du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comité des arts mécaniques, lit un Rapport sur les appareils dynamométriques de M. *Deny*.

M. *Tresca* propose de remercier M. *Deny* de son intéressante communication, et demande l'insertion du Rapport au *Bulletin* avec un dessin sur bois de l'un des appareils.

Les conclusions sont adoptées.

Règle à calcul de M. Péraux. — M. le colonel *Goulier* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un Rapport sur les règles à calcul à deux réglettes de M. *Péraux*, négociant à Nancy.

Le comité propose de remercier M. *Péraux* de son intéressante communication, et d'insérer le Rapport au *Bulletin* de la Société avec des explications sur la manœuvre de la règle et la reproduction, par une planche, des échelles logarithmiques naturelles et, s'il est possible, d'un fragment de la règle.

Communications. — *Machines hydrauliques.* — M. *Tresca*, membre du Conseil, présente de la part de M. de *Caligny*, correspondant de l'Académie des sciences, les deux volumes qu'il a publiés sous le titre : *Recherches théoriques et expérimentales sur les oscillations de l'eau et les machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes, qui sont de son invention.*

M. le *Président* remercie M. *Tresca* de sa communication, et renvoie les Mémoires de M. *de Caligny* au comité des arts mécaniques.

Lampes de sûreté pour mines. — M. *Haton de la Goupillière*, membre du Conseil, fait connaître deux perfectionnements apportés par M. *Lechien*, constructeur à Mons, Belgique, aux lampes de sûreté pour mines à grisou.

M. le *Président* remercie M. *Haton* de son intéressante communication, qui est renvoyée à la Commission du *Bulletin*.

Photocalque de M. Cheysson. — M. *Davanne*, membre du Conseil, présente l'ensemble des procédés employés par M. *Cheysson* au Ministère des travaux publics pour la reproduction partielle de plans et dessins comportant des modifications ou annotations.

M. le *Président* remercie M. *Davanne* de son intéressante communication, qui est renvoyée à la Commission des beaux-arts.

Séance du 23 mai 1884.

Présidence de M. Becquerel, Vice-Président.

Correspondance. — M. Édouard *Comte*, à Chantilly (Oise). Casse-mèches appliqué aux machines préparatoires de filature. (Arts mécaniques.)

M. *Jacquet*, chef de division honoraire à la préfecture de la Savoie, 50, place Caffe, à Chambéry. Système d'encliquetage automatique pour appareils télescopiques et spécialement pour suspensions d'appareils d'éclairage. (Arts mécaniques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Aug. *Coret*, mécanicien, 8, cours Charlemagne, à Lyon. Projet de machine électrique fondée sur l'électrisation des courroies de transmissions. (Arts économiques.)

M. H. *Bouillet*, 20, rue de Lancry, à Paris. Produit insecticide applicable au phylloxera. (Agriculture.)

M^lle^ Joséphine *Bourbaud*, 4, rue des Prêtres-Saint-Séverin, à Paris. Quatre Mémoires sur des questions diverses.

M. *Escalle*, ingénieur, membre de la Société scientifique et littéraire d'Alais (Gard), 7, rue de la Galère, écrit en qualité de Président du comité d'initiative pour l'érection d'une statue à J.-B. Dumas, et prie la Société de vouloir bien prendre part à l'érection du monument. (Commission des fonds.)

La Société a reçu de M. le *Ministre du commerce* deux exemplaires du tome XXVIII, 1^re^ et 2^e^ séries, de la *Collection des brevets d'invention*.

— Le *discours* prononcé par M. *Fallière*, *Ministre de l'instruction publique et des beaux-arts*, à la séance générale du congrès des Sociétés savantes, le 19 avril 1884.

— *Etude sur les courants telluriques*, par M. *Blavier*, inspecteur général au Ministère des postes et télégraphes.

— *L'impôt sur le sucre*, par M. Hippolyte *Leplay*.

— *Considérations à propos de notre commerce extérieur*, par M. Émile *Gallé*.

— *Annales* de la Société d'agriculture, industrie, sciences, arts et belles-lettres du département de la Loire, 1883.

— *The periodic Law*, par John A. R. *Newlands*.

— *Pièce en vers sur J.-B. Dumas*, par M. *Benoît-Duportail*.

Ces ouvrages seront déposés à la Bibliothèque.

NOMINATION DE DEUX MEMBRES DU CONSEIL. — *Commission des fonds*. — Le scrutin est ouvert pour la nomination d'un membre de la Commission des fonds.

M. *Bordet*, inspecteur des finances, ayant réuni l'unanimité des suffrages, est nommé membre du Conseil.

Comité des arts mécaniques. — Le scrutin est ouvert pour la nomination d'un membre du comité des arts mécaniques.

Sont présentés : 1° M. *Brull*, ingénieur civil; 2° M. Alfred *Iresca*, ingénieur civil.

M. *Brull*, ayant réuni la majorité des suffrages, est nommé membre du Conseil.

DÉCLARATION DE VACANCES DANS DIVERS COMITÉS. — M. *Dumas*, au nom du comité des constructions et des beaux-arts, demande qu'une vacance soit déclarée dans ce comité.

La proposition est adoptée.

M. *Lavalard*, au nom du comité d'agriculture, demande qu'une vacance soit déclarée dans ce comité.

La proposition est adoptée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT DES COMITÉS. — *Graisseur mécanique.* — M. *Lecœuvre*, au nom du comité des arts mécaniques, lit un Rapport sur le lubrifieur mécanique, système *Mollerup*, présenté par M. *Drevdal.*

Le comité propose de remercier M. *Drevdal* de son intéressante communication, et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* avec les dessins qui l'accompagnent.

Ces conclusions sont adoptées.

Scie à découper le marbre. — M. le comte *Dufresne*, au nom du comité des beaux-arts, lit un Rapport sur la scie à découper le marbre de M. *Jeansaume.* Le comité propose de remercier M. *Jeansaume* de son intéressante communication, et d'insérer le Rapport au *Bulletin* avec un dessin de l'appareil.

Ces conclusions sont adoptées.

Désembrayage et casse-fil. — M. *Simon*, au nom du comité des arts mécaniques, lit un Rapport sur le nouveau désembrayage et le casse-fil indépendant de M. Emanuel *Buxtorf*, ingénieur-mécanicien, à Troyes.

Le comité propose de remercier M. *Buxtorf* de son intéressante communication, et d'insérer le Rapport au *Bulletin* avec une planche des dessins de l'appareil.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATION. — *Appareil élévatoire.* — M. Théophile *Foucault*, ingénieur, 51, rue Claude-Bernard, à Paris, fait une communication sur l'élévation de l'eau sans moteur, en décrivant les divers appareils qu'il a créés et qui sont destinés à l'agriculture. Leur fonctionnement est automatique, sans main-d'œuvre ni surveillance, leur construction est très rustique, ils ne comportent aucun mécanisme et ne nécessitent ni entretien ni réparation. La marche en est des plus simples et n'exige aucun ouvrier spécial, il suffit d'alimenter le foyer du combustible nécessaire.

M. le *Président* remercie M. Théophile *Foucault* de son intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts économiques.

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.

PARIS. — IMPRIMERIE DE JULES TREMBLAY, RUE DE L'ÉPERON, 5;
Madame Veuve TREMBLAY, née Bouchard-Huzard, successeur. — 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

83e année. Troisième série, tome XI. Juillet 1884.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS.

RAPPORT *fait par* M. DUFRESNE, *au nom du comité des constructions et des beaux-arts, sur la* SCIE A DÉCOUPER LE MARBRE, *de* M. JEANSAUME, 264, *boulevard Voltaire, à Paris.*

Messieurs, chargé par votre comité des beaux-arts d'examiner l'invention de M. Jeansaume (procédé nouveau pour le sciage des pierres tendres et dures, marbres, onyx, etc., à l'aide d'une scie sans fin), je dois vous dire que ma première inquiétude, en recevant la visite de M. Jeansaume, fut de trouver un inventeur cherchant dans une voie fausse et apportant un procédé coûteux ou irréalisable.

Le sciage de la pierre dure, du marbre, est ordinairement long; l'acier le plus résistant finit par se détremper, l'outil faussé engagé entre des pâtes de grès, de matières pulvérisées, de poussières qui se coagulent avec l'eau qu'on verse dans la fente du sciage, tout me faisait redouter de fréquents insuccès.

Enfin, quand l'inventeur me montra une scie étroite, aux dents fines, ma terreur de voir un homme sympathique, au regard intelligent, perdre son temps dans des essais inutiles s'augmenta encore.

Mes outils de sculpteur s'étaient si souvent ébréchés, détrempés sur des marbres; j'avais vu tant de mèches tordues, se briser, s'engager, que je doutais fortement aux premières paroles de M. Jeansaume.

Cependant je suis allé chez lui, et dès que j'ai vu sa machine fonctionner, j'ai été converti à son idée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Jeansaume n'est pas d'ailleurs un inventeur à ses débuts ni un chercheur de rencontre.

Appartenant au travail par sa naissance de race Phocéenne, il est intelligent comme ses ancêtres les Hellènes, et prompt comme un Marseillais à mettre une idée en pratique. Patient, courageux, il est matelot d'abord, mais à bord il ne se repose de son rude labeur de machiniste que pour exécuter un vrai chef-d'œuvre, pendant que tant d'autres eussent donné au sommeil le temps de trêve que lui laissait l'ardente fournaise des machines, sous un soleil souvent plus rude que celui de son pays natal. Lui, de ses mains adroites, construisait avec du bronze le portrait, réduit à l'échelle, du navire qui le portait; hélice, canons, rien n'y manque, et le géant ramené aux proportions d'un joujou tonne et vire à volonté. Le capitaine, les passagers sont dans l'admiration, et dès que le matelot rentre à Toulon, on s'empresse de mettre à profit dans les ateliers de l'État de si habiles mains. Admis au grand arsenal, le matelot en sort chef ouvrier forgeron, mais surtout il en sort sachant de mathématiques tout ce qu'il faut pour créer d'ingénieuses machines, tout ce qu'il faut de dessin pour avoir à sa disposition cette merveilleuse langue artistique, la langue la plus claire, la plus concise, la plus durable et la plus internationale des langues : la langue du dessin.

Sorti des ateliers de l'État, M. Jeansaume ne se borne plus à faire des modèles de navire avec du bronze, ni à être un habile ouvrier forgeron; il est appelé à Paris, en 1874, par une importante maison de construction, et il apporte de grandes améliorations à une machine qu'il avait établie à Toulon pour plisser, tuyauter les étoffes; il lui donne la possibilité non seulement de plisser, de relever, de gaufrer l'étoffe, il la rend habile à repasser le tissu lui-même avec ou sans apprêt.

Enfin l'idée ingénieuse qu'il vous apporte aujourd'hui ne s'attache plus à rendre docile à sa pensée le lin, le coton, la laine pour des caprices féminins, modes éphémères qu'une mode peut emporter.

Comme ses ancêtres de Tyrenne, M. Jeansaume s'attaque au marbre, il le taille, il le découpe, il le signe de son nom découpé dans une tranche de marbre blanc ou noir. Ingénieux toujours sinon artiste, mécanicien habile, il demande à la vapeur de l'aider pour faire obéir la matière la plus rigide, la plus compacte, et souvent la plus fragile, la plus rebelle à nos ciseaux. Il attaque le marbre sans avoir à redouter ces étonnements profonds qu'un coup donné à faux par des praticiens maladroits rendent si fréquents. Il évite le danger des fils de formation imparfaite. Sans fracture, sans éclat, il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

découpe la matière la plus résistante comme s'il taillait du bois, du carton ou du cuir.

Voici comment il procède, en quoi consiste son invention.

Le marbre et la pierre dure sont ordinairement attaqués lentement par des scies sans dents ou des fils métalliques aidés de poussières dures, grès, granit, etc. M. Jeansaume se sert d'une scie ordinaire large à peine d'un demi-centimètre, ayant des dents verticales et courtes comme celles d'une scie à métaux; seulement, une semblable scie, par les procédés habituels, ne ferait pas une révolution sans s'échauffer, se tordre et s'user.

Dans le procédé que j'ai eu à examiner, à peine le passage de la dent de la scie a-t-il attaqué le marbre au milieu d'un courant d'eau froide, que la scie rencontre un petit appareil très simple, une molette, qui refait sur la lame de la scie ce que la matière dure avait altéré, emporté des dents, et la légère bavure du métal produit par cette reconstitution, due à la molette, s'use en servant à donner de la voie à la scie. Cette rénovation continuelle, qui dure autant que la destruction, serait sans fin si le métal pouvait durer toujours; mais c'est là que fut ma surprise véritable. La rénovation des dents se fait sans usure considérable et pour ainsi dire appréciable comme argent; et quand la scie se casse, ce qui n'arrive qu'après un temps assez long, on la rebrase et elle sert de nouveau.

La vitesse de la scie est à peu près la même que celle d'une machine destinée au même usage et qui coupe du bois.

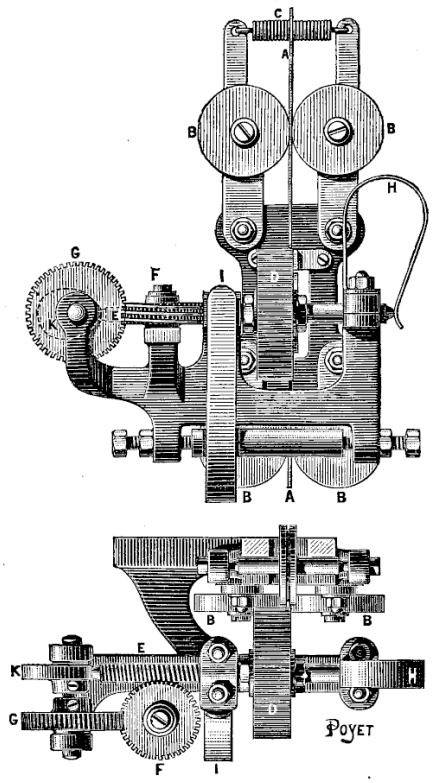
La dépense dépasse à peine 1 franc par heure, ce qui est peu de chose si on compare le prix de revient et la tâche accomplie; un balustre en onyx taillé sur ses quatre faces avec toute l'élégance de proportions possibles, ne coûterait, d'après M. Jeansaume, qu'une cinquantaine de francs à établir, prix hors de proportion tout à fait avec la main-d'œuvre et les outils ordinaires. De plus, la matière est surtout ménagée par le découpage, car un travail de sciage permet souvent d'avoir, dans une même matière, la partie et la contre-partie. Ainsi, jamais d'accidents, d'éclats funestes, de fils séparés, d'étonnements profonds; malheurs fréquents avec des mains imprudentes ou maladroites par les anciens procédés.

Tout ce qui est mosaïque, balcons découpés, préparations d'applique, sur des monuments, devra, dans un temps donné, s'exécuter à l'aide de l'ingénieuse machine de M. Jeansaume.

Enfin, pour la sculpture proprement dite, je crois que la machine, un peu modifiée, pourra rendre des services importants. La question serait de pou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

voir avancer des blocs sur des chariots et de préparer, à l'aide d'un épanclage rendu bien clair par des dessins, un travail qu'autrement on doit demander au ciseau du praticien.



Les sculpteurs du XVI^e^ siècle (Michel-Ange le premier) recommandaient à leurs élèves de dessiner sur les quatre faces d'un bloc les profils d'une statue, et de faire sortir la figure ainsi ébauchée de cette première enveloppe informe de la pierre ou du marbre. Si l'invention de M. Jeansaume peut abréger le travail des praticiens par un sciage préalable, il aura rendu un service véritable aux artistes.

Je ne puis douter maintenant ni de l'obéissance de la scie, ni de l'esprit inventif de M. Jeansaume, si le poids et la masse du bloc ne rendent pas difficile ou impossible une question que j'ai vu si facilement trancher, quand il s'agissait d'épaisses planches de marbre blanc, noir ou même d'onyx.

Je ne puis donc, messieurs, qu'encourager le patient inventeur, et vous proposer de prendre en sérieuse considération les travaux de M. Jeansaume, de le remercier de la communication qu'il a faite à la Société d'encouragement, et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* avec un dessin de l'appareil.

Signé : Comte Dufresne de Saint-Léon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 23 *mai* 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA SCIE A DÉCOUPER LE MARBRE, DE M. JEANSAUME.

La figure représente la portion de l'appareil où s'effectue la denture de la scie; le mécanisme est monté sur un bâtis ordinaire de scie à ruban.

A, A, ruban de scie.

B, B, B, B, galets pour le guidage et le maintien de la scie.

C, ressort rapprochant les galets B.

D, molette en acier trempé faisant la denture de la scie; elle est entraînée par le mouvement du ruban.

E, vis sans fin placée sur l'axe de la molette et communiquant un mouvement de rotation à la roue F.

G, roue engrenant avec la roue F et donnant à l'axe de la molette un mouvement d'avancement suivant son axe au moyen de la came K.

H, ressort tendant à ramener l'axe en sens contraire.

I, ressort faisant appuyer la molette sur le ruban.

Le ruban mis en place entraîne la molette et celle-ci trace les dents; au bout de quelques instants la denture est faite, puis est entretenue pendant le travail jusqu'à usure du ruban.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. LECOEUVRE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* LUBRIFIEUR MÉCANIQUE (SYSTÈME MOLLERUP) *présenté par* M. DREVDAL, *rue de Chabrol,* 40, *à Paris.*

Messieurs, tous les industriels sont d'accord pour reconnaître la nécessité de graisser régulièrement les organes de distributien, le cylindre et le piston d'une machine à vapeur. Les nombreux appareils qu'on ne cesse d'imaginer pour atteindre ce but attestent l'importance qu'ils y attachent : ils sont manœuvrés soit à la main, soit mécaniquement. C'est dans cette seconde classe que se trouve rangé le système Mollerup que vous a présenté M. Drevdal.

Dans les graisseurs manœuvrés à la main, le graissage, étant intermittent, est tantôt beaucoup trop abondant, tantôt presque nul, de sorte que, tout en dépensant une grande quantité de matière grasse, huile ou suif préalablement fondu, on obtient un résultat très défectueux. L'auteur du nouveau système a cherché à obtenir un graissage continu en n'employant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que la quantité d'huile strictement nécessaire pour s'opposer à la destruction des surfaces en contact. Non seulement il y a une économie notable à opérer de la sorte, mais les dépôts graisseux, qu'on rencontre dans les chaudières lorsqu'on se sert de l'eau de condensation ou de la vapeur condensée pour effectuer l'alimentation, sont moins abondants et, par suite, les explosions occasionnées par leur présence deviendront beaucoup plus rares.

Au lieu de graisser le tiroir et l'intérieur du cylindre, comme on le pratique habituellement, on a reconnu qu'il était préférable de graisser la vapeur un peu avant son arrivée dans la boîte de distribution.

L'appareil du système que nous considérons est essentiellement formé d'un corps de pompe cylindrique, fermé à la partie inférieure, et garni à la partie supérieure d'un presse-étoupe dans lequel s'engage un piston plongeur. C'est entre le bas de ce piston et le fond du cylindre qu'on verse l'huile destinée au graissage ; pour cela, il existe en contre-bas du presse-étoupe une tubulure fermée par un obturateur à vis : une seconde tubulure, avec robinet, située au même niveau, sert à la sortie de l'huile. Pour envoyer cette huile au tuyau de conduite de vapeur, une fois que le robinet est ouvert, il suffit d'exercer une pression sur le liquide et, par suite, de faire descendre le piston plongeur avec une vitesse convenable. Ce mouvement est obtenu d'une manière excessivement simple. Dans l'axe du piston, et à son sommet, s'engage une vis fixe surmontée d'une roue hélicoïdale mise en contact avec une vis sans fin, à laquelle on donne un mouvement de rotation très lent à l'aide d'un levier à cliquet. En reliant ce levier à l'un des organes mobiles de la machine, il est toujours facile d'arriver à lui imprimer un mouvement de va-et-vient de l'amplitude voulue, pour faire avancer la roue à rochet d'une ou plusieurs dents. Une fois la machine motrice en marche, le piston, dans lequel pénètre la vis verticale, descend lentement jusqu'à ce qu'il soit parvenu à l'extrémité de sa course ; à ce moment le piston, ne pouvant plus s'avancer, tourne en même temps que la vis, sans, par conséquent, produire de rupture. En pratique, il serait désavantageux d'aller jusque-là, parce qu'alors le graissage serait interrompu. Comme l'appareil est toujours plus que suffisant pour assurer le service pendant le cours d'une journée, il est préférable de le remplir complètement d'huile chaque matin, avant la mise en marche de la machine.

Pour éviter la sortie de l'huile par le tuyau de refoulement, après l'arrêt du moteur, l'inventeur a jugé convenable de rapporter à l'extrémité de ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tuyau une soupape pressée par un ressort. Il est ainsi certain que le graissage aura lieu dès les premiers coups de piston, ce qui est fort précieux, car c'est à ce moment qu'il est le plus nécessaire.

D'après la description sommaire du lubrifieur Mollerup, on voit que l'huile doit arriver goutte à goutte, d'une manière continue, jusqu'au tuyau d'amenée de vapeur, et se trouve entraînée vers le tiroir ou les soupapes de distribution, puis vers le cylindre. Elle y parvient dans un grand état de division; de la sorte toutes les surfaces frottantes sont parfaitement graissées.

Dans les appareils établis comme nous venons de l'indiquer, on pourrait craindre que le piston plongeur ne tournât en même temps que la vis. Cet inconvénient n'a pas été, jusqu'à présent, constaté, parce qu'on a toujours eu soin de serrer le presse-étoupe aussi fortement que possible. Il serait au reste très facile d'y remédier en armant d'une nervure échancrée l'une des branches du support de la vis, et en rapportant une saillie d'une faible hauteur à l'extrémité supérieure du piston. On aurait de la sorte un guide qui s'opposerait au mouvement de rotation du piston pendant la plus grande partie de sa course, tout en permettant à ce piston de tourner avec la vis quand il rencontrerait le fond du cylindre.

M. Drevdal accuse l'application d'environ deux mille appareils de graissage, particulièrement à l'étranger, ce qui indique que ce système a reçu, sur une grande échelle, la sanction de la pratique. Il commence à être sérieusement employé en France, où il fonctionne dans les ateliers des chemins de fer du Nord et de l'Est, dans le service d'élévation des eaux de la ville de Paris, dans les établissements de MM. Cail et comp., de M. Piat, etc. Votre rapporteur a eu l'occasion de le voir appliqué chez ce dernier constructeur, qui n'a qu'à se louer de son fonctionnement.

Tous les certificats qui nous ont été communiqués, et ils sont nombreux, s'accordent à déclarer que le nouveau graisseur est de beaucoup supérieur à la plupart des appareils de graissage dont on fait habituellement usage, et que la consommation d'huile est réduite d'au moins 50 pour 100.

En résumé, l'appareil du système Mollerup assure, avec économie et régularité, le graissage pendant le fonctionnement de la machine motrice, sans qu'il y ait à craindre l'engorgement du tuyau de refoulement de l'huile, et diminue notablement les chances de grippement et, par conséquent, l'usé des pièces en mouvement.

Par suite de ces avantages importants, votre comité des arts mécaniques vous propose de remercier M. Drevdal de son intéressante commu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nication, et d'ordonner l'insertion du présent Rapport au *Bulletin* avec les dessins qui l'accompagnent.

Signé : LECOEUVRE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 23 *mai* 1884.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 156 (FIG. 1, 2, 3 ET 4), REPRÉSENTANT LE LUBRIFIEUR DU SYSTÈME MOLLERUP.

Fig. 1. Élévation.

Fig. 2. Plan.

Fig. 3. Coupe verticale suivant *a b*.

Fig. 4. Détail de la soupape de retenue.

A, cylindre en fonte fermé à la partie inférieure qu'on peut, au besoin, appliquer contre une surface verticale.

B, presse-étoupe dans lequel le serrage de la garniture est obtenu au moyen d'un chapeau à oreilles.

C, piston plongeur en bronze s'engageant dans le presse-étoupe B qui a toujours besoin d'être assez serré pour que ce piston, pendant la descente, ne puisse pas tourner autour de son axe. Ce mouvement de rotation ne doit avoir lieu que lorsque le piston rencontre le fond du cylindre.

D, support à deux branches en forme d'arcade reposant au sommet du cylindre A.

E, vis fixe soutenue par le support D. Elle s'engage au sommet du piston C formant écrou, et se trouve munie à sa partie inférieure d'un écrou avec rondelle.

F, roue hélicoïdale clavetée à l'extrémité supérieure de la vis E.

G, manneton de manivelle, rapporté sur la roue F, servant à remonter le piston à la main.

H, vis sans fin engrenant avec la roue F. L'arbre de cette vis est soutenu par deux supports qui sont disposés de telle façon que l'un d'eux peut pivoter sur lui-même, tandis que l'autre s'eloigne de la roue F. Cette manœuvre est indispensable chaque fois qu'il est utile de remonter le piston plongeur. A cet effet, on a ménagé une coulisse allongée dans laquelle s'engage un boulon garni d'un écrou à oreilles I.

J, roue à rochet fixée sur l'arbre de la vis sans fin.

K, levier avec cliquet pressé par un ressort.

L, curseur pouvant changer de position sur le levier K, suivant qu'on veut faire tourner la vis E plus ou moins vite. C'est à ce curseur qu'un organe mobile de la machine transmet un mouvement de va-et-vient.

M, godet pour le versement de l'huile.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

N, obturateur à vis qu'on ouvre quand le cylindre est dépourvu d'huile.

O, robinet servant à la sortie de l'huile.

P, tuyau de refoulement de l'huile qu'on conduit jusqu'au tuyau d'amenée de vapeur dans le voisinage de la boîte de distribution.

Q, raccord rapporté à l'extrémité du tuyau P. Ce raccord est fondu en même temps qu'un prolongement qui pénètre jusqu'à l'axe du tuyau d'arrivée de vapeur.

R, soupape, pressée par un ressort, s'opposant à la sortie de l'huile après l'arrêt de la machine.

AGRICULTURE.

Rapport *fait par* M. Boitel, *au nom du comité d'agriculture, sur l'ouvrage de* M. Demontzey, *intitulé :* Reboisement des montagnes.

M. Demontzey, conservateur des forêts, vient de faire paraître, sous le titre de : ***Traité pratique du reboisement et du gazonnement des montagnes,*** un excellent livre que consulteront avec profit tous ceux qui, dans les montagnes, ont des terrains exposés à être ravinés par les eaux des torrents.

L'auteur décrit la formation des torrents et la nature des dégâts qu'ils occasionnent sur les terrains qu'ils parcourent. Ensuite, il indique les travaux à effectuer, les plantations à y créer dans le but d'empêcher le ravinement du sol, et de développer des produits forestiers sur des surfaces restées jusque-là incultes et improductives.

M. Demontzey signale avec une grande compétence les essences à choisir suivant l'altitude et le climat, et les procédés à employer quand on veut assurer le succès des semis ou des plantations.

Le chapitre relatif aux travaux de gazonnement intéresse particulièrement les agriculteurs méridionaux, dont les troupeaux vont chercher dans les montagnes une alimentation qui fait défaut dans la plaine pendant la saison la plus chaude de l'année. Dans quelles circonstances doit-on donner la préférence au boisement sur le gazonnement? M. Demontzey prescrit rigoureusement le développement des bois sur les pentes où les pâturages sont exposés à être ravinés par les eaux pluviales. Les pâturages ne peuvent occuper que les plateaux et les coteaux d'une faible inclinaison. Dans cette situation, on aurait tort de garnir le terrain d'essences forestières, sous prétexte que l'herbe peut exister à l'abri des végétaux ligneux.

D'abord, les pâturages des bois sont toujours de mauvaise qualité, et tout

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le monde sait qu'il faut s'abstenir d'y mettre les troupeaux tant que le bois n'est pas défensable.

Ce serait méconnaître les avantages des pâturages alpestres que de donner aux boisements une trop grande extension au détriment du gazonnement. A part cette réserve, qu'on doit faire au profit de l'agriculture, l'ouvrage de M. Demontzey sera toujours un guide sûr toutes les fois qu'on aura à rechercher les procédés les meilleurs pour garnir d'une végétation ligneuse ou herbacée les terrains en pente des montagnes.

Le comité d'agriculture vous propose, en conséquence, de remercier M. Demontzey de l'envoi de son excellent *Traité pratique du reboisement et du gazonnement des montagnes*, et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : A. Boitel, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *juin* 1884.

AGRICULTURE.

Rapport *fait par* M. Adolphe Dailly, *au nom du comité d'agriculture, sur la* méthode de comptabilité agricole *de* M. J. G. Pilter.

M. J. G. Pilter, fils de M. Th. Pilter, le constructeur et importateur de machines agricoles qui est connu depuis longues années si honorablement en France, a pensé qu'il y aurait, pour les cultivateurs, grand intérêt à pouvoir arriver à se rendre compte de leurs opérations à l'aide d'une comptabilité n'exigeant pas, de leur part et de la part de leurs femmes, trop de temps à prendre en dehors de celui qu'ils ont à consacrer aux soins à donner à leurs travaux de culture et à l'entretien de leurs animaux.

Un cultivateur qui se bornerait, tous les ans, à faire son inventaire et à tenir exactement un livre de caisse où il inscrirait régulièrement ses dépenses et ses recettes, pourrait, à la fin de l'année, arriver à savoir si l'ensemble de ses opérations lui a donné de la perte ou du bénéfice, et il se trouverait ainsi mieux éclairé sur sa véritable situation que ne le sont la plupart des cultivateurs, qui généralement se bornent à tenir note de leurs dépenses et de leurs recettes, en négligeant de faire leurs inventaires tous les ans.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. J. G. Pilter a cherché le moyen de permettre aux cultivateurs de n'être pas seulement renseignés sur le bénéfice ou la perte qu'a pu, à la fin de l'année, leur donner l'ensemble de leur exploitation, mais aussi de pouvoir connaître comment ont pu contribuer à ce bénéfice ou à cette perte les diverses opérations de culture et d'entretien d'animaux auxquelles ils ont pu se livrer dans l'année. Il a, pour les faire arriver à ce résultat, composé une série de tableaux qu'il juge pouvoir être, par eux, facilement remplis. Il se borne à mettre entre leurs mains deux livres qu'il désigne sous les noms de :

Grand-Livre

Et de Journal.

M. J. G. Pilter recommande aux cultivateurs de faire un premier inventaire au moment où a lieu l'ouverture de leur comptabilité. Un cahier broché leur est, par lui, fourni pour cet inventaire d'entrée. Il les engage à établir leurs autres inventaires au 31 décembre de chaque année, en se servant de tableaux placés par lui au Grand-Livre. Suivant lui, le 31 décembre est le moment de l'année où les travaux agricoles pressent le moins; où toutes les récoltes sont rentrées et où l'on peut, si les céréales ne sont pas encore entièrement battues, établir par estimation leur rendement en grain et en paille d'après la moyenne du produit en nature des gerbes ayant déjà été battues, et du prix du grain ayant déjà été vendu.

M. J. G. Pilter indique comme devant être inscrits par les cultivateurs, à leur actif, à l'aide de ses modèles d'inventaire : l'argent en caisse; l'argent à recevoir; le montant des loyers payés d'avance; les produits des récoltes en magasin ; le détail de chacun des chevaux ou des bœufs existant dans la ferme; le détail des harnais, jougs et ustensiles d'écurie ; le détail des bêtes ovines; le détail des bêtes composant la basse-cour et la porcherie; le détail des vaches et génisses; le détail des objets appartenant exclusivement au service des vaches et génisses; le détail des objets composant le mobilier du ménage, auxquels on doit, suivant lui, faire subir une dépréciation chaque année sur les prix auxquels ils ont été achetés ; la quantité de fumier en mètres cubes existant dans la cour, estimée en argent au prix du cours dans le pays du mètre cube de fumier; les engrais commerciaux non employés, cotés à leur prix coûtant augmenté des frais de transport, charroi, etc.; les améliorations non encore amorties.

M. J. G. Pilter conseille aux cultivateurs de procéder chaque année, par cinquième, à l'amortissement des améliorations importantes qu'ils ont pu

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faire, et d'opérer par moitié ou par tiers l'amortissement de celles de ces améliorations qui ont peu d'importance.

Les cultivateurs doivent, suivant lui, faire figurer en plus, à l'actif de leurs inventaires, leur matériel de ferme, auquel ils ont chaque année à faire subir une dépréciation; la valeur de leurs emblavures déterminée par les prix exacts auxquels elles leur reviennent, et les objets divers n'ayant pas trouvé place dans les cadres précédents fournis par M. Pilter, avec leur estimation en argent.

M. J. G. Pilter indique comme devant être inscrits par les cultivateurs, à leur passif, à l'aide de ses modèles d'inventaire, l'argent à payer aux divers fournisseurs, aux domestiques; les loyers en retard, en calculant la somme pouvant être due par eux à leurs propriétaires à la date du 31 décembre. Ils ont aussi, suivant les instructions qu'il leur donne, à faire figurer en plus au passif de leurs inventaires, sous la dénomination de *divers*, les sommes à mettre par eux en réserve pour litiges non encore réglés; pour mauvaises créances et pour pertes quelconques probables.

En retranchant du total des valeurs figurant sur son inventaire à son actif, le total des valeurs y figurant à son débit, le cultivateur arrive à déterminer le montant de son capital au moment où a lieu la clôture de son inventaire. La différence existant entre le capital du cultivateur au commencement de l'année où ont été faites ses opérations, et son capital déterminé à la fin de cette même année, constitue son bénéfice si à la fin de l'année son capital est reconnu avoir augmenté, ou sa perte s'il est venu à diminuer.

M. J. G. Pilter indique comme devant être ouverts au Grand-Livre :

1° Des comptes généraux :

Pour les diverses cultures, pour l'écurie, les bêtes bovines, la bergerie, la basse-cour, le ménage, le matériel de ferme, les engrais et les frais généraux;

2° Des comptes personnels :

Au nom des personnes avec lesquelles les cultivateurs peuvent se trouver en compte pour les sommes qu'ils doivent à ces personnes ou qui leur sont dues par elles;

3° Des comptes particuliers :

Parmi lesquels, pour la première année, devra se trouver un compte : *Liquidation des produits*, au débit duquel doivent être portés les frais relatifs aux produits de culture de l'année écoulée, et au crédit duquel doivent être

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

inscrites les recettes auxquelles ont donné lieu ceux de ces produits qui ont été vendus ou qui ont été utilisés dans la ferme.

Au commencement du Grand-Livre, se trouve un répertoire indiquant les numéros de folios où ont été ouverts les divers comptes. Ce répertoire est suivi, aux pages 2 et 3, d'un état général des pièces cultivées dans la ferme, qui indique :

1° La contenance totale de la ferme;

2° Les loyers et impôts annuels à payer par la ferme;

3° Les noms et la contenance des diverses pièces;

4° La part de loyers et d'impôts afférente à chaque pièce;

5° Les récoltes faites depuis plusieurs années dans chacune des pièces et les récoltes devant y être opérées dans l'année courante.

A la fin de chacun des comptes de cultures et d'animaux et à la fin du compte, *ménage*, se trouve un tableau résumant les dépenses et les recettes auxquelles ont donné lieu ces divers comptes pendant toute l'année et leur balance en bénéfice ou en perte.

A la fin des comptes : *matériel ferme* et *frais généraux*, est placé un tableau qui résume les recettes et les dépenses faites pendant l'année pour ces comptes, et qui indique comment doit être faite la répartition de la balance à laquelle ils ont pu donner lieu.

Deux tableaux qui sont en regard l'un de l'autre terminent le Grand-Livre de M. J. G. Pilter. Avec le premier intitulé : *Profits et pertes*, le cultivateur peut voir la différence existant entre son capital au commencement de l'année où ont eu lieu ses opérations, et son capital déterminé à la fin de cette même année, et il arrive ainsi à connaître son bénéfice ou sa perte de l'année déterminé par ses inventaires. Sur le second tableau intitulé : *Observations sur le résultat de l'année écoulée*, le cultivateur doit inscrire les résultats partiels en bénéfice ou en perte auxquels ont donné lieu pendant toute l'année ses divers comptes de culture, d'animaux, de ménage et d'engrais.

En retranchant de ceux de ces comptes qui ont été en bénéfice ceux qui ont été en perte, et en ajoutant au chiffre ainsi obtenu son restant en caisse à la fin de l'année, le cultivateur peut voir si le bénéfice ou la perte de l'ensemble de son exploitation, ainsi déterminé par les résultats de ses diverses opérations partielles, n'est point sensiblement différent de celui que lui a fait trouver la différence existant, d'après ses inventaires, entre son capital au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

commencement de l'année où ont eu lieu ses opérations et son capital à la fin de cette même année.

Le Journal de M. J. G. Pilter renferme une série de tableaux devant être remplis à la fin de chaque semaine. Ces tableaux sont, pour chacune des cinquante-deux semaines de l'année, les suivants :

Caisse — Recettes;
Caisse — Dépenses;
Fumier produit;
Engrais et fumiers répandus;
Travaux des charretiers et attelages;
Achats, ventes et livraisons à terme;
Produits des cultures et des animaux consommés dans la ferme;
Notes diverses.

Il contient en plus, pour chacun des douze mois de l'année, un tableau :
Échéances, engagements.

Et pour toute l'année un tableau intitulé :
Saillies.

M. J. G. Pilter recommande aux cultivateurs d'avoir soin d'inscrire à leur date dans le tableau : *Échéances, engagements*, les échéances à payer ou à percevoir et les engagements pris par eux.

Il leur fait connaître qu'au tableau : *Caisse, recettes*, ils ont à inscrire, chaque semaine, en tête, l'argent resté en caisse à la fin de la semaine précédente, et qu'au bas du tableau : *Caisse, dépenses,* doit figurer la somme leur restant en caisse à la fin de la semaine.

Pour se conformer aux instructions de M. J. G. Pilter, les cultivateurs doivent, pour remplir le tableau : *Fumier produit,* se rendre compte pendant un certain temps de la quantité de fumier qu'ils peuvent obtenir par tête et par jour de leurs divers animaux, multiplier cette quantité de fumier par les prix ordinaires du mètre cube de fumier dans le pays, et établir ainsi le produit en fumier par tête et par jour, en argent, de leurs animaux. Ils ont ensuite à inscrire dans le tableau du *fumier produit*, le nombre de journées d'animaux entretenus par eux pendant toute la semaine. En multipliant ce nombre de journées par la valeur en argent trouvée pour le produit en fumier par jour d'une tête d'animal, il leur devient possible alors d'inscrire sur le tableau : *Fumier produit*, la valeur totale en argent du fumier qui a été produit dans la semaine par l'ensemble de leurs animaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. J. G. Pilter pense que toute récolte doit payer l'engrais que le cultivateur juge nécessaire de lui donner et que le cultivateur doit ainsi sur le tableau : *Engrais et fumiers répandus,* inscrire le fumier et les autres engrais qu'il a pu transporter dans ses champs, comme devant être portés au débit des récoltes qui doivent être les premières à en profiter.

Le tableau : *Travail des charretiers et attelages,* doit donner le total du nombre de journées de travail des charretiers, des chevaux et des bœufs occupés pendant toute la semaine par les divers comptes inscrits au Grand-Livre. La valeur en argent de ces journées, à porter au débit de ces divers comptes et au crédit du compte *écurie,* est obtenu en multipliant le nombre de journées par les prix adoptés pour la journée de travail d'un charretier, d'un cheval et d'un bœuf.

Sur le tableau : *Achats, ventes ou livraisons à terme,* il y a lieu de faire figurer seulement les achats opérés à terme ; les achats faits au comptant devant seuls être inscrits au tableau : *Caisse, dépenses.*

Le tableau : *Produits des cultures et des animaux consommés dans la ferme,* a pour objet de faire connaître les comptes qui ont utilisé les produits, le détail des produits en nature et en argent et les comptes qui ont fourni les produits.

Le cultivateur doit inscrire dans le tableau : *Notes diverses,* l'apparence des récoltes, la température de la semaine et en général tout ce qui a pu se passer pendant la semaine dans la ferme qui n'a pas trouvé sa place dans les tableaux précédents.

Je ne puis reconnaître à la comptabilité agricole de M. J. G. Pilter l'avantage que lui attribue son auteur, d'être d'une grande simplicité et d'exiger peu de travail de la part des cultivateurs qui veulent en faire l'application complète.

Dans les systèmes ordinaires de comptabilité agricole en partie double, l'inscription de la consommation et des produits des animaux en nature et du nombre des journaliers employés et de la nature des travaux opérés par eux, est faite chaque jour dans des colonnes verticales séparées. A la fin de chaque mois, on détermine, en additionnant toutes les colonnes, les quantités de denrées consommées dans le mois, et en fixant un prix pour chacune de ces denrées, on établit leur valeur totale en argent, dont on peut alors passer écriture au Journal et au Grand-Livre à la fin de chaque mois.

Avec la méthode de comptabilité agricole de M. J. G. Pilter, quand un cultivateur achète des denrées pour la nourriture de ses animaux, ces den-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rées doivent être indiquées au livre de caisse comme devant être portées, au moment de leur achat, au débit des divers animaux qui doivent les consommer, avant que l'on ait pu savoir exactement comment la consommation en sera exactement faite par ces animaux.

Les produits récoltés dans la ferme, consommés par les animaux, doivent, sur le tableau : *Produits des cultures et des animaux consommés dans la ferme*, être inscrits au débit des divers animaux chaque semaine. Le cultivateur doit pour cela se rappeler, à la fin de chaque semaine, le nombre moyen d'animaux entretenus par lui dans la semaine et les quantités moyennes de nourriture consommées par eux ; il peut alors, à l'aide de multiplications, connaître les quantités en nature et la valeur en argent des nourritures consommées dans la semaine par ces divers animaux, et il a chaque semaine, au lieu d'avoir à le faire seulement chaque mois, comme dans la comptabilité agricole ordinaire, à reporter au Grand-Livre les valeurs en argent des nourritures ainsi consommées, au débit des divers animaux et au crédit des divers comptes de culture qui les ont fournies.

Les moyens indiqués par M. J. G. Pilter pour calculer le produit en engrais des divers animaux, obligent le cultivateur à faire de nombreuses multiplications et ils n'arrivent pas à lui fournir des renseignements exacts. On ne peut, en effet, admettre que les animaux produiront par jour et par tête pendant toute l'année les mêmes quantités de fumier. Ces quantités doivent varier suivant le temps plus ou moins long passé par eux dans les bâtiments de la ferme, suivant la quantité de nourriture plus ou moins abondante qu'ils reçoivent, et suivant l'état plus ou moins aqueux dans lequel se trouve cette nourriture.

En agriculture, l'engrais est une dépense importante et le fumier est souvent porté sur une terre devant produire des racines. Celles-ci recoivent généralement de nombreux binages permettant de débarrasser le sol des graines adventives qui pourraient nuire au blé qui les suit ordinairement.

Le cultivateur qui mettrait, suivant le conseil donné par M. J. G. Pilter, au débit des racines la valeur totale de l'engrais reçu par elles, favoriserait trop à leur détriment le blé, et ne se trouverait pas ainsi bien éclairé sur ses véritables prix de revient.

Il doit être difficile à un cultivateur, au moment où il paie ses tâcherons, de se rappeler exactement le temps ayant été employé par eux aux divers travaux qu'ils ont eu à opérer et de pouvoir ainsi exactement indiquer sur son livre de caisse, comme lui recommande de le faire M. J. G. Pilter, com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment doivent être débités les divers comptes au profit desquels ces tâcherons ont été employés.

Les modèles de M. J. G. Pilter pour les inventaires à faire par les cultivateurs me paraissent bien établis, mais je pense qu'il doit être préférable pour eux de faire leurs inventaires au 30 juin, moment où il leur reste peu de marchandises en magasin, plutôt que de les opérer comme leur conseille M. J. G. Pilter au 31 décembre, époque à laquelle ils n'ont généralement battu qu'une faible partie de leurs récoltes de céréales, et à laquelle il doit leur être bien difficile de se rendre un compte exact des marchandises qui peuvent exister dans leurs granges ou dans leurs meules, s'ils n'ont pas pris le soin de tenir une note exacte des quantités de fourrages, de gerbes et de racines qui ont été, au moment de la récolte, conduites par eux dans leurs fermes.

La méthode de comptabilité agricole de M. J. G. Pilter ne me paraît pas devoir éclairer les cultivateurs sur les résultats de leurs diverses opérations partielles, aussi rigoureusement que peut le faire la comptabilité agricole ordinaire en partie double; elle les oblige à faire un plus grand nombre de multiplications et à opérer, pour les produits des cultures et des animaux utilisés dans la ferme, 52 rappports au Journal et au Grand-Livre, au lieu de 12 qu'ils ont seulement à faire avec la comptabilité agricole ordinaire en partie double. Il doit être, je crois, difficile à un cultivateur d'arriver à l'appliquer dans son entier sans se faire aider d'un comptable, comme également, je le reconnais, l'y oblige la comptabilité agricole ordinaire en partie double; mais je pense qu'un cultivateur qui tiendrait à tenir seul sa comptabilité, en ne voulant mettre personne dans le secret de ses affaires et qui se contenterait de chercher seulement à connaître à la fin de l'année si l'ensemble de son exploitation lui a donné du bénéfice ou de la perte, pourrait, en faisant usage des livres de M. J. G. Pilter, se servir avec avantage des modèles fournis par ce dernier pour les inventaires et pour le livre de caisse. En prenant sur les autres tableaux de M. J. G. Pilter des notes, il pourrait, approximativement, établir le budget de la dépense et de la recette par hectare ou par tête d'animal de ses diverses opérations de culture et d'entretien d'animaux, et devrait pouvoir ainsi arriver à connaître, approximativement, comment chacune de ses opérations particulières a pu contribuer au bénéfice ou à la perte de l'ensemble de son exploitation.

Le comité d'agriculture, pensant que les cultivateurs qui voudraient se borner à connaître le résultat de l'ensemble de leur exploitation, pourraient

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se servir avec avantage de plusieurs des tableaux composés par M. J. G. Pilter pour sa méthode de comptabilité agricole, vous propose de remercier M. J. G. Pilter de sa communication relative à sa méthode de comptabilité agricole, et de vouloir bien ordonner l'impression du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : Adolphe DAILLY, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *juin* 1884.

COMMERCE.

RAPPORT *fait par* M. ROY, *au nom du comité de commerce, sur la* THÉORIE DES PRIX PROPORTIONNELS DE VENTE *dans les industries à produits variables et à frais entièrement ou partiellement fixes, présentée par* M. ERNEST FUCHS, *gérant de la Maison* STEINHEIL DIETERLIN ET COMP., *de Rothau (Alsace).*

Savoir faire un prix de revient est une nécessité pour tout industriel : beaucoup ont connu la ruine pour ne s'être pas rendu suffisamment compte des conditions dans lesquelles ils produisaient. C'est surtout dans les industries à produits variables que l'on a besoin de comparer le résultat que peuvent donner les divers articles que l'on est appelé à fabriquer. Les industries textiles en particulier, qui sur un même métier peuvent produire différentes qualités de fils et de tissus, sont dans l'obligation de se rendre compte des différences de bénéfices que peuvent leur donner les diverses combinaisons auxquelles se prêtent les métiers à filer et les métiers à tisser.

Gérant de la manufacture de Rothau, autrefois française et maintenant située au delà de notre frontière des Vosges, M. Fuchs file et tisse le coton ; il a l'habitude de compter et de se demander s'il y a plus de profit à filer des fils d'un numéro de préférence à d'autres numéros de fils, s'il n'est pas préférable et plus lucratif de tisser des tissus légers d'une production rapide ou des tissus serrés d'une fabrication plus lente, en un mot il cherche la meilleure utilisation possible des forces productives dont il dispose. Il a établi pour son industrie une théorie d'après laquelle, étant donnée l'unité de dépense d'un établisement à force continue et à dépense fixe, il distribue à chaque combinaison à laquelle la fabrication peut se prêter sa part dans le travail et dans la dépense de l'usine : afin que ces renseignements soient d'une utilisation plus facile, qu'ils n'exigent ni calculs ni recherches, et qu'ils

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se présentent à l'œil d'une manière claire et parlante, il les a traduits dans des tableaux graphiques ; de sorte que par un examen rapide le fabricant peut accepter ou refuser un marché qui lui est proposé et qui exige une modification dans sa fabrication ; il aura la valeur technique de l'objet fabriqué qui est indépendante de la valeur commerciale, mais qui doit servir de guide et d'appui à cette dernière.

Nous ne suivrons pas l'auteur du Mémoire qui vous est remis dans les explications nombreuses qu'il donne sur le tracé de ses diagrammes. Nous ferons seulement remarquer que, pour le tracé des prix proportionnels des filés de coton, il prend comme base la chaîne n° 28 qui est un numéro de fil courant et dont le prix est toujours coté ; son tracé représente la comparaison du prix de revient de tous les autres numéros. Pour les tissus, il prend également un article qui sert de base à la comparaison des diverses combinaisons que donnent le poids et le nombre de fils d'un tissu.

Par le même système M. Fuchs a tracé plusieurs tableaux représentant les prix proportionnels de façons, les droits proportionnels des tarifs protecteurs.

Comme on le voit par ce qui précède, le travail de M. Fuchs a été fait spécialement en vue des industries textiles, et notamment de l'industrie cotonnière dont il s'occupe spécialement ; mais dans chaque industrie dont l'unité de dépense est fixe et les produits variables, on aura avantage à préparer des barèmes qui rendent sensible la comparaison des bénéfices que donnent les divers articles que l'on peut fabriquer.

Nous n'avons pas refait les calculs nombreux à la suite desquels M. Ernest Fuchs a établi ses diagrammes, mais l'idée nous paraît ingénieuse et nous croyons que la Société d'encouragement ne peut rester indifférente au travail qui lui est soumis ; elle ne saurait trop engager les industriels à se rendre compte, à ne pas séparer la partie technique de la partie commerciale : l'établissement de ces tableaux, présentant à une usine l'ensemble des combinaisons et les résultats que chacune d'elles peut offrir, doit assurément être encouragé.

Le comité du commerce a l'honneur de vous proposer de remercier M. Ernest Fuchs de sa communication, et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : G. Roy, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 28 *mars* 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMMUNICATION DE M. ERNEST FUCHS, SUR LA THÉORIE DES PRIX PROPORTIONNELS DE VENTE.

Les données sur lesquelles repose la théorie de M. Fuchs sont dues à l'expérience, et les résultats qu'il a recherchés sont, non des lois immuables, mais des renseignements précis, et un guide sûr pour la gestion commerciale des industries.

Dans toutes les industries à produits variables, soit par leur nature, soit par leur quantité, toute opération de vente ou d'achat engage le travail et influe sur son rendement.

Les bénéfices réalisables par la gestion commerciale sont donc la résultante des bénéfices dus au caractère spéculatif des opérations d'achat et de vente, et des bénéfices obtenus par le travail qu'elles ont motivé.

Le gérant doit donc *concilier les exigences commerciales avec les exigences techniques, de manière à obtenir par ses opérations la meilleure utilisation possible des forces productives dont dispose l'industrie qu'il gère.*

Pour cela, il faut que le gérant commercial possède parfaitement la partie technique de son industrie, afin de pouvoir choisir, parmi toutes les opérations qu'il est susceptible de faire, celles qui permettent le meilleur rendement du travail.

Cette conciliation cependant est difficile à réaliser ; mais, dans les industries rentrant dans la catégorie définie par le titre de ce Mémoire, les exigences techniques peuvent être soumises au calcul préalable, et alors, loin de compliquer le travail, elles fournissent au gérant des renseignements clairs et précis, qui ne demandent ni recherches ni calculs, et qui permettent d'écarter à priori toute combinaison défavorable à la bonne utilisation du travail.

Ceci dit, on peut définir comme il suit le but que l'on se propose d'atteindre.

Fournir à toutes les industries ou exploitations industrielles à produits variables, et à frais entièrement ou partiellement fixes, une méthode simple, dont l'application n'exige aucune connaissance spéciale technique, et qui permette à tout gérant ou conseil d'administration de contrôler en tout temps la valeur d'un prix de vente, au point de vue du rendement le plus productif du travail.

Cette méthode consiste dans l'établissement de séries de prix, appelés : « Prix proportionnels de vente. » Dans ce travail, il n'est question que des prix de vente, les prix d'achat étant toujours implicitement liés à ceux-ci, ou pouvant se traiter exactement comme eux.

La méthode n'est point applicable aux industries à frais entièrement proportionnels aux quantités produites, ni à celles dont le produit est absolument fixe comme nature et comme quantité ; par exemple, la fabrication de la fonte dans un haut fourneau.

Parmi les industries auxquelles elle s'applique, on peut citer d'abord : les industries textiles, les ateliers de construction, les transports par terre et par eau; puis

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toutes les industries travaillant à façon, avec des rendements variables ou des produits variables.

La théorie est basée sur les deux principes suivants :

1° Dans l'industrie, le prix de vente d'un article a toujours, au point de vue du bénéfice auquel il conduit, *deux* valeurs distinctes : *La valeur commerciale, et la valeur technique.*

La première est proportionnelle au bénéfice par unité de vente, la seconde au bénéfice par unité de travail.

2° Chaque fois que la vente n'est autre chose que l'écoulement du produit d'un travail industriel limité, le but à atteindre est de réaliser un bénéfice annuel aussi élevé que possible, et qui soit cependant indépendant à la fois de l'article fabriqué et de la quantité d'unités de vente produites, étant admis que la quantité de travail reste constante.

Ceci revient à dire, que dans l'industrie le bénéfice par unité de vente et pour chaque article doit être proportionnel à la quantité de travail exigée pour produire cette unité.

Ces principes posés, les « Prix proportionnels de vente » sont : *La série des prix donnant, pour les différents articles auxquels ces prix correspondent, un même bénéfice par unité de travail.*

Il en résulte que si l'on pouvait vendre tous les articles aux prix proportionnels de vente ainsi définis, les résultats de la fabrication, au bout d'une année, seraient *indépendants de l'article* fabriqué.

Pour établir une série de prix proportionnels de vente, il faut donc d'abord déterminer la quantité de travail représentée par l'unité de vente de chaque article fabriqué; et, pour cela, il faut d'abord fixer l'unité de travail.

Dans les industries à frais entièrement ou partiellement fixes, l'unité de travail peut être ramenée à l'unité de dépense totale, ou bien à l'unité de certaines dépenses spéciales déterminées.

Dans les industries textiles à production maxima, les frais variant très peu, l'unité de travail peut être représentée par l'unité de dépense; c'est-à-dire que les quantités de travail correspondant aux unités de vente des différents articles, peuvent être représentées par les frais de fabrication de ces articles (avec adjonction, toutefois, de constantes ou de coefficients fournis par la pratique).

C'est ce qui est admis dans le Mémoire, où sont étudiés successivement l'établissement des prix proportionnels de vente dans le cas d'une filature, et dans le cas d'un tissage mécanique de coton.

L'unité de travail (qui est une fraction déterminée du travail total d'une usine dans une année) étant fixée, il faut procéder à la recherche de la quantité de travail représentée par l'unité de vente de chaque article.

L'établissement de ces valeurs exige la connaissance approfondie des conditions de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fabrication de chaque article; elles sont la base de la théorie dans ses applications pratiques, et dépendent des conditions spéciales du travail dans chaque usine.

J'ai dit que, si les prix de vente étaient toujours des prix proportionnels, le bénéfice final serait indépendant du produit fabriqué. En pratique, cette proportionnallité n'est réalisée qu'exceptionnellement, *les prix proportionnels ne sont presque jamais ceux du marché.*

Mais pour cette raison même, les prix proportionnels sont le criterium des prix de vente réels, ils sont indispensables aux gérants pour la détermination de la valeur relative de ces prix.

Voici comment on procède pour les consulter : soit donnée une série de prix de vente réels, choisissons parmi les articles auxquels ils correspondent celui qui est le plus courant, un article coté en Bourse, comme le sont par exemple, pour les filés de coton, la chaîne 27/29 et en métallurgie le rail Bessemer.

Que l'on prenne ensuite, dans les prix proportionnels, la série pour laquelle le prix de l'article base est le même que dans la série des prix de vente réels, et que l'on compare entre elles ces deux séries de prix.

Elles auront un terme commun, le prix de l'article base; en général, ce sera le seul, tous les autres prix diffèreront. Par cette comparaison des prix du même article dans les deux séries, les articles se diviseront en deux catégories : la première, contenant les articles *avantageux,* sera celle dont les prix de vente réels seront supérieurs à leurs prix proportionnels; la seconde comprendra les articles *désavantageux,* ceux dont les prix de vente réels seront inférieurs à leurs prix proportionnels. C'est donc dans la première catégorie et par ordre de leur valeur que le gérant devra choisir les articles à la fabrication desquels il emploiera les forces productives de son usine. Seulement, la possibilité de substituer un article à un autre étant généralement limitée, il appartiendra au gérant de trouver, non l'article le plus avantageux, celui-ci lui est indiqué par les prix proportionnels, mais les combinaisons des articles qui, répondant aux besoins de la vente, donnent cependant un résultat aussi avantageux que possible du travail.

Pourquoi les prix de vente ne sont-ils jamais proportionnels?

D'abord, parce que ces prix sont régis avant tout par l'offre et la demande; c'est-à-dire par des influences spéculatives qui ne s'occupent point des conditions de travail des différents articles.

En second lieu aussi, parce que les industriels, en établissant leurs prix courants, négligent de se rendre un compte exact des fluctuations que produit une hausse ou une baisse de la matière première sur les prix d'articles de poids très différents par unité de vente.

Enfin, quand il survient une fluctuation spéculative d'une valeur définie sur l'article base, il manque souvent aux industriels les renseignements nécessaires pour en déduire les modifications rationnelles que cette fluctuation doit produire sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des articles dont l'unité de vente représente des quantités de travail très variables.

On comprend donc que les fluctuations incessantes et rapides dans les conditions de l'achat et de la vente rendent les différents articles d'une même fabrication alternativement avantageux et désavantageux.

On voit, par ce qui vient d'être dit, que les tableaux des prix proportionnels de vente doivent être le *vade-mecum* du gérant. Celui-ci doit les consulter chaque fois qu'il veut conclure un marché d'une certaine importance, et il y trouvera tous les renseignements nécessaires pour établir des prix courants rationnels.

Si, maintenant, on remplace l'unité de travail par l'unité de production, et si au lieu de comparer entre eux des articles différents, on compare des rendements différents pour un même article, on trouve *les prix proportionnels, pour le chômage à différents degrés, pour l'établissement de tarifs différentiels, pour les primes à accorder par les industries à façon suivant l'importance des mises,* etc.

On peut enfin appliquer la théorie des prix proportionnels de vente au calcul des *tarifs de douane pour les produits fabriqués.*

Ces tarifs, en effet, étant destinés à protéger avant tout le travail, doivent être basés sur la quantité du travail que représentent les unités de vente de chaque article.

La méthode suivie pour représenter d'une manière tangible les séries de prix proportionnels de vente, est la *méthode graphique* qui conduit à des tableaux d'une grande simplicité.

Chaque tableau a pour base un seul prix par genre de matière première employée ; il donne pour ces prix toutes les fluctuations de prix que peuvent subir les différents articles fabriqués, suivant la marche plus ou moins prospère de l'industrie. Il faut donc un tableau spécial pour chaque prix de la matière première, différant assez du précédent pour modifier les écarts entre les prix proportionnels des différents articles.

Une série de prix de vente réels étant donnée, les tableaux graphiques fournissent des lignes, dont la longueur est proportionnelle au bénéfice par unité de travail de l'article auquel elle correspond. Si l'on connaît le nombre d'unités de travail affectées à chaque article, on peut construire pour chaque article un rectangle exprimant le bénéfice total par jour auquel il conduit. L'ensemble des rectangles exprimera le bénéfice journalier de la fabrication entière de l'usine et en donnera le diagramme commercial.

Pour le tracé d'un diagramme il suffit d'avoir sous la main :

1° La série complète des prix de vente réels ;

2° Le tableau des prix proportionnels de vente correspondant au prix d'achat de la matière première ;

3° Le nombre d'unités de travail affectées à la production de chaque article.

Telles sont les conditions qui permettent d'appliquer la méthode dont il s'agit.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NÉCROLOGIE.

NOTICE SUR M. DE FONTENAY, ANCIEN DIRECTEUR DES CRISTALLERIES DE BACCARAT, CORRESPONDANT DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, PAR M. PELIGOT, SECRÉTAIRE DU CONSEIL.

M. Eugène de Fontenay, né à Autun, en 1810, est décédé, dans cette ville, le 25 février dernier. Entré à l'Ecole Centrale l'année de sa fondation, en 1829, il prenait, en 1832, la direction d'un ancien établissement, la verrerie de Plaine-de-Walsch. A cette époque, l'industrie du verre était fort arriérée; il était réservé à M. de Fontenay de lui imprimer une vive impulsion.

Dès 1838, il créait le *four de verrerie à courant d'air soufflé et alimenté par le bois desséché*. C'était un progrès considérable. Jusqu'à cette époque, les fours de verrerie, alimentés par la houille, comme en Angleterre, ou par le bois desséché, comme en France et en Bohême, étaient tous à courant d'air naturel. L'emploi de l'air soufflé permit à M. de Fontenay de régulariser la fonte du verre et d'abréger la durée de la fusion des matières; il augmentait le temps consacré au travail du verre fondu, en évitant le travail de nuit; enfin, il amenait une très importante économie de combustible.

En 1836, les verres de couleur d'aspect riche, colorés dans la masse ou bien appliqués en doublure, venaient tous de la Bohême; c'est vers cette époque que, sur l'initiative de notre illustre et regretté Président, M. Dumas, la Société d'encouragement instituait, pour la fabrication de ces verres et pour celle des verres d'optique, des prix qui contribuèrent, d'une façon efficace, à donner à notre pays la place si distinguée qu'il occupe désormais dans l'industrie verrière.

M. de Fontenay et M. Bontemps répondirent les premiers à l'appel de la Société. Dès 1836, M. de Fontenay appliquait sur les verres de Plaine-de-Walsch des couleurs vitrifiables rehaussées par la gravure : un peu plus tard, il produisait : la *couleur pourpre* au moyen de l'oxyde de cuivre ramené à l'état de protoxyde par la limaille ou les battitures de cuivre projetés dans le creuset au moment où le verre entrait en fusion;

Des doublés roses ou rouges groseille au moyen de l'or;

Des doublés bleus, au moyen de l'oxyde de cobalt;

Des doublés vert et améthyste, au moyen des oxydes de cuivre, de fer et de manganèse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A l'Exposition de 1839, une médaille d'or était décernée à la verrerie de Plaine-de-Walsch, pour ses verres doublés et pour ses verres filigranés, façon des verres de Bohême. Ces produits avaient reçu du public un accueil d'autant plus favorable, que la verrerie étrangère était prohibée en France; cette prohibition a duré jusqu'aux traités de commerce de l'année 1860.

En 1840, M. de Fontenay appliquait les sels d'uranium à l'art de la verrerie; il avait adressé d'Autun, son pays, à M. Peligot, un échantillon d'*uranite*, et, sur le conseil de celui-ci, il en fit usage pour fabriquer les premiers verres jaunes, aujourd'hui si répandus, qui présentent d'une façon si remarquable le dichroïsme avec ses reflets verdâtres.

Dans son travail sur l'uranium, M. Peligot se plaît à attribuer à cet envoi l'origine de ses études sur ce métal.

En 1841, la Compagnie des cristalleries de Baccarat s'attachait M. de Fontenay comme ingénieur; il devint, plus tard, directeur de ces grands établissements.

En dehors des perfectionnements qu'il apporta dans la construction des fours de fusion, il produisait, en 1842, les verres semi-opaques désignés sous les noms de *verre agate*, *verre albâtre*, *pâte de riz*, dont la fabrication était restée le secret des Bohêmes. Il fallait toute la perpicacité de M. de Fontenay, jointe à une connaissance très approfondie des phénomènes de la verrerie, pour réaliser le tour de main très délicat sur lequel repose la production de cette sorte de verre.

La fabrication du cristal doit à M. de Fontenay un autre progrès d'une grande importance :

On sait que la décoloration du verre se fait habituellement en introduisant dans la *composition* une petite quantité d'oxyde de manganèse.

On admet qu'en suroxydant le fer provenant des matières premières et des creusets, cet oxyde fait disparaître la teinte verdâtre produite par le silicate de protoxyde de fer, cette teinte étant remplacée par la teinte très légèrement jaunâtre, moins apparente et plus agréable à l'œil, du silicate de sesquioxyde de fer. Mais l'oxyde de manganèse présente peu de fixité; un léger excès du *savon des verriers* donne au verre une teinte rosée. La décoloration n'est pas régulière, stable et uniforme. A la suite de patientes et longues études, M. de Fontenay est arrivé à substituer à l'oxyde de manganèse l'*oxyde de nickel*. C'est, au point de vue industriel, un grand progrès qui a permis d'assurer au cristal une blancheur toujours égale.

Cette substitution établit, d'ailleurs, d'une façon très nette que la décolo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ration du verre n'est pas produite par la suroxydation du fer au moyen de l'oxygène fourni par l'oxyde de manganèse; elle est due au mélange des *couleurs complémentaires*, la teinte violacée fournie par l'oxyde décolorant étant complémentaire de la couleur verdâtre provenant du fer qu'on rencontre dans les matières premières et dans l'argile des creusets.

Par sa direction intelligente, par la rectitude de son jugement et par la bonté de son cœur, M. de Fontenay a puissamment contribué, avec MM. Godard, Toussaint et Michaut, à donner aux cristalleries de Baccarat la prospérité et le rang qu'elles occupent dans le monde entier, tant par la perfection des produits si variés qui sortent de cette grande usine, que par les institutions de prévoyance qui assurent le bien-être à sa nombreuse population ouvrière (1).

ARTS ÉCONOMIQUES.

SUR LE COULAGE DE LA PORCELAINE, PAR M. CH. LAUTH, ADMINISTRATEUR DE LA MANUFACTURE NATIONALE DE SÈVRES.

On sait que l'opération connue sous le nom de COULAGE présente des avantages nombreux sur les autres modes de façonnage de la porcelaine : les déformations, le *vissage*, la trace des coutures sont évités par ce procédé qui permet tout à la fois de fabriquer des pièces minces et des pièces de grande dimension, d'une pureté de forme et de contour qu'il est impossible d'obtenir autrement.

Le coulage a été décrit avec des détails très suffisants dans tous les ouvrages techniques, pour l'obtention des petites pièces ; il n'en est pas de même pour les grands objets, et on ne lira pas sans intérêt quelques observations pratiques extraites d'une note que m'a remise M. Constantin Renard, chargé depuis un grand nombre d'années de la direction de l'atelier du grand coulage à la Manufacture nationale de Sèvres.

Le procédé du coulage consiste à verser, dans des moules en plâtre bien secs, de la pâte à porcelaine délayée dans l'eau ; cette *barbotine* se raffermit peu à peu contre les parois poreuses avec lesquelles elle est en contact ; lorsque l'épaisseur de la couche raffermie est jugée suffisante, on vide le moule en le renversant ; l'excès de barbotine iquide est ainsi éliminé, tandis que les parties plus épaisses restent adhérentes au

(1) Cette Notice est en partie empruntée à celle que M. Didierjean, l'habile directeur des cristalleries de Saint-Louis, a publiée dans les Mémoires de la Société des ingénieurs civils (Avril 1884).

E. P.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plâtre ; peu de temps après, l'absorption de l'eau continuant, la pâte se dessèche en prenant une retraite qui permet à l'objet coulé de se détacher du moule. Comme on le voit, rien n'est plus simple lorsqu'il s'agit d'objets de petites dimensions ; mais il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit de couler une pièce importante. Dans ce cas, on ne pourrait vider la barbotine en renversant le moule à cause de ses dimensions, et il faut d'autre part prendre des précautions spéciales pour éviter l'affaissement de la pâte.

On a donc recours à une autre méthode : tout d'abord on ménage à la partie inférieure du moule une ouverture par laquelle le liquide pourra s'écouler au moment voulu ; ensuite, pour s'opposer à ce que la barbotine raffermie, mais encore assez peu consistante, ne s'affaisse à cet instant, entraînée par son propre poids, on la soutient en dirigeant un courant d'air comprimé dans l'intérieur du moule, ou, à l'aide de la pression atmosphérique, en faisant le vide dans une cloche de métal dans laquelle on emprisonne le moule.

L'historique et la description de ces procédés ont été exposés à diverses reprises ; je n'insiste donc pas, et j'arrive aux points nouveaux qui m'ont été signalés par M. Renard. Ces détails paraîtront peut-être bien minutieux ; mais c'est de l'observation scrupuleuse de chacun d'entre eux que dépend le succès de l'opération qui, très simple en elle-même, exige en réalité une longue pratique et une grande expérience pour donner de bons résultats.

Le premier point sur lequel il convient d'appeler l'attention du fabricant est la préparation des moules de plâtre ; lorsqu'il s'agit d'une pièce de grande dimension, d'un vase d'un mètre de hauteur par exemple, le mouleur est obligé de couper la forme ou noyau horizontalement en plusieurs parties, dont chacune est moulée isolément ; à cet effet, elle est portée sur le plateau d'un tour et entourée d'un cylindre en feuilles de zinc ; l'ouvrier coule le plâtre gâché entre le noyau et ce cylindre ; il devra pendant cette opération remuer la masse avec la plus grande rapidité à l'aide d'un bâton, de manière à ce qu'au moment où le plâtre prendra, elle soit aussi homogène que possible ; malgré ces précautions, on ne peut empêcher que par l'action de la pesanteur les fragments les plus denses du plâtre ne se déposent les premiers : ils se précipiteront naturellement sur la surface du plateau ou sur les parties déclives du noyau ; le moule présentera donc des inégalités très grandes au point de vue de la porosité ; comme ce défaut existe dans chacun des morceaux qui auront été successivement préparés, on voit que lorsqu'ils seront superposés pour le coulage de la pièce, l'ensemble du moule sera formé de zones de porosités différentes, qui absorberont inégalement l'eau de la barbotine. Nous verrons plus loin les inconvénients qui en résultent et la manière de les éviter.

Le moule terminé est séché à l'étuve ; il arrive fréquemment dans ces conditions qu'il se forme à la surface du plâtre une croûte dure qui, sans inconvénient pour l'extérieur du moule, est nuisible à l'intérieur, parce qu'elle en diminue considéra-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

blement la faculté d'absorption. On peut éviter ce défaut en badigeonnant avec de la barbotine claire les surfaces qu'il faut préserver ; mais M. Renard conseille de préférence de fermer hermétiquement le moule, de façon à ce que l'intérieur soit à l'abri du contact de l'air chaud : on évite ainsi le durcissement du plâtre qui résulte d'une dessiccation trop brusque.

J'arrive à l'opération même du coulage. Il faut tout d'abord examiner s'il convient d'adopter la disposition par la pression d'air ou par le vide : la forme des objets déterminera ce choix. Une pièce très ouverte, comme une grande jatte, doit être coulée « par le vide » à cause de la difficulté qu'il y aurait à maintenir en place le disque obturateur s'il atteint une très grande dimension ; il en est de même pour de grands vases de forme ovoïde. Au contraire, une pièce allongée et rétrécie du haut est plus facile à couler « par la pression de l'air » que « par le vide », qui entraînerait l'emploi d'une cloche longue, peu stable par conséquent ; les vases ovoïdes de $0^m,40$ à $0^m,50$ de hauteur seront également coulés par pression. De toutes façons, il ne faut pas oublier que l'opération par le vide doit être préférée chaque fois que la forme des objets s'y prête, parce que ce procédé permet de suivre et de diriger la marche du raffermissement, tandis que par la pression on ne peut plus rien voir une fois l'appareil fermé, et on n'opère plus qu'au jugé.

Coulage par la pression d'air.

Le moule en plâtre étant mis en place sur la plaque de coulage et la barbotine ayant été bien et longuement agitée pour qu'elle soit homogène et qu'elle ne renferme plus de bulles d'air, on ouvre le robinet qui met le réservoir de barbotine en communication avec la partie inférieure du plateau, en prenant la précaution de jeter auparavant quelques litres d'eau au fond du moule ; la pâte en montant pousse devant elle cette eau qui mouille légèrement le plâtre et régularise l'ascension de la pâte dont elle empêche ainsi les mouvements saccadés.

Quand le moule est entièrement rempli, on laisse encore arriver la barbotine jusqu'à ce qu'elle en dépasse un peu le niveau supérieur et que, s'étalant sur toute l'épaisseur du plâtre, elle forme une sorte de bourrelet épais ; l'absorption du liquide commence presque aussitôt et, en conséquence, le niveau baisse ; on fait arriver une nouvelle quantité de barbotine, et on continue ainsi, en en règlant l'écoulement de manière à maintenir le moule toujours plein ; on prolonge cette opération jusqu'à ce que la couche qui s'épaissit contre les parois soit jugée suffisante, ce qui dépend de la dimension, la forme ou la construction du vase : la durée du coulage peut varier de une à cinq heures.

L'épaisseur voulue ayant été obtenue, il s'agit de laisser descendre la pâte et de soutenir en même temps la pièce par la pression de l'air ; on coupe rapidement le bourrelet dont j'ai parlé plus haut, on fait remonter une dernière fois la pâte un instant,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cinq ou dix minutes au plus, pour former un nouveau bourrelet, mais qui devra, cette fois, être extrêmement mince, puis on place sur le moule un disque destiné à former le joint du haut, et qui, percé dans son centre, sert en même temps de conduite pour l'air comprimé; on consolide ce disque avec une presse à vis et, l'appareil ainsi disposé, on ouvre le robinet de sortie tout en manœuvrant la pompe à air.

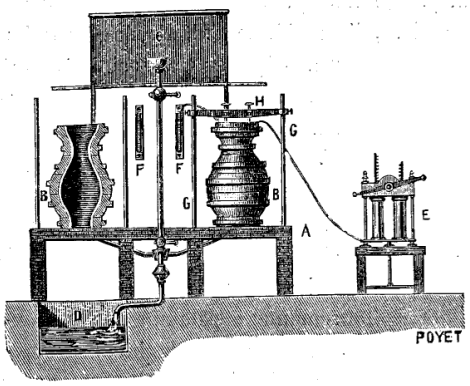


Fig. 1.

Si le bourrelet n'existait pas, l'air, dès les premiers coups de piston, pénétrerait entre le moule et la pièce, ce qui perdrait cette dernière infailliblement; il a donc pour but de maintenir une fermeture hermétique, mais il ne doit en même temps présenter qu'une faible résistance, car, dès que la barbotine s'est écoulée, la pièce commence à se retraiter, et il faut qu'au premier mouvement de descente elle puisse se dégager, sinon elle se fissurera.

Aussitôt que la pièce commence à se détacher du moule, l'air pénètre dans l'appareil, et on voit baisser le manomètre qui est en communication avec la pompe à air; il faut alors, sans perdre un instant, enlever la presse, le disque et la partie supérieure du moule lui-même, pour faciliter autant que possible le mouvement de retraite de la pièce; enfin, une heure ou une heure et demie plus tard, il faut enlever la partie inférieure du moule, ce qu'on réalise en supportant par le milieu le système entier; la pièce et ce qui reste du moule sont, en réalité, suspendus en l'air.

Toutes ces précautions, destinées à faciliter le mouvement de retraite de la pâte, sont nécessaires pour éviter les fissures.

Nous verrons, dans un instant, comment on peut atténuer ces chances d'accidents.

Coulage par le vide.

L'opération par le vide suit les mêmes phases que celles qui viennent d'être décrites.

Il est bon, pour avoir une surface bien unie, de ne faire le vide que trois heures environ après qu'on a fait monter la pâte; sans cette précaution, les imperfections qui existent dans le moule, et dont nous avons parlé plus haut, se traduiront à la surface du vase par des ondulations auxquelles on ne pourrait plus remédier.

Le premier bourrelet doit être conservé; on le coupe au moment de détacher la pièce.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le coulage par le vide, outre les avantages que nous avons signalés plus haut, permet de donner aux pièces une épaisseur plus grande que celle qu'on obtient dans le procédé par la pression. Voici comme il convient, d'après M. Renard, d'opérer lorsqu'on veut dépasser trois centimètres (à la base des pièces) qui représentent l'épaisseur maximum obtenue d'ordinaire. On coule la pièce normalement, on la fait tenir par le vide, mais au moment où dans les circonstances ordinaires on la détacherait, on fait, au contraire, remonter la pâte une seconde fois ; la couche de barbotine, déjà épaissie et desséchée, agit alors comme une sorte de moule supplémentaire et permet d'augmenter l'épaisseur d'environ un demi-centimètre ; on fait tenir la pièce comme la première fois, par le vide, et on renouvelle l'arrivée de la pâte jusqu'à ce que l'épaisseur voulue ait été obtenue.

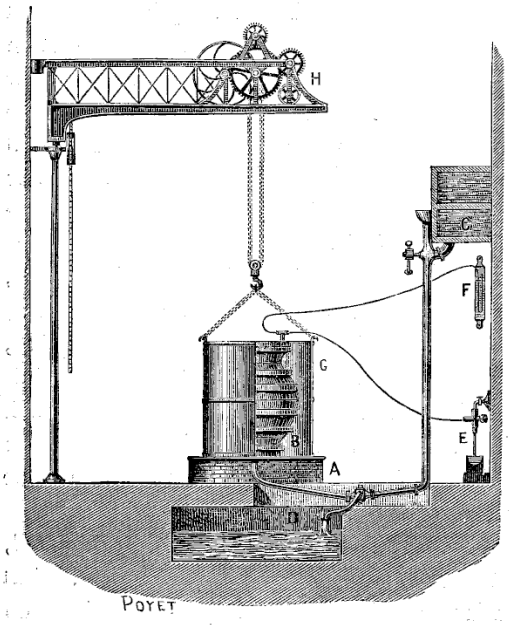


Fig. 2.

Quels que soient les précautions prises et les soins dont on s'entoure, les accidents sont fréquents par la pression comme par le vide.

Ils sont dus, en général, à l'irrégularité du mouvement de retraite des pièces, irrégularité qu'entraîne le manque d'homogénéité du plâtre des moules. En effet, l'absorption de l'eau ne se produisant pas régulièrement sur toute la surface de la pièce, des zones de pâte complètement sèche se trouvent en contact avec d'autres parties encore molles ; de là des tiraillements, des formations de plis et finalement la fissure, la rupture de la pièce.

Les coutures des moules sont aussi une cause d'échecs fréquents, à cause des traces qu'elles laissent, et qui nuisent à la beauté des formes ainsi qu'à la pureté des profils.

M. Renard a imaginé un tour de main qui remédie à tous ces inconvénients : il applique dans l'intérieur des moules de la mousseline à larges mailles et sans apprêt ; pour cela il la découpe par bandes et, avant le commencement du coulage, la fixe avec un peu de barbotine claire contre les parois intérieures du moule dont elle épouse toutes les formes ; ce tissu léger ne s'oppose en aucune façon à l'absorption de l'eau, de telle sorte que l'opération marche comme d'habitude ; mais au moment de la retraite, la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pièce de porcelaine, supportée pour ainsi dire par cette mousseline dont la résistance est très grande, se retire du moule avec la plus grande facilité et avec une extrême régularité : dans ces conditions, la trace des coutures disparaît, les imperfections des moules deviennent presque sans danger, et les pièces les plus considérables sont coulées à peu près à coup sûr ; c'est, en un mot, une amélioration très importante dans le procédé du coulage.

L'emploi de la mousseline est à recommander, non seulement pour la fabrication des vases, mais encore pour la préparation, toujours difficile, des grandes plaques de porcelaine ; il est également avantageux dans le moulage de certaines pièces de sculpture, peu délicate (car le tissu, malgré sa finesse, bouche forcément un peu les détails du travail du sculpteur) ; enfin la mousseline est très utile lorsqu'on a affaire à un moule avarié où un éclat se serait produit : au lieu de le réparer avec du plâtre, ce qui est toujours mauvais, on le répare avec du sable siliceux humide bien broyé, et on recouvre ce sable d'une bande de mousseline.

Dessiccation des pièces faites par le coulage.

Lorsque les pièces coulées ont pris dans le moule la consistance nécessaire, on les expose à l'air et finalement on les porte à l'étuve ; mais de même que pour le plâtre la surface de la pâte durcit très vite, cet inconvénient, nul pour les pièces qui doivent être tournassées, est très grand pour les pièces à ornements en relief, car le réparage en devient beaucoup plus difficile, la pâte durcie se travaille mal et s'enlève fréquemment en éclats ; il suffit, pour remédier à cet inconvénient, de saupoudrer les endroits qu'on veut garantir de poussier de pâte ordinaire.

Les détails qui précèdent présenteront, je l'espère, quelque intérêt pour les fabricants ; cette publication m'aura permis, en tout cas, de rendre un hommage mérité à M. Renard, et d'appeler la bienveillante attention de la Société d'encouragement sur lui. Ce n'est qu'en développant une sagacité remarquable, dirigée par l'amour profond de son métier, que cet ouvrier d'élite a pu surmonter peu à peu des difficultés dont les praticiens ne méconnaîtront pas l'importance.

CHIMIE ORGANIQUE.

SUR LA FERMENTATION PANAIRE.

Il s'est établi à l'Académie des sciences, dans le courant de l'année dernière, une discussion intéressante sur les réactions qui se produisent pendant la fermentation panaire ; on trouvera ici les divers articles publiés à ce sujet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOTE DE M. G. CHICANDARD (1). — La fabrication du pain au moyen de la farine de céréales date des temps les plus anciennement connus ; l'usage du levain, c'est-à-dire l'addition de la pâte fermentée à la pâte fraîche, était pratiqué du temps de Moïse, ainsi que l'attestent les livres juifs; enfin l'emploi de la levure est lui-même ancien, puisque les Gaulois, les buveurs de cervoise ne l'ignoraient pas. De nos jours, les boulangers se servent concurremment du levain et de la levure ; la plupart réservent l'emploi de cette dernière pour les petits pain, l'expérience ayant démontré que la pâte sur levure lève plus rapidement.

Mais, si la fermentation panaire est depuis longtemps connue dans ses résultats, ce n'est qu'après que l'on eut établi les conditions de la fermentation alcoolique qu'on émit une théorie de la panification en les rapprochant toutes deux. Après les travaux de Payen, du Musculus, de O'Sullivan, de Brown et Heron, et d'autres, sur l'amidon et ses dérivés, on édifia sur la fermentation panaire une théorie complète que nous résumons :

L'amidon, sous l'influence de la céréaline (diastase du froment), se dédouble par hydratation en maltose et dextrine.

$$\underbrace{C^{72}H^{60}O^{60}}_{\text{Amidon.}} + H^2O^2 = \underbrace{C^{24}H^{22}O^{22}}_{\text{Maltose.}} + \underbrace{2C^{24}H^{20}O^{20}}_{\text{Dextrine.}}.$$

La dextrine s'hydrate à son tour et donne de la maltose,

$$C^{24}H^{20}O^{20} + H^2O^2 = C^{24}H^{22}O^{22}.$$

La maltose, sous l'influence d'une diastase sécrétée par la levure (sucrase de Duclaux, zythozymase de Béchamp), fixe les éléments de l'eau et donne la dextrose et la lévulose,

$$C^{24}H^{22}O^{22} + H^2O^2 = C^{12}H^{12}O^{12} + C^{12}H^{12}O^{12}.$$

Ces deux glucoses subissent la fermentation alcoolique,

$$C^{12}H^{12}O^{12} = 2C^4H^6O^2 + 2C^2O^4.$$

Enfin l'alcool par oxydation peut donner un peu d'acide acétique,

$$C^4H^6O^2 + O^4 = H^2O^2 + C^4H^4O^4.$$

La levure spéciale à cette fermentation serait, d'après M. Engel, le *Saccharomyces minor*.

Cette théorie, assez généralement admise, n'est nullement en accord avec les faits observés.

(1) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1585.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le dédoublement de l'amidon par la céréaline ou les diverses diastases que M. Duclaux réunit sous le nom d'*amylase* ne peut s'effectuer que sur l'amidon, modifié par la chaleur, et c'est, en effet, sur l'empoi d'amidon ou sur l'amidon chauffé que tous les expérimentateurs ont opéré soit dans leurs laboratoires, soit dans l'industrie. L'amidon cru est inattaqué par l'amylase, et le premier terme de la transformation est impossible.

Le dernier n'est pas plus admissible, puisque la présence de l'acool n'a jamais été démontrée, bien que de nombreux expérimentateurs aient procédé à sa recherche (M. Duclaux dans sa microbiologie, admettant la transformation de l'amidon, nie absolument la production de l'alcool).

Si l'on veut bien maintenant remarquer que des deux principaux corps qui composent la farine : l'amidon et le gluten, le second est directement fermentescible, et que cette propriété est depuis longtemps utilisée dans les amidonneries où la putréfaction du gluten n'amène nullement la destruction de l'amidon cru, on comprendra l'erreur qui a été commise en considérant l'amidon comme matiére fermentescible dans le pain, et en négligeant le gluten.

Enfin, M. Scheurer-Kestner, dans un Mémoire publié en 1880, a montré que la viande introduite dans la pâte en fermentation était digérée ; il admit alors qu'un ferment digestif était produit dans la fermentation panaire, mais il ne chercha pas l'agent de cette digestion et n'en tira aucune conclusion touchant la fermentation même de la pâte.

Ces considérations nous paraissent s'accorder difficilement avec la théorie actuelle de la panification ; voici, en outre, quelques expériences personnelles qui la réfutent et servent de point de départ à l'établissement d'une théorie nouvelle.

Les résultats de nos expériences, disons-le tout d'abord, n'ont rien de commun avec ceux qu'on pourrait déduire d'expériences faites sur la pâte de fabrication anglaise, car dans ce pays, ainsi que nous l'apprend M. Graham, il est d'usage d'ajouter à la pâte une levure spéciale appelée *fruit*, obtenue en mélangeant de la fécule de pommes de terre modifiée par la chaleur avec de la levure de bière : il n'est pas étonnant que, dans ce cas, il y ait une fermentation alcoolique, puisqu'on en a réuni les éléments.

Nous avons analysé les liquides filtrés provenant des macérations à froid avec : 1° de la farine ; 2° de la pâte sur levain ; 3° de la pâte sur levure ; 4° du pain, au point de vue des matières amylacées, du sucre et des matières albuminoïdes. Voici les résultats :

A. Pas d'amidon soluble dans la farine et les deux pâtes, une grande quantité dans le pain.

B. Une même quantité de sucre réducteur (0 gr. 90 comme glucose) pour 100 grammes, farine 160 grammes de chaque pâte, 140 grammes de pain. Ces trois quantités étant équivalentes, la matière sucrée existant normalement dans la farine n'a pas été décomposée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C. Dans la farine : de l'albumine coagulable par la chaleur et précipitable par l'acide nitrique et le ferrocyanure de potassium acétique.

Dans les deux pâtes : pas d'albumine coagulable par la chaleur; des albuminoïdes précipités par l'acide nitrique et le ferrocyanure de potassium acétique ; des peptones non précipitées par les réactifs ci-dessus précipités par le tannin.

(Les pâtes étaient prises au moment de la mise au four).

Dans le pain : pas de matières albuminoïdes, des peptones précipitées par le tannin, par le sublimé, etc.

L'examen microscopique nous a démontré l'absence complète de tout *Saccharomyces* dans la pâte sur levain et la diminution progressive du nombre des cellules de *Saccharomyces cerevisiæ* introduites dans la pâte sur levure. Nous avons nettement vu, dans les deux cas, de nombreux microbes doués de mouvement, de longueur variable, tantôt isolés, tantôt par paires, que nous considérons comme des bactéries. Le développement de ces bactéries se fait très rapidement dans la pâte sur levure; nous avons pu les cultiver dans l'eau contenant de la levure en suspension, ce qui nous conduit à admettre que la levure de bière a pour effet de favoriser la prolifération de ces microbes.

Enfin l'analyse du gaz dégagé dans cette fermentation a fixé 70 pour 100 environ la proportion d'acide carbonique entrant dans sa composition, le reste étant un mélange d'hydrogène et d'azote; ce gaz offre donc une composition analogue à celle déjà signalée pour les produits gazeux de la putréfaction des matières albuminoïdes.

De ces faits nous tirons les conclusions suivantes ;

1° La fermentation panaire ne consiste pas dans une hydratation de l'amidon, suivie d'une fermentation alcoolique ;

2° Elle n'est pas déterminée par un *Saccharomyces;*

3° Elle consiste en une transformation d'une partie des albuminoïdes insolubles du gluten en albumines solubles d'abord, en peptones ensuite ;

4° L'amidon n'est modifié que par la cuisson, qui forme de l'amidon soluble en grande quantité et un peu de dextrine, celle-ci se rencontrant surtout dans les parties les plus chauffées ;

5° L'agent de la fermentation panaire est une bactérie qui se développe normalement dans la pâte, et la levure de bière ne fait qu'accélérer ce développement.

Nous nous proposons de compléter cette Note dans un prochain Mémoire.

NOTE DE M. V. MARCANO (1).—Le Mémoire que M. G. Chicandard vient de présenter sur ce sujet à l'Académie dans sa séance du 28 mai 1883 m'oblige à faire connaître quelques-uns des résultats que j'ai obtenus par l'étude de la panification, résultats

(1) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1733.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui, tout en étant d'accord avec les principales conclusions de l'auteur, se trouvent en contradiction avec elles sur d'autres points. J'espère que les faits signalés plus bas feront disparaître cette discordance, et partant contribueront à élucider quelques détails encore très obscurs de la question.

Je dois dire d'abord, parce que j'attache une très grande importance dans ces études à la localité où l'on opère, que les observations que je vais rapporter ont été faites au Venezuela, pays situé sous les tropiques.

1° Je n'ai jamais pu déceler dans la masse du pain qui fermente aucune trace de *Saccharomyces*. L'organisme qui y pullule abondamment est une sphéro-bactérie mobile.

2° Pendant le processus de la panification, le gluten et une partie des albuminoïdes sont dissous partiellement et transformés en peptone, non précipitable par le tannin, etc. Il s'y fait aussi de l'*amylase*, produit de sécrétion des microbes.

Tous ces résultats sont parfaitement d'accord avec ceux qui ont été annoncés par M. Chicandard. Mais, tandis qu'il ne constate pas la solubilisation de la fécule, c'est le contraire qui a lieu dans la fermentation panaire telle qu'elle s'accomplit dans le pays dans lequel je l'ai observée. Dans la pâte on trouve, au commencement de la fermentation, un mélange de beaucoup des érythro-dextrines avec relativement peu d'amidon soluble, et plus tard, au moment de mettre au four, des quantités notables des achro-dextrines. J'ai pu même isoler ces produits en nature. La panification, dans ce cas, est donc un exemple de fermentation directe de la fécule, fermentation dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie dans sa séance du 14 août 1882.

Il importe de noter qu'au Venezuela on emploie pour faire le pain des farines mélangées avec des fécules, et par suite très pauvres en gluten. Comme il est facile de s'en assurer, la bactérie n'attaque la fécule qu'après avoir épuisé les albuminoïdes. Ceci explique, d'une part, la fermentation active et immédiate de la fécule, et, de l'autre, la nécessité qu'éprouvent les industriels de la localité d'employer des ferments très actifs développés au moyen du maïs, des pommes de terre, du *vesou*, de la canne à sucre, etc., afin d'avoir une pâte qui lève bien.

Le fait rapporté plus haut se produit toutes les fois que, sous les tropiques, on abandonne à elle-même une graine, un fruit, une racine, féculents réduits en pulpe ; une fermentation active et immédiate se déclare dans la masse. La fécule disparaît par l'action vitale des bactéries, et la cellulose reste seule à la fin.

Il y a plus, si l'on ensemence de la levure produite en Europe et conservée pendant le transport avec de la glace dans de la farine humectée d'eau, on ne tarde pas à voir la levure disparaître pour céder le pas aux bactéries.

J'ai voulu répéter ces jours derniers à Paris des fermentations directes de la fécule, telles que j'ai l'habitude de les pratiquer en Amérique, et j'ai échoué dans tous les essais ; l'amidon est resté presque intact.

Il m'a semblé intéressant de publier ces expériences comparatives, parce qu'elles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

indiquent que dans les études de fermentation il faut tenir compte grandement des circonstances locales, mal connues encore, qui aident, entravent ou même changent le sens du phénomène.

En résumé, je crois que la fermentation panaire est due principalement à des bactéries, mais que la nature variable de ces organismes peut produire dans la pâte des substances différentes.

NOTE DE M. MOUSSETTE (1). — Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* de la séance du 28 mai dernier, M. G. Chicandard, contrairement à l'opinion généralement admise, prétend établir que la fermentation alcoolique n'existe pas dans le phénomène du levage de la pâte des boulangers, et que ce levage résulte uniquement d'un dégagement d'acide carbonique (mélangé d'hydrogène et d'azote) produit par une fermentation spéciale, *une sorte de putréfaction* des matières albuminoïdes existant dans la farine.

La théorie trop exclusive de M. G. Chicandard repose, en grande partie, sur la négation d'un fait certain : la présence de l'alcool dans la pâte fermentée. Quelques expérimentateurs ont pu échouer en distillant de petites quantités de pâte dans des appareils de laboratoire ; mais, en 1854, M. Barral, dont j'étais le principal préparateur au laboratoire du *Journal d'Agriculture pratique*, eut l'idée ingénieuse de rechercher l'alcool dans la vapeur qui s'échappe d'un four pendant la cuisson du pain, et me chargea d'analyser celle condensée par les parois métalliques d'un four Rolland fonctionnant à Lure (Haute-Saône). J'eus à ma disposition un litre de ce liquide : il me fut donc facile d'en concentrer l'alcool par distillation et de le doser.

Le liquide brut renfermait 1,60 pour 100 d'alcool en volume, 0,06 pour 100 en poids d'acide acétique ($C^4H^4O^4$) et une quantité indéterminée du même acide combinée à de l'oxyde de fer provenant des parois du four, ainsi qu'à de l'ammoniaque en très faible quantité.

Cette analyse date du 24 décembre 1854. M. Barral ne l'a peut-être jamais publiée, mais j'en ai gardé note. Il est facile, en la répétant, de se convaincre de ce fait, que l'alcool est un des produits de la fermentation panaire. Est-ce à dire que, par de nouveaux aperçus, on n'arrivera pas à compléter la théorie généralement admise aujourd'hui de cette fermentation? Non, certes! et le travail de M. G. Chicandard est des plus intéressants à ce point de vue.

NOTE DE M. L. BOUTROUX (2). — La fermentation panaire a été récemment l'objet d'intéressantes communications. M. Chicandard (3) a établi que ce n'est pas une fer-

(1) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1865.
(2) *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 116.
(3) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1585.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mentation alcoolique ; il nie même la présence de tout ferment alcoolique dans le levain. Cette manière de voir a été confirmée par une Note de M. Marcano, relative à la panification au Venezuela (1). Cependant M. Moussette (2), travaillant sous la direction de M. Barral, a tiré 1,60 d'alcool pour 100, en volume, du liquide obtenu par la condensation des vapeurs qui s'échappaient d'un four pendant la cuisson du pain.

Les expériences suivantes, faites avant la publication de la Note de M. Chicandard, paraîtront peut-être apporter quelques utiles renseignements sur la question.

Au mois de septembre 1882, j'ai fait l'analyse d'un levain employé à faire le pain, au point de vue des organismes microscopiques qu'il contenait. Ce levain était celui d'une ferme de Sologne, située à 12 kil. de Romorantin, éloignée de toute brasserie; il y est conservé par cultures successives dans la pâte de pain de seigle, sans être jamais renouvelé. On fait le pain une fois par semaine, et chaque fois on réserve une portion de la pâte qui servira de levain pour la semaine suivante.

Je prélève une petite portion d'une masse de levain pétrie depuis sept jours, je la délaye dans l'eau et je l'examine au microscope ; je trouve de grosses cellules d'amidon, de fins filaments droits ou coudés, appartenant au genre *Bacillus*, et de petites cellules à contenu granuleux, qui peuvent appartenir au genre *Saccharomyces*. Une autre petite portion, prélevée, avec un tube flambé, au milieu de la masse du levain, est semée dans un tube contenant du moût de raisin stérilisé. Au bout de deux jours, la fermentation se déclare dans le moût de raisin. L'examen microscopique y fait voir de très petites cellules rondes qui paraissent appartenir à l'espèce que M. Engel a nommée *Saccharomyces minor*. En faisant plusieurs cultures successives dans le moût de raisin, je ne tarde pas à reconnaître que toute trace de *Bacillus* a disparu, mais aussi que plusieurs espèces de Saccharomyces se développent simultanément. Un voile épais garnit la surface ; l'examen microscopique montre qu'il est formé de *Mycoderma vini*. Le dépôt du fond montre des cellules de deux grosseurs très différentes. Une culture dans de l'eau de levure sucrée d'acidité 7 (c'est-à-dire additionnée d'acide tartrique en quantité telle que 1 volume de liqueur est saturé par 7 volumes d'eau de chaux) fait immédiatement disparaître le mycoderme, mais il reste encore deux espèces distinctes.

La levure mélangée est portée à la température de 55 degrés pendant une minute; après ce traitement les plus petites cellules sont mortes, les grosses subsistent : c'est une levure pure rappelant la levure de bière, capable comme celle-ci de provoquer des fermentations vives et complètes dans les moûts sucrés. Je la désignerai par A.

Il s'agit maintenant d'isoler la seconde espèce. Je sème la levure mélangée dans des tubes de moût d'acidité 8, 10 et 12. Dans chacun de ces tubes il se développe un

(1) Séance du 11 juin dernier.

(2) Séance du 25 juin dernier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

organisme formant voile à la surface à la façon du *Mycoderma vini*, mais constitué par des cellules d'une forme différente : elles sont tout à fait rondes, plus petites que les cellules de levure ordinaire ; d'après leur aspect elles peuvent appartenir à l'espèce *S. minor*. Plusieurs cultures dans les moûts d'acidité 10 et 12 ont permis d'isoler cette seconde espèce à l'état pur; mais j'ai reconnu que ce n'était pas une levure : elle ne faisait pas fermenter le moût de bière.

Je n'ai pas renoncé après cette expérience à mettre en évidence le *S. minor*. J'ai eu recours à une autre culture dont la semence primitive, empruntée au même levain, avait été cultivée deux fois dans du moût de raisin et une fois dans un moût d'acidité 7. Les dernières cultures ne présentaient plus du tout de voile, mais les cultures nouvelles donnaient naissance à des cellules de deux sortes. J'ai soumis cette levure mélangée au double traitement précédent. Par la chaleur j'isolais la levure A. Par des cultures plusieurs fois répétées dans des moûts d'acidité 4 et 5, j'ai isolé au contraire les petites cellules rondes. Celles-ci faisaient parfaitement fermenter le sucre; elles appartenaient bien au *S. minor*.

L'analyse précédente a donc fourni, outre les bactéries, qui n'ont pas été examinées, quatre organismes différents : le *Mycoderma vini*, deux véritables levures et un organisme semblable au *Saccharomyces* par sa forme, mais dépourvu de tout pouvoir comme ferment.

Ces faits me paraissent confirmer la théorie de M. Chicandard pour le point le plus important, mais s'accordent avec ceux qu'a cités M. Moussette, pour permettre d'accuser cette théorie d'être trop exclusive. Il faut bien que la fermentation panaire *principale* ne soit pas la fermentation alcoolique pour que dans du levain de huit jours en pleine fermentation, propre à faire lever de la pâte nouvelle en quelques instants, l'examen microscopique n'ait révélé que de rares cellules dont l'identification avec de la levure était douteuse ; c'est en effet ce que j'ai observé : sans les cultures il m'aurait été impossible d'affirmer avec certitude la présence du *Saccharomyces* dans ce levain ; et pourtant la levure A est en grosses cellules rondes bourgeonnantes bien visibles ; le *S. minor*, plus petit, est également facile à apercevoir lorsqu'il est en pleine végétation : il forme des chapelets ou des paquets de cellules rondes qu'il est impossible de confondre avec des grains d'amidon.

Si l'abondant dégagement de gaz, qui avait considérablement multiplié le volume du levain examiné, avait été produit par les *Saccharomyces*, ceux-ci auraient dû présenter une végétation luxuriante. Les *Bacillus*, au contraire, étaient bien visibles : il n'était pas besoin de les faire multiplier par la culture pour les mettre en évidence.

Cependant refuser tout rôle, même accessoire, à la levure, me paraît difficile quand on voit un levain de ferme, loin de toute brasserie, conserver deux espèce de levure particulières, car les deux espèces que j'ai trouvées dans ce levain sont différentes des levures de brasserie ainsi que de celles du vin.

Une opération si peu artificielle que la fermentation du pain peut bien être com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plexe, comme le sont en général les fermentations et les putréfactions naturelles. A côté de la fermentation qu'on pourrait appeler *peptonique,* et que je n'hésite pas à regarder comme la plus importante, il y a place pour une fermentation alcoolique.

NOTE DE M. G. CHICANDARD (1). — Ma Note sur la fermentation panaire, présentée à l'Académie le 28 mai dernier, a été l'objet de quelques critiques de la part de M. Marcano (séance du 11 juin), de M. Moussette (séance du 25 juin) et de M. Boutroux (séance du 9 juillet). Mon Mémoire complet sur la panification étant sur le point de paraître, j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie ma réponse à ces trois Notes.

1° Le désaccord entre mes expériences et celles de M. Marcano provient d'une différence dans la nature des produits soumis à la fermentation. A Paris, on ne fait aucune addition autre que la levure de bière à la farine de froment; au Venezuela, il est d'usage d'y ajouter un *décocté* de *maïs*. La présence d'amidon soluble et de diverses dextrines s'explique par cette addition.

2° M. Moussette signale, dans les produits de condensation d'un four Roland, la présence de l'alcool. J'ai pu, en effet, me rendre compte de la présence de ce corps dans les produits de distillation de la pâte; mais, contrairement à l'opinion admise jusqu'ici, cette petite quantité d'alcool n'implique nullement une fermentation alcoolique, car le gluten privé d'amidon en produit également par fermentation.

3° Les expériences de M. Boutroux démontrent que le levain qu'il a examiné contenait, en outre de la bactérie que j'ai signalée, quatre organismes différents, dont deux appartenaient au genre Saccharomyces; mais rien ne démontre leur activité. J'ai d'ailleurs institué une expérience qui me paraît démontrer nettement l'absence d'une fermentation alcoolique secondaire dans la pâte :

On mélange de la farine, de la levure, de la dextrose avec de l'eau; on en fait une pâte homogène. On dose la dextrose de 10 grammes de cette pâte : on trouve 0,55. Deux autres portions de pâte, du même poids, sont abandonnées à la fermentation (la température variant de 20 à 25 degrés); au bout de trois jours, on dose la dextrose de la première portion, au bout de sept jours celle de la seconde : on retrouve dans les deux cas 0,55 de dextrose. L'examen microscopique est d'ailleurs en parfait accord avec les résultats de l'analyse : il montre que les cellules de levure sont successivement détruites.

La fermentation panaire ne comporte donc pas plusieurs fermentations juxtaposées, dans le cas d'une pâte préparée, soit avec le levain, soit avec la levure sans autre addition.

NOTE DE M. V. MARCANO (2).—J'ai eu l'honneur d'annoncer à l'Académie (3) que la fermentation panaire, sous les tropiques, est due à une bactérie dont j'ai pu étudier

(1) *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 616.
(2) *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 1070.
(3) *Comptes rendus*, t. XCVI, n° 26.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les états successifs : spores, tubes mycéliens, etc., et que ces microbes peptonisent le gluten et l'albumine, en même temps qu'ils solubilisent les grains de fécule en donnant de la dextrine et du glucose.

D'autre part, j'ai annoncé que, dans ces régions (Caracas, Venezuela), la fermentation alcoolique a généralement lieu sous l'influence vitale des bactéries, qui paraissent y remplacer fréquemment, sinon exclusivement, les *Saccharomyces*.

D'après ces données, on doit s'attendre à trouver dans la pâte des quantités notables d'alcool correspondant à la fécule disparue. La vérification de cette conséquence forme l'objet du présent Mémoire.

Ce produit, auquel j'ai eu recours, correspond à celui qu'on appelle en France *levain de chef*, mais il est préparé d'une autre façon. Au lieu de garder, du jour au lendemain, une portion de la pâte fermentée, les boulangers de la localité préparent chaque fois le ferment à nouveau, en mélangeant des pommes de terre, des ignames, etc., cuits à la vapeur et réduits en pulpe, avec de l'eau et de la farine. La fermentation se déclare immédiate et tumultueuse, en dégageant des torrents d'acide carbonique.

Par l'agitation, on a rendu homogène le contenu d'une cuve dans laquelle on préparait ce levain et l'on en a pris 300 grammes, qu'on a distillés dans un appareil semblable à celui qui a servi à M. Müntz pour déceler l'alcool dans la terre et la neige. On a obtenu par ce moyen de l'alcool à 86 degrés dont la quantité, toutes corrections et calculs faits, était de $16^{cc},4$ d'alcool absolu, ce qui correspond à la quantité énorme de $52^{cc},7$ d'alcool par kilogramme de levain. J'ai l'honneur de joindre à cette Note un échantillon de l'alcool ainsi obtenu.

Le résidu solide, formé par de la cellulose et très peu de fécule, pesait à l'état sec $13^{gr},5$. Le liquide restant était chargé de dextrine.

Un résultat tout aussi net a été obtenu en distillant avec de l'eau la pâte de pain, avant sa mise au four. Ces expériences, faciles à répéter, montrent que la formation de l'alcool, aux dépens de la fécule, dans la fermentation panaire, constitue sous les tropiques un phénomène aussi constant que régulier.

DES CAUSES DE L'ALTÉRATION DES FARINES, PAR M. BALLAND.

Dans un Mémoire présenté à l'Académie des sciences, M. Balland étudie les causes de l'altération des farines; il résume ainsi les résultats qu'il a obtenus (1).

1° Les farines, en vieillissant, éprouvent des modifications de diverses natures.

La proportion d'eau est peu variable : elle s'élève ou s'abaisse suivant l'état hygro-

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 347 et 651.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

métrique de l'air; dans les conditions ordinaires, l'écart peut atteindre 0,8 à 1 pour 100.

Les matières grasses ne subissent pas de variation sensible dans leur poids; elles perdent leur odeur franche et deviennent rances.

Les matières sucrées décroissent, mais d'une quantité qui n'est pas en rapport avec l'acidité produite.

Cette acidité varie avec l'essence du blé : elle est plus rapide et plus forte avec les farines de blés tendres qu'avec les farines de blés durs.

Traduite en acide sulfurique monohydraté, elle peut s'élever avec les premières de 20 à 120 grammes par quintal métrique, et avec les deuxièmes, de 20 à 70 grammes. Elle semble se rattacher directement aux modifications éprouvées par les matières albuminoïdes. Ces matières, au début, sont presque entièrement à l'état de gluten insoluble : peu à peu elles se désagrègent, mais sans perdre de leur poids; le gluten se fluidifie et disparaît avec toutes ses qualités.

Les matières amylacées ne paraissent point modifiées.

2° Dans les farines dont le taux de blutage est peu élevé, il y a toujours plus d'acidité, plus de ligneux et plus de matières grasses et sucrées; il y a aussi plus de gluten. Ces farines se conservent mal.

3° Pour les farines conservées en sacs, les altérations sont plus rapides que pour les farines renfermées en vases clos.

4° Au même taux de blutage, les farines obtenues par les meules se conservent aussi bien que les farines retirées des cylindres; elles ne sont pas plus acides. L'acidité est indépendante de la mouture.

5° La partie farineuse du grain de blé qui touche à l'enveloppe externe est plus acide que la portion centrale; elle est également plus riche en gluten; elle s'altère plus rapidement.

1° On peut obtenir, pour une même farine, des quantités variables de gluten, suivant la manière dont on opère. L'écart tient surtout au degré d'hydratation du gluten et au lavage qu'on lui a fait subir.

2° Le gluten renferme des quantités variables d'eau d'hydratation. Ainsi, l'eau est en plus forte proportion dans le gluten des blés tendres que dans le gluten des blés durs. Elle est en moins forte proportion dans le gluten retiré des pâtons immédiatement après leur préparation, que dans le gluten retiré des pâtons après deux heures de repos. Elle est aussi en moins forte proportion dans le gluten des vieilles farines.

3° Certains corps, tels que le sel marin, l'acétate d'ammoniaque, le carbonate de potasse, la glycérine, etc., peuvent enlever de l'eau au gluten, le déshydrater. Par lavage à grande eau, ce gluten qui a perdu de son poids et s'est durci reprend, avec son poids primitif, toutes les qualités d'un bon gluten.

4° Un lavage prolongé fait perdre au gluten une partie de son poids.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le gluten des blés durs perd moins par lavage que le gluten des blés tendres; le gluten d'un pâton préparé récemment perd moins que le gluten d'un pâton préparé depuis deux heures. Le gluten des vieilles farines perd plus que le gluten des farines récentes.

Une masse de gluten provenant de farine nouvelle, mise dans l'eau pendant vingt-quatre heures, puis lavée, perd en moyenne 10 pour 100; avec de vieilles farines, la perte dépasse 20 pour 100.

5° Pour éviter des erreurs dans le dosage du gluten humide, il conviendrait d'opérer comme il suit :

Faire un pâton avec 50 grammes de farine et 20 à 25 grammes d'eau; laisser ce pâton au repos pendant vingt-cinq minutes, puis le partager en deux portions égales; retirer le gluten de l'une immédiatement et celui de l'autre une heure après; peser le gluten après l'avoir fortement serré dans la main, dès que l'eau de lavage s'écoule claire; continuer le lavage pendant cinq minutes et peser de nouveau. On aura ainsi, pour une même farine, quatre données dont on prendra la moyenne.

1. Le blé contient un ferment qui paraît se trouver au voisinage de l'embryon. Ce ferment est insoluble et possède les propriétés des ferments organisés. Il résiste à une température sèche de 100 degrés, mais l'eau bouillante le détruit. L'eau et la chaleur sont indispensables à son évolution; une température humide de 25 degrés lui convient particulièrement. Il porte son action sur le gluten, qu'il fluidifie.

Par une mouture bien dirigée, ce ferment reste en grande partie dans le son; la farine en contient d'autant moins qu'elle est mieux blutée. Un frottement exagéré des meules, une trop grande vitesse de rotation, ont pour effet de faire passer le ferment en plus grande quantité dans la farine : de là les altérations que l'on remarque dans les farines dites *échauffées* par les meules. Ces écarts sont évités dans la mouture par cylindres.

2. L'acidité, dans les vieilles farines, n'est pas, comme on l'a admis, la cause de la disparition du gluten; elle en est la conséquence : elle ne précède pas l'altération, elle la suit.

3. Le gluten semble exister dans le blé, au même titre que l'amidon; je ne crois pas qu'il résulte de l'action de l'eau sur une substance *gluténogène* particulière. Les expériences que l'on a invoquées à l'appui de cette hypothèse (1) peuvent s'expliquer différemment. J'ai montré que le gluten contient des quantités d'eau variables, et que certains corps, tels que le sel marin, s'opposent à sa désagrégation, tandis que d'autres, comme l'acide acétique affaibli, la rendent immédiate.....

4. Dans les farines étuvées, le gluten subsiste avec ses propriétés. L'action du ferment est ralentie par suite du manque d'eau, mais il n'est pas détruit; il reprend son rôle dès que l'eau et la chaleur reparaissent.

(1) Peligot, *Chimie appliquée à l'agriculture*, p. 376. Paris, Masson; 1883.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

5. Les conditions à remplir, pour obtenir une longue conservation, sont d'employer des blés bien sains, de préférence des blés durs ; de ménager l'enveloppe du blé par une mouture bien ordonnée, de bluter les farines à un taux élevé et de les conserver dans des récipients où elles soient à l'abri de la chaleur et de l'humidité. L'administration de la Guerre vient de réaliser une partie de ces conditions, en adoptant, pour la conservation des farines dans nos places fortes, l'usage des caisses métalliques étanches. Il y aurait avantage à n'y mettre que des farines dures, obtenues par premier jet.

On a vu, au début de ce travail, que la farine panifiable de nos manutentions militaires contient toute la farine fleur, à laquelle on ajoute 12 à 18 pour 100 de gruaux remoulus, pour parfaire les taux prescrits. L'addition de ces gruaux est une source d'altérations, mais on ne peut songer à les supprimer dans le service courant : il y aurait à la fois perte pour le Trésor et perte pour le soldat, car ces gruaux sont extrêmement riches en principes nutritifs (1). Toutefois, on pourrait retarder ces altérations en ne mélangeant les gruaux à la farine qu'au moment du besoin, au lieu de les mêler, comme on le fait, à la sortie du moulin. Il y aurait même un intérêt réel à ne conserver que la farine de premier jet, et à la mélanger, au moment de la panification, avec des gruaux récemment moulus ; car on sait, par les travaux de Parmentier sur le son, qu'une telle addition aurait pour effet de rajeunir la farine ancienne.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Institut du fer et de l'acier (2). — La réunion du printemps de l'*Iron and steel Institute* a eu lieu à Londres, dans la première quinzaine de mai. Le président, M. Samuelson, a passé en revue, dans son adresse présidentielle, les progrès suivants réalisés par l'industrie sidérurgique depuis la création de l'Institut, en 1869 :

Depuis cette époque, la production de la fonte, dans le monde entier, a passé de 10 1/2 à 20 1/2 millions de tonnes; celle du fer, de 5 à 8 millions de tonnes; celle de l'acier, de 0,7 à 6,5 millions environ.

La production moyenne des hauts fourneaux, qui était de 180 tonnes par semaine, en 1869, dépasse maintenant 300 tonnes; elle a été de 850 tonnes à Conselt et a même atteint, d'après les statistiques américaines, 1 120 tonnes par semaine.

(1) C'est surtout à ces gruaux que l'on doit les qualités nutritives exceptionnelles du pain de munition. On connaît l'expérience de Magendie (*Précis élémentaire de Physiologie*, t. II, p. 504) : « Un chien mangeant à discrétion du pain blanc de froment pur, et buvant à volonté de l'eau commune, ne vit pas au delà de cinquante jours. Un chien mangeant exclusivement du pain de munition vit très bien et sa santé ne s'altère en aucune façon. »

(2) Extrait du *Bulletin du comité des forges de France*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le développement des chemins de fer et de la marine marchande, la multiplication des distributions d'eau et de gaz sont, d'après M. Samuelson, les principaux éléments de l'accroissement de la consommation du fer.

Signalant ensuite les progrès techniques réalisés depuis une douzaine d'années, M. Samuelson s'est arrêté plus spécialement sur ceux qui intéressent actuellement les métallurgistes.

Parmi ceux-ci, le perfectionnement des fours à coke commence à préoccuper les charbonniers anglais, qui se contentaient jusqu'ici de fours de boulanger ne rendant que 55 à 60 pour 100 avec des charbons qui donneraient 70 à 75 pour 100 de coke dans les fours employés sur le continent. Plusieurs fabricants ont adopté les fours Coppée ou des systèmes analogues; mais, non contents d'augmenter le rendement, ils cherchent aujourd'hui à tirer parti des sous-produits de la distillation de la houille.

Deux des hauts fourneaux de l'usine de Gartsherrie, en Écosse, alimentés à la houille crue, sont pourvus d'appareils de condensation qui permettent de recueillir le goudron et les eaux ammoniacales, et le succès a été si complet que l'on s'occupe de transformer huit autres fourneaux de la même usine.

Des systèmes analogues ont été essayés, il y a une vingtaine d'années, notamment à Saint-Étienne et à Mons, pour recueillir ces produits accessoires dans la calcination du coke; mais ils ne se sont pas répandus, parce que l'on croyait que la qualité du coke en souffrait. Des essais, qui ont eu lieu récemment dans le nord de l'Angleterre, semblent démontrer que c'était là un préjugé. Les fours Carvès, construits chez M. Pease, dans le Durham, rendent 75 à 77 pour 100 de bon coke métallurgique et donnent en même temps, par tonne de houille calcinée, 135 litres d'eau ammoniacale à 7 degrés Twaddel valant fr. 2,20 l'hectolitre, et 30 litres de goudron valant fr. 6,60 l'hectolitre; cela représente une valeur de fr. 5,30 par tonne de houille, soit 7 francs par tonne de coke, sans compter que le rendement en coke, qui était de 60 pour 100 dans les anciens fours de boulanger, de 66 dans les fours à sole chauffée, atteint 75 dans le système Carvès. La main-d'œuvre est, par contre, augmentée de fr. 1,65, et il faut ajouter l'amortissement des frais de premier établissement, qui sont importants; mais il reste de la marge, même en escomptant une baisse des sous-produits, qui ne peut manquer de se réaliser si le système se généralise.

Dans le four Carvès, le gaz est pompé par le haut, lavé pour en séparer l'ammoniaque et renvoyé dans les carneaux qui chauffent le four. Un autre inventeur, M. Jameson, soutire par le bas le gaz, à une température relativement peu élevée et en retire, outre l'ammoniaque, des huiles de diverses densités, riches en paraffine; enfin, l'on se propose d'appliquer le procédé de M. Jameson à l'extraction de l'ammoniaque et de l'huile des tas de poussier de charbon sans emploi, que l'on brûle à l'orifice des puits du bassin du nord de l'Angleterre pour s'en débarrasser.

M. Samuelson constate ensuite que c'est certainement dans l'industrie de l'acier que les progrès ont été les plus étonnants dans ces dernières années; ce n'est qu'en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1879 que le procédé basique a fait son apparition, et une seule usine, celle d'Eston, produit déjà, par an, 150 000 tonnes d'acier déphosphoré ; sur le continent, la production approche de 400 000 tonnes. Les perfectionnements n'ont pas été moins remarquables dans le laminage : il suffira, à ce sujet, de citer l'exemple de l'usine d'Eston. Actuellement, on y lamine des rails de 45 mètres aussi facilement qu'on laminait, il y a quelques années, des rails de 6 mètres. Les cylindres du train blooming ont $1^m,20$ de diamètre, ceux de la cage ébaucheuse et de la cage finisseuse $0^m,75$. On coule des lingots de 1 250 à 1 500 kilog. et de 0^m40 de côté. Ceux-ci sont amenés par de petites locomotives de la halle de coulée au four à réchauffer, et de là au laminoir.

La manipulation est tellement rapide qu'on a pu supprimer le second réchauffage, de sorte que, en une seule chaude, les lingots de $0^m,40$ sont étirés en blooms carrés de $0^m,20$ de côté et ceux-ci en barres longues de 45 mètres, qui sont débitées à la scie en un certain nombre de rails de 6, 9 ou 12 mètres de longueur.

Le développement de la fabrication de l'acier sur sole n'a pas été moins remarquable que celui du procédé Bessemer; la production actuelle dépasse 800 000 tonnes, et l'on a construit des fours capables de traiter des charges de 15 et même de 25 tonnes, alors que les plus grands fours existant en 1870 ne donnaient pas plus de 4 tonnes.

Dans la fabrication du fer puddlé, les progrès ont été moins marquants; la question du puddlage mécanique n'a guère avancé; M. Samuelson a cependant cru devoir attirer tout spécialement l'attention sur le succès remarquable qui a été atteint à la fabrique de fer d'Ougrée, par l'emploi des fours à puddler et à réchauffer du système Bicheroux. Cette usine a une production annuelle de 20 000 tonnes d'ébauchés avec quinze fours doubles; la consommation de charbon ne dépasse pas 550 kilog. par tonne d'ébauché ordinaire, 800 kilog. par tonne d'ébauché fin grain ; la mise au mille n'a été, pour l'année 1882, que de 1 075 kilog. de fonte, 15 kilog. de minerai de garnissage.

Dans un autre ordre d'idées, les navires en fer et en acier atteignent des dimensions et des vitesses énormes : le plus fort navire construit par une des firmes de la Clyde, en 1869, jaugeait 3 000 tonneaux, était activé par une machine de 3 000 chevaux, et marchait avec une vitesse de 14 nœuds; le même constructeur a actuellement sur chantier un navire de 7 400 tonneaux et 13 000 chevaux de force qui doit filer 18 nœuds par heure. Une des tôles entrant dans la coque mesure 20 mètres carrés de surface.

Pour navires cuirassés, on construit à Sheffield des plaques de blindage en fer et en acier de $0^m,50$ d'épaisseur, qui ne pèsent pas moins de 57 tonnes.

M. Samuelson a également touché à diverses questions intéressant l'industrie, telles que la législation des brevets, l'instruction technique, qui sont à l'ordre du jour en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Angleterre, et a rendu un hommage mérité aux services que rendent les comités d'arbitrage auxquels sont soumises, dans plusieurs districts, les discussions entre patrons et ouvriers ; le fonctionnement de ces utiles institutions ne fait pas moins honneur aux industriels qu'aux travailleurs, qui ont assez de discernement pour se soumettre à ces tribunaux pacifiques au lieu de recourir aux grèves et aux chômages ruineux qu'elles entraînent.

La médaille Bessemer, qui est remise chaque année aux auteurs de découvertes ou de travaux remarquables concernant la métallurgie du fer, a été partagée, cette année, entre MM. Snelus et Thomas, les inventeurs du procédé basique. M. Snelus est le premier inventeur en date, mais n'avait pas jugé à propos de faire connaître sa découverte, qui serait probablement restée ensevelie au bureau des brevets, sans les travaux de M. Thomas, qui a trouvé, non seulement le principe de l'invention, mais aussi, avec l'aide de M. Richards, le directeur d'Eston, les détails pratiques qui en ont fait un procédé industriel.

L'Institut a passé ensuite à la discussion du Mémoire lu par M. Snelus, au meeting de Vienne, sur l'essai des rails d'acier par le poinçonnage ; puis il a donné lecture de deux Mémoires sur les moulages en acier : l'un, par M. Parker, ingénieur de Lloyd, sur le remplacement des pièces de forge employées dans les constructions maritimes par des moulages en acier ; l'autre, par M. Allen, de Sheffield, sur les moulages en acier Bessemer.

Dans un navire, il entre quelques pièces d'une dimension exceptionnelle et d'une fabrication délicate, telles que les charpentes de la poupe et de la proue, l'arbre coudé de la machine, l'arbre de transmission de l'hélice, qui sont ordinairement obtenues par le forgeage ; or, ces pièces sont souvent défectueuses, et donnent lieu à des accidents assez fréquents. On a pensé à remplacer ces pièces forgées par des pièces moulées en acier, et M. Parker a été chargé par le Lloyd de rechercher s'il était possible d'obtenir, à cet effet, des moulages parfaitement sains, homogènes, solides, suffisamment ductiles et résistants : cette question présente également de l'intérêt pour les constructeurs de machines.

Une certaine défiance règne encore à ce sujet, analogue à celle qui existait il y a quatre ou cinq ans contre les tôles d'acier ; cependant la supériorité de celles-ci s'est affirmée par la construction de la coque, et surtout des chaudières de navires, et M. Parker a constaté que les chantiers anglais construisaient actuellement six fois plus de chaudières marines en acier que de chaudières en fer.

M. Parker a exposé devant l'Institut le résultat de l'enquête à laquelle il a procédé en Angleterre et en France au sujet des moulages en acier, et d'où il conclut que l'on peut exécuter, par ce procédé, les pièces spéciales employées dans la construction des navires, avec plus de sécurité que par le forgeage.

Trois firmes anglaises sont outillées pour produire ces moulages ; l'une d'entre elles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

emploie seulement de l'acier au creuset, une autre seulement de l'acier Siemens-Martin, et la troisième emploie concurremment ces deux espèces d'acier et ne trouve pas de différence entre les produits obtenus par les deux méthodes.

Au four Martin, on termine l'opération par l'addition d'un alliage de fer, manganèse et silicium, qui donne de la compacité au métal.

La fabrication des moules est un point délicat : l'acier, étant coulé très chaud, se contracte beaucoup plus que la fonte, de sorte que le moule doit céder à la pression, et, en même temps, être très réfractaire et resister à l'action du métal liquide.

M. Samuelson a constaté qu'on n'était pas tout à fait d'accord sur l'utilité du recuit; en France, à Terre-Noire notamment, on accorde une grande importance à la trempe à l'huile qui donne un grain plus fin et plus homogène, et rétablit l'équilibre moléculaire qui a pu être dérangé par une inégalité dans le refroidissement et la contraction de diverses parties d'une même pièce.

La trempe à l'huile paraît d'ailleurs augmenter la ténacité sans diminuer la ductilité.

On a déjà fait plusieurs pièces de charpente et des arbres coudés pour navires moulés et non martelés, mais la plupart des constructeurs préfèrent les arbres en acier forgé; quant à la nature de l'acier le plus convenable, on n'est pas d'accord : l'usine Krupp emploie de l'acier dur; les établissements Witworth de l'acier résistant à un effort de traction de 63 kilog. par millimètre carré; M. Sharp, de l'acier de 50 à 55 kilog. de résistance, et M. Vickers, le plus grand fabricant, n'emploie que de l'acier doux d'une résistance de 37 kilog., et a obtenu jusqu'ici les meilleurs résultats au point de vue du nombre d'accidents.

Aussi le Lloyd a-t-il été d'avis que l'acier employé pour les pièces de machine ne devait pas avoir une résistance à la traction supérieure à 47 kilog., et que des barrettes de 3 centimètres de côté devaient pouvoir se plier à froid de 90 degrés, avec un rayon de courbure de 45 millimètres. M. Parker a reconnu que le martelage augmentait la ductilité de l'acier fondu, et doute que les pièces non martelées puissent présenter les mêmes qualités.

M. Allen, l'auteur de la seconde notice, est attaché depuis vingt-quatre ans à l'aciérie de M. H. Bessemer, à Sheffield, et a affirmé que cette usine, la première qui ait réussi la fabrication de l'acier Bessemer, en Angleterre, n'avait jamais laminé un seul rail, mais avait écoulé toute sa production sous d'autres formes, notamment sous la forme de moulages; à l'Exposition de 1862, M. H. Bessemer a montré des aciers sans soufflures obtenus au convertisseur par l'addition de spiegel riche en silicium. Aujourd'hui on se contente généralement d'une addition de ferro-manganèse, qui se fait dans la poche de coulée, où le mélange intime est provoqué par un agitateur mécanique, et on obtient ainsi des lingots ou des moulages parfaitement compacts.

A ce propos, M. Allen s'est étonné qu'aucune usine n'eût fait l'essai de l'agitateur mécanique dont il a donné la description il y a un an, et dont il a de nouveau proclamé la grande utilité. En terminant, M. Allen a constaté que l'aciérie H. Bessemer,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de Thefield, avait déjà livré 486 cylindres de presses hydrauliques en acier Bessemer, qui avaient été éprouvés à des pressions de centaines d'atmosphères et qu'il n'y en avait pas eu un seul de rebuté. La composition ordinaire de l'acier employé pour moulages est approximativement la suivante : carbone, 0,3 à 0,4 ; manganèse, 1,25 ; silicium, trace; soufre, 0,06 ; phosphore, 0,07. En résumé, M. Allen est d'avis que l'acier Bessemer peut donner d'excellents moulages.

Dans la discussion qui a suivi, M. Bessemer a appuyé les dires de M. Allen ; d'après lui, il y a une différence énorme entre le métal sortant du convertisseur, et le métal rendu homogène et débarrassé de ses gaz par l'action de l'agitateur ; il a vu des centaines de moulages sans une soufflure obtenus de cette façon.

Des membres ont contesté l'utilité du martelage des arbres d'acier qui, d'après eux, n'agit que sur la surface et tend à provoquer la formation des soufflures et de tensions intérieures. D'autres ont trouvé que les moulages d'acier sont loin d'être toujours sans défaut, et il paraît résulter de la discussion que, si les bons moulages peuvent donner toute sécurité, ils ne sont pas faciles à obtenir, et qu'il est prudent de s'adresser à des fabricants qui connaissent leur métier, c'est-à-dire aux quelques maisons qui ont fait une étude spéciale de cette fabrication délicate.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 13 juin 1884.

Présidence de M. Becquerel, Vice-Président.

Correspondance. — M. *Berné* aîné, 95, rue Gravel, à Levallois-Perret, demande que son système de ventilation naturelle soit soumis à l'examen de la Société. (Arts économiques.)

M. *Forney,* professeur de l'Association polytechnique, 26, rue Washington. Système de foyer permettant de régulariser la combustion. (Arts économiques.)

M. *Robin* aîné, 20, rue de la Douane. Appareils pour le chauffage instantané des eaux de conduites sous pression. (Arts économiques.)

M. C. *Mineau*, 124, boulevard du Nord, à Bruxelles. Petit moteur d'appartement pour machines à coudre. (Arts mécaniques.)

M. *Armengaud* jeune. Rapport fait au nom de l'Association des inventeurs et artistes industriels et adressé à M. le *Ministre du commerce*, sur la nécessité de concentrer, dans un même établissement, tous les services administratifs concernant la protection de la propriété industrielle. (Commerce.)

M. L. *Poyet*, dessinateur et graveur sur bois, 17, rue du Louvre, remet, de la part

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de M. *Biétrix*, constructeur à la Chaléassière, près Saint-Étienne (Loire) (ancienne maison *Revollier-Biétrix*), une Notice et des dessins relatifs à un nouveau système de machines à agglomérer.

M. François *Fédé*, charron, 122, rue de Picpus. Nouveau système de mouvement de manivelles dites pédales à trois leviers. (Arts mécaniques.)

M. *Trémoulière*, 3, rue Chabert, à Alfort (Seine). Système d'emploi nouveau de la vapeur pour machines diverses. (Arts mécaniques.)

M. François *Martin*, serrurier, 27, rue Tiphaine. Mécanisme pour un nouveau moteur. (Arts mécaniques.)

M. E. *Duployé*, président de l'Institut sténographique des Deux-Mondes, 23, quai de l'Horloge. Concours de sténographie ouvert le 15 juin prochain. (Commerce.)

M. A. *Burger*, ancien inspecteur des forêts, à Meaux. Étude sur *le pain*, question alimentaire. (Arts économiques.)

M. *Héron-Royer*, 22, rue de Cléry. Mémoire sur l'œuf d'hiver du phylloxera. (Agriculture.)

M. *Bouillet*, 20, rue de Lancry. Complément à sa Note sur le phylloxera. (Agriculture.)

M. *Aureggio*, vétérinaire en premier au 4e régiment de cuirassiers, à Lyon. Spécimens de ferrures à glace, avec cinq brochures explicatives. (Agriculture.)

M. le Dr *Quesneville*. Nouvelles méthodes pour la détermination des éléments du lait et de ses falsifications. (Agriculture.)

M. Albert *Hérisson*, inspecteur de l'enseignement agricole, 7, quai de la Fontaine, à Nîmes (Gard). Étude sur les irrigations de la vallée du Pô. (Agriculture.)

M. Mariano *Crespi*, à San-Casciano dei Bagni, province de Sienne. Traité des cryptogames et des microbes des animaux et des végétaux, et particulièrement du phylloxera (Mémoire en italien). (Agriculture.)

M. *Bordet* remercie le Conseil de sa nomination de membre du Comité des arts économiques.

M. *Brull* remercie le Conseil de sa nomination de membre du Comité des arts mécaniques.

M, Eugène *Pirou*, photographe, 5, boulevard Saint-Germain, offre de faire la photographie des membres du Conseil.

M. le *Ministre de l'instruction publique* demande que le Conseil désigne les questions qui doivent faire partie du programme des Sociétés savantes pour 1885.

M. le *Président* annonce qu'une liste de souscription est ouverte pour l'érection d'une statue à J.-B. *Dumas* à Alais.

M. Emilio *Coni*, directeur du Bureau de statistique générale de la province de Buenos-Ayres (République Argentine), adresse un exemplaire de l'*Annuaire* statistique de cette province. (Bibliothèque.)

M. Walter R. *Browne*, 23, Queen Anne's Gate, à Londres, demande l'échange

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'*Iron and Coal Trades Review* avec le *Bulletin*. (Commission du *Bulletin*.)

M. F. *d'Esclands,* président de la Société protectrice des animaux, 84, rue de Grenelle-Saint-Germain, envoie le programme de l'Exposition du matériel hippique.

NOMINATION D'UN MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ. — Est nommé membre de la Société M. le comte *de Saintignon,* maître de forges à Longwy, présenté par M. *de Laboulaye*.

NOMINATION DE DEUX MEMBRES DU CONSEIL. — Le scrutin est ouvert pour la nomination de deux membres du Conseil.

Comité d'agriculture. — M. *Muret,* industriel-agriculteur, ayant réuni l'unanimité des suffrages, est nommé membre du Conseil.

Comité des constructions et des beaux-arts. — M. *Schlemmer*, inspecteur général des ponts et chaussées, ayant réuni l'unanimité des suffrages, est nommé membre du Conseil.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Comptabilité agricole*. — M. *Risler* lit, pour M. *Dailly* au nom du comité d'agriculture, un Rapport sur la comptabilité agricole de M. *Pilter* fils.

Le comité, pensant que plusieurs des tableaux de M. P. G. *Pilter* peuvent servir avec avantage aux agriculteurs, propose de remercier l'auteur de sa communication et d'insérer le Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées.

Appareil pour la fabrication du beurre. — M. *Müntz* lit, pour M. *Boitel*, au nom du comité d'agriculture, un Rapport sur les appareils pour la fabrication du beurre présentés par M. *Pilter*.

Le comité propose de remercier M. *Pilter* de son intéressante communication, et d'insérer le Rapport au *Bulletin*, ainsi que le Mémoire de M. *Pilter* avec les figures nécessaires à l'intelligence du texte.

Ces conclusions sont adoptées.

Reboisement des montagnes. — M. *Müntz* lit, pour M. *Boitel*, au nom du comité d'agriculture, un Rapport sur l'ouvrage de M. *Demontzey* intitulé : *Reboisement et gazonnement des montagnes*.

Le comité propose de remercier M. *Demontzey* de l'envoi de son excellent Traité pratique, et d'insérer le Rapport au *Bulletin*.

M. *Hervé-Mangon* fait observer que cet ouvrage a été traduit en allemand et en italien pour le compte des gouvernements autrichien et italien.

Ces conclusions sont adoptées.

Pendule astronomique. — M. *Redier*, au nom du comité des arts mécaniques, lit un Rapport sur la pendule astronomique exécutée par M. *Fénon* pour l'observatoire de Marseille.

Le comité propose de remercier l'auteur de son intéressante communication, et d'insérer le Rapport au *Bulletin* avec une planche pour faire connaître les dispositions du mécanisme.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces conclusions sont adoptées.

Brosse mécanique pour cirer. — M. *Rousselle*, au nom du comité des arts mécaniques, lit un Rapport sur la brosse mécanique de M. *Audoye* pour cirer les chaussures.

Le comité propose de remercier M. *Audoye* de son intéressante communication, et d'insérer le Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées.

Production et applications de l'oxygène et de l'azote. — MM. *Brin* frères font une communication sur l'extraction de l'oxygène de l'air et sur ses applications, ainsi que sur la fixation à l'état d'ammoniaque de l'azote produit dans la fabrication.

M. le *Président* remercie MM. *Brin* de leur intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts chimiques.

Séance du 27 juin 1884.

Présidence de M. BECQUEREL, Vice-Président.

CORRESPONDANCE. — M. Raphaël *Lugues*, à Guerchy (Yonne). Seconde Note sur son nouveau système de transmission. (Arts mécaniques.)

M. *Mayoux*, **21**, rue du Cherche-Midi. Nouvel appareil pour la navigation aérienne. (Arts mécaniques.)

M. *Bourrel*, à la Marbrerie de Guillan (Aude), signale des carrières de pierre lithographique. (Arts économiques.)

M. Amédée *Jullien*, **5**, rue Saint-Benoist, à Paris. Carte topographique historique du département de la Nièvre. (Beaux-Arts.)

M. l'abbé *Moigno*. Nouvelle tondeuse mécanique des moutons, système F. *Guillaume*, **19**, passage Ménilmontant. (Agriculture.)

M. *Heller*, fabricant de chaussures, à Anor (Nord). Destruction d'insectes nuisibles et en particulier du phylloxera. (Agriculture.)

M. *Sosson* fils, instituteur, **1**, rue Chatelain, à Paris. Musées scolaires. (Agriculture.)

M. Frédéric *Berr*, courtier-commissionnaire, **169**, rue Sainte-Catherine, à Bordeaux. Système pour empêcher l'air de pénétrer dans les barriques de vin. (Agriculture.)

M. *Schlemmer* remercie le Conseil de sa nomination de membre du comité des constructions et des beaux-arts.

M. *Muret* remercie le Conseil de sa nomination de membre du comité d'agriculture.

M. *Berry*, inspecteur de l'École des mines et de l'industrie de Ballaarat, à Victoria (Australie), demande l'échange des publications de l'École avec le *Bulletin* de la Société. (Commission du *Bulletin*.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Aubert*, secrétaire de la Société de Géographie commerciale, annonce que cette Société vient de se fonder au Havre, et demande l'échange de ses publications avec le *Bulletin*. (Commission du *Bulletin*.)

M. le *Ministre du commerce* adresse deux exemplaires du n° 9 des 10e et 11e parties du *Catalogue des brevets d'invention* pris en 1883, et deux exemplaires du tome XXIX (nouvelle série).

Note sur la *Théorie des bobines d'extraction*, par M. *Haton de la Goupillière*.

Rapports sur les opérations du service de la cavalerie et des fourrages de la Compagnie générale des omnibus, par M. E. *Lavalard*.

La France commerciale et industrielle, par M. Armand *Massip*.

Journal and Proceedings of the Royal Society of the New South Wales.

Accidents causés par les machines, moyens de les prévenir, par M. Louis *Oviève*, mécanicien, à Darnétal.

Traitement et guérison du croup et de la phtisie, par M. le Dr *Sandras*.

L'*Industrie des mines devant le parlement*, par M. Henry *Couriot*.

Takitechnie, par M. Ed. *Lagout*.

Ces ouvrages seront déposés à la Bibliothèque.

Rapports des comités. — *Trempe de l'acier par compression*. — M. *Carnot* lit, au nom du comité des arts chimiques, un Rapport sur la trempe de l'acier par compression, réalisée par M. *Clémandot*.

Le comité propose de remercier M. *Clémandot* de sa communication, et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées.

Commerce. — M. G. *Roy*, au nom du comité de commerce, lit un Rapport sur une proposition de loi communiquée par M. le *Ministre du commerce*, relative aux fraudes tendant à faire passer pour français des produits fabriqués à l'étranger ou en provenant.

Le comité propose d'approuver le projet de loi sur lequel M. le *Ministre* a demandé l'avis de la Société, et de demander une adjonction à l'article 2, afin de fixer le sort des marchandises confisquées.

Ces conclusions, mises aux voix, sont adoptées.

Le Conseil se forme en comité secret.

Avis. — Le Conseil d'administration de la Société a décidé qu'une liste de souscription était ouverte au siège de la Société, 44, rue de Rennes, pour l'érection d'un monument à la mémoire de J.-B. Dumas, son illustre Président.

Le Gérant, R. A. Castagnol.

PARIS. — IMPRIMERIE DE JULES TREMBLAY, RUE DE L'ÉPERON, 5 ;
Madame Veuve TREMBLAY, née Bouchard-Huzard, successeur. — 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

83e année. Troisième série, tome XI. Août 1884.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. Édouard SIMON, *au nom du comité des arts mécaniques, sur des* PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS A LA FILATURE DE LA LAINE PEIGNÉE, *par* M. Edouard COMTE, *filateur à Chantilly (Oise).*

Messieurs, les perfectionnements soumis à votre appréciation reposent sur l'application d'un *casse-mèche* aux machines préparatoires de la filature de la laigne peignée.

On sait que, contrairement à la désignation de ce genre d'appareils, le casse-mèche ne détermine pas la rupture des mèches, mais révèle l'accident par l'arrêt, aussi prompt que possible, des organes en mouvement.

L'adaptation d'un semblable dispositif au bobinoir présentait des difficultés particulières. Un Rapport inséré dans le *Bulletin* de mai (1) nous dispense de rappeler la structure du bobinoir, sur lequel les filaments peignés subissent, en même temps que l'étirage, un frottement transversal. Comme dans toutes les phases de la préparation, l'étirage est ici complété par des doublages, destinés à régulariser la masse fibreuse. Toutefois le nombre des mèches complique le travail et nécessite, de la part des ouvrières, une surveillance souvent en défaut. Une machine de cinquante bobines, c'est-à-dire un bobinoir, produisant simultanément cinquante mèches à la sortie, comporte souvent, à l'arrière, un râtelier de cent bobines ou *cannelles* à bouts doubles. Chaque mèche alimentaire est passée isolément à travers un enton-

(1) *Bulletin* de mai 1884, p. 213. *Bobinoir pour laine peignée, système Bazilier.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

noir ou simplement à travers un trou fraisé dans une barre horizontale, puis les mèches sont réunies quatre par quatre et dirigées à travers une seconde série d'entonnoirs, afin de parvenir aux organes du bobinoir proprement dit suivant des lignes parallèles.

Il suffit d'une paille, d'un peu de duvet, pour obstruer l'un de ces entonnoirs et occasionner la casse de la mèche correspondante. Lorsque l'ouvrière ne s'aperçoit pas de l'accident, la machine continue son travail inconscient, la mèche voisine du bout rompu s'étire sans être doublée et produit ce que les filateurs appellent du *simple*. Le bout cassé s'accroche parfois à une autre mèche et détermine un *mariage*, qui se traduit, au contraire, par une préparation trop grosse. Au cas où, dans la suite des passages, ces défectuosités apparaissent, il faut déchirer des bobines entières et se résoudre à un déchet anormal, à une perte de travail considérable; si les irrégularités arrivent jusque sur la broche du métier à filer, les différences de titre se révèlent ultérieurement dans le tissu par des *barres*, qui déprécient la valeur de l'étoffe.

Diverses tentatives ont été faites pour munir les bobinoirs de casse-mèches, mais, soit en raison de la multiplicité des bouts et du défaut de place, soit à cause de la forme et de la trop grande amovibilité des appareils, les essais antérieurs n'aboutirent pas. L'emploi du courant électrique, qui semblait indiqué, n'a pas jusqu'ici donné de résultats satisfaisants, par suite de l'interposition à peu près inévitable de fibres duveteuses entre les contacts métalliques.

M. Comte a tourné la principale difficulté en faisant de chaque élément du bobinoir une petite *machine à réunir* : au lieu d'envider séparément, au sortir des buffles frotteurs, des mèches simples ou doubles, ce filateur dirige sur la bobine le nombre de mèches à doubler ultérieurement; ces mèches, guidées parallèlement, se juxtaposent sans empiéter l'une sur l'autre; il n'est plus nécessaire de les grouper derrière la machine suivante, de placer, par exemple, sur le râtelier deux *cannelles* distinctes à deux mèches, si le doublage doit être quadruple : une seule bobine fournit la matière équivalente. En d'autre termes, le doublage s'effectue à la sortie et non à l'entrée des machines, dans des conditions favorables à la diminution du déchet et à l'établissement des casse-mèches.

La diminution de déchet résulte de la suppression des entonnoirs d'alimentation et du remplacement de ces guides par deux tringles d'embarrage : la première, creusée en dessous suivant des courbes régulières, aux endroits

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

où passe la préparation, ramène les mèches vers la ligne médiane du chemin à parcourir; tandis que la seconde, munie d'entailles rectangulaires, ouvertes en dessus, maintient les éléments de ces mèches : la laine se présente donc à l'action des peignes cylindriques sous la forme d'une nappe régulière et résistante.

L'établissement des casse-mèches à la sortie du bobinoir n'offre pas, on l'a dit, les mêmes difficultés qu'à l'entrée. Les bobines sont moins nombreuses, l'emplacement en largeur est accru d'autant. Ajoutons que le doublage sur les bobines de sortie a permis d'allonger ces dernières et d'augmenter encore la place disponible.

Ainsi que dans nombre de casse-fils, M. Comte fait passer chaque bout sous une bascule légère qui, au moment de la rupture, tombe dans l'encoche correspondante d'une barre horizontale à mouvement alternatif de translation, ou butte contre une goupille fixée à la même tringle, de manière à en suspendre le va-et-vient. La particularité essentielle réside dans la construction du levier oscillant qui actionne la barre susdite et qui, commandé lui-même par le métier, doit déterminer le passage de la courroie de la poulie fixe sur la poulie folle. Ce levier est en deux parties, s'appliquant exactement en prolongement l'une de l'autre à l'état normal. La fraction supérieure, pourvue d'une douille, oscille autour d'un tourillon horizontal, sans pouvoir se déplacer autrement que de droite à gauche et de gauche à droite, en imprimant à la tringle des casse-mèches ces mouvements alternatifs. La partie inférieure oscille également autour du même axe, qui traverse un coussinet carré ou ovale, glissant au besoin de quelques millimètres dans une coulisse verticale. Un ressort à boudin, logé dans un prolongement supérieur de cette pièce, appuie sur le coussinet et assure la solidarité des deux parties du levier.

Lorsque l'un des casse-mèches arrête la tringle transversale, la branche supérieure du levier oscillant se trouve immobilisée; mais la branche inférieure, entraînée par le bobinoir, prend une position brisée et s'abaisse dans le sens vertical. Ce déplacement produit, par l'intermédiaire d'un levier coudé, le dégagement d'un arrêt fixé sur la jante d'une poulie à gorge et le développement d'une chaîne ou d'une lame de ressort enroulée sur cette poulie et constamment sollicitée en arrière par un contrepoids. L'axe de la poulie détermine, en tournant, la rotation d'un secteur à surface gauche qui glisse dans une mortaise rectangulaire et agit à la manière d'un pas de vis pour déplacer le guide-courroie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Outre la simplicité de la construction, le secteur possède l'avantage d'empêcher l'embrayage automatique qui résulte souvent de la disposition des courroies et peut occasionner de graves accidents.

Nous avons insisté sur l'adaptation du casse-mèche Comte au bobinoir, parce que ce perfectionnement est complété par une simplification de la machine et par une modification rationnelle du travail; cependant le même appareil est appliqué par l'inventeur soit à l'arrière, soit à l'avant, soit à l'arrière et à l'avant des autres machines préparatoires pour laine peignée.

L'usage du casse-mèche sur ces diverses machines donne, depuis deux ans environ, des économies notables de main-d'œuvre et de matière, non seulement chez l'inventeur mais chez un certain nombre de ses confrères, dont il nous a été permis de lire la correspondance.

En vous proposant de remercier M. Comte pour sa très intéressante communication, le comité des arts mécaniques vous propose, Messieurs, de décider l'insertion au *Bulletin* du présent Rapport avec une planche de dessins représentant les détails des doublages et du casse-mèche et la légende explicative.

Signé : Edouard Simon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 11 *juillet* 1884.

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 157. — LAINE PEIGNÉE. — CASSE-MÈCHE ET DOUBLAGES, SYSTÈME COMTE.

Planche 157, fig. 1. Casse-mèche et appareil de désembrayage vus de face et en élévation.

Fig. 2. Plan des tringles horizontales du casse-mèche.

Fig. 3. Coupe du levier oscillant et détails du désembrayage.

Fig. 4 et 5. Détails du secteur actionnant le guide-courroie.

Fig. 6 et 7. Diagrammes des doublages ordinaires par trois et quatre mèches derrière le bobinoir.

Fig. 6 *bis* et 7 *bis*. Diagrammes des mêmes doublages d'après le système Comte.

Fig. 8. Coupe, en élévation, des barres guide-mèches substituées aux entonnoirs derrière le bobinoir.

Fig. 9. Détails des mêmes barres vues de face.

Fig. 10. Plan d'un appareil de doublage, à la sortie du bobinoir.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les mêmes lettres désignent les mêmes objets dans les différentes figures.

A, barre méplate à encoches glissant horizontalement sur les galets *a a* (fig. 1 et 2).

a, *a*, galets supportant la barre A.

B, B′, barres fixes entre lesquelles glisse la barre A.

b, *b*, encoches dans les barres B, B′ servant à guider les mèches de préparation *f*, *f*, *f*...

c, *c′*, encoches rectangulaires pratiquées sur le champ supérieur de la barre A.

d, *d′*, bascules en fil de fer reposant sur les mèches *f*, *f*,...

e, *e*, extrémités des bascules, coudées d'équerre et s'engageant dans les encoches *c c′*, en cas de rupture des mèches, comme il est indiqué en *d′*, *e′*, *c′* (fig. 1).

f, *f*, *f*,... mèches de préparation.

C C′, levier oscillant en deux parties, assemblées suivant la ligne *x x*.

O, douille solidaire de la branche supérieure C.

h, coussinet carré, monté dans la coulisse verticale indiquée en coupe (fig. 3).

l′, ressort à boudin logé dans le prolongement supérieur de cette coulisse et serré sur le coussinet *h* par un bouchon vissé.

t, boulon d'assemblage entre la branche inférieure du levier C C′ et le porte-cannelles non figuré.

D, levier coudé d'équerre pivotant autour de l'axe *g*.

k, extrémité sphérique du levier D, engagée dans la rainure *j j* concentrique à l'axe d'oscillation du levier C C′ et située en arrière de la branche C′.

l, nez de la branche supérieure du levier coudé D, destiné à retenir l'ergot *m* de la poulie E.

E, poulie à gorge plate clavetée sur la tringle d'embrayage M.

m, ergot vissé sur la jante de la poulie E.

r, lame d'acier enroulée sur la gorge de la poulie E.

s, poids suspendu à la lame *r*.

M, tringle d'embrayage.

K K, poignées fixées à portée de la main sur la tringle M.

m′, doigt fixé sur la face de la poulie E opposée à la face de l'ergot *m*.

n′, butoir vissé sur la tringle M pour en limiter la rotation.

F, bras à douille passé sur la tringle M (fig. 4 et 5).

G, secteur à surface gauche, monté, d'un bord, dans le bras F et engagé, de l'autre, dans l'entaille *n*, de la pièce H.

H, glissière du guide-courroie J.

I, barre méplate servant de support à la glissière H.

J, guide-courroie.

N, barre en bois (fig. 8) sur laquelle passent les mèches de préparation venant du râtelier, derrière le bobinoir.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

R, barre plate en fer poli présentant en dessous des évidements concaves (6 *bis*, 7 *bis*, 8 et 9).

S, barre de même métal avec entailles rectangulaires en dessus pour le guidage des mèches.

T, premier cannelé du bobinoir (fig. 6, 7, 6 *bis*, 7 *bis*, 8).

U, rouleau de pression du cannelé T.

V, V', disposition des entonnoirs d'entrée (fig. 6 et 7) d'après la méthode ordinaire des doublages par trois et par quatre mèches.

B*u*, B*u*, fractions de buffles frotteurs vus en plan (fig. 10).

Z, cannelle, ou bobine, recevant, à la sortie des buffles, quatre mèches réunies parallèlement.

y, y' goupilles directrices des mèches à la sortie des buffles.

z, entonnoir réunisseur.

Fonctionnement du casse-mèche (voir fig. 1, 3, 4 et 5).

Lorsque, par la chute de l'une des bascules d, d', la barre A se trouve immobilisée, la branche C du levier oscillant s'arrête également. La branche inférieure C', entraînée par le mouvement du bobinoir, forme un certain angle avec l'autre partie du levier. Cette brisure, rendue possible par la coulisse jj et par l'évidement réservé au-dessus du coussinet h, produit l'abaissement vertical des pièces C' et k, c'est-à-dire le basculement de l'équerre D D. Le nez l de cette équerre se retire donc et laisse échapper l'ergot m. Aussitôt le poids s suspendu à la chaîne r fait tourner en arrière la tringle M. De l'autre bout, cette évolution détermine la rotation simultanée du bras F et, par suite, du secteur G, qui pousse le guide-courroie J sur la poulie folle.

Pour embrayer, il suffit d'appuyer sur l'une des poignées K, car les deux branches du levier oscillant, rapprochées par le ressort l', reprennent spontanément la situation normale.

Nota. Dans le cas où la tringle M, au lieu d'agir par rotation, doit, suivant une disposition usitée dans nombre d'anciens bobinoirs, glisser horizontalement, la construction et le fonctionnement du levier brisé restent identiques. La modification des transmissions de mouvement est basée sur l'interposition d'un verrou qui, engagé dans une encoche de la tringle, s'efface au moment où la branche inférieure du levier oscillant est abaissée, de manière à laisser glisser cette tringle, entraînée avec le guide-courroie par la lame d'acier et le contrepoids. Enfin les formes et dimensions des bascules casse-mèches sont modifiées suivant la machine préparatoire à laquelle elles s'appliquent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *présenté par* M. TRESCA, *au nom du comité des arts mécaniques, sur les* APPAREILS DYNAMOMÉTRIQUES *de* M. DENY.

On sait que l'emploi de l'eau a été proposé à diverses reprises pour la détermination des efforts développés dans les phénomènes mécaniques, particulièrement en assurant de déplacement de certains flotteurs, en raison même de l'effort auquel ils auraient à faire, d'une manière variable, équilibre.

M. Deny a envisagé la question des dynamomètres, dont le fonctionnement peut être basé sur des phénomènes d'hydraulique, à un tout autre point de vue.

Pour enregistrer le travail engagé dans une opération mécanique quelconque, il faut faire naître un déplacement qui soit à la fois proportionnel au chemin parcouru et à l'effort exercé, c'est-à-dire au produit de ces deux quantités, et M. Deny s'est proposé de recueillir, pendant toute la durée de l'action à mesurer, un volume d'eau représentant la somme de tous ces produits, de sorte qu'il suffirait de jauger ce volume pour obtenir, à une certaine échelle, la mesure totale du travail.

Le volume d'eau recueilli serait proportionnel au chemin parcouru, s'il était fourni par une pompe actionnée directement par l'organe moteur et fonctionnant comme lui, mais il convient de ne conserver qu'une partie de ce débit, qui corresponde à l'effort exercé à chaque instant. A cet effet, toute l'eau débitée par la pompe se présente devant un orifice rectangulaire divisé, dans sa largeur, par une cloison qui se déplace, d'après l'effort indiqué, par un ressort dynamométrique préalablement taré. La largeur de l'orifice variera donc suivant l'effort à mesurer, et le débit sera réduit dans la même proportion par rapport au débit total de la pompe.

Le dynamomètre hydraulique de M. Deny n'ayant pas été exécuté, nous ne pouvons dire s'il serait d'une grande exactitude; nous inclinons cependant à penser que ses évaluations ne conviendraient pas pour des mesures de travail dans lesquelles on chercherait à obtenir une grande précision; mais l'idée sur laquelle il repose est extrêmement ingénieuse et mérite d'être signalée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est dans le Mémoire même de l'auteur (1) qu'il conviendrait d'étudier toutes les dispositions de détail proposées par lui pour la mesure du travail d'une machine à vapeur ou d'un récepteur hydraulique, pour la construction d'un dynamomètre de traction ou d'un dynamomètre de rotation; mais il suffira pour faire comprendre la méthode, qui est partout la même, d'appeler l'attention des lecteurs du *Bulletin* de la Société d'encouragement sur une seule de ces dispositions.

En conséquence, votre comité des arts mécaniques vous propose, messieurs, de remercier M. Deny de son intéressante communication, et vous prie d'ordonner l'insertion du présent Rapport avec un dessin sur bois représentant le spécimen le plus simple de l'appareil.

Signé : H. TRESCA, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 9 *mai* 1884.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DU DYNAMOMÈTRE DE ROTATION DE M. DENY.

S, arbre du dynamomètre à rotation.

V, poulie fixe recevant le mouvement du moteur.

W, poulie folle.

Y, poulie dynamométrique transmettant le mouvement de la poulie V à la machine dont le travail résistant est à mesurer. La couronne de cette poulie porte intérieurement quatre oreilles d'attache des extrémités de quatre ressorts dynamométriques.

E, bloc d'encastrement des quatre lames de ressorts dynamométriques, ce bloc est calé sur l'arbre S.

J, secteur denté fixé sur la joue de la poulie dynamométrique Y.

F, pignon conique engrenant avec J et tournant d'une quantité proportionnelle à la flexion des ressorts dynamométriques.

G, douille calée sur l'arbre S et portant l'axe commun du pignon F et de l'engrenage conique H.

H, engrenage conique calé sur l'axe du pignon F et solidaire avec lui.

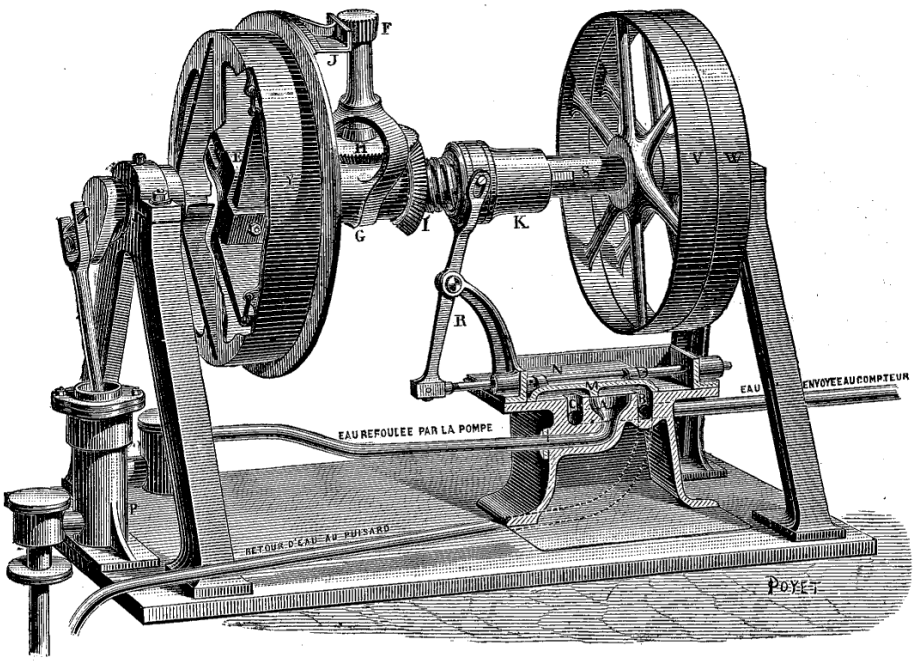
I, pignon conique fou sur l'arbre S et commandé par l'engrenage H. Ce pignon, pris entre la douille G et une rondelle fixée sur l'arbre S, ne peut prendre aucun déplacement longitudinal. L'extrémité de ce pignon est filetée extérieurement.

---

(1) Voir le *Bulletin technologique de la Société des anciens élèves des Écoles nationales des arts et métiers*, mai et juin 1883.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

K, manchon calé sur l'arbre S et formant écrou sur la queue du pignon I. Ses dé-



Dynamomètre à rotation de M. Deny.

placements longitudinaux sont proportionnels à la flexion des ressorts dynamométriques.

R, levier transmettant au tiroir N le mouvement longitudinal du manchon K.

P, pompe à piston plongeur, envoyant à chaque tour de l'arbre S une cylindrée d'eau dans l'orifice A.

N, tiroir à double cavité séparée par la barrette M et répartissant la cylindrée d'eau de la pompe entre les deux orifices B et C, suivant la position de M sur A.

C, orifice recevant à chaque refoulement de la pompe une quantité d'eau proportionnelle à l'effort tangentiel agissant sur la poulie dynamométrique Y. Cette eau s'écoule dans un récipient pour être mesurée en poids ou en volume, et correspond au travail transmis par la poulie Y, à chaque tour de l'arbre S.

B, orifice par lequel retourne au puisard l'excédent de la cylindrée d'eau sur la quantité mesurant le travail transmis par la poulie Y à chaque tour de l'arbre S.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ D'AGRICULTURE.

RAPPORT *fait par* M. BOITEL, *au nom du comité d'agriculture, sur les* APPAREILS A FABRIQUER LE BEURRE *de* M. PILTER.

Des diverses productions de la ferme, il n'en est pas qui offre plus d'avantages que celle de la fabrication du beurre de bonne qualité. Dans une démonstration qu'il a faite à une séance de la Société, M. Pilter a présenté les appareils et décrit les procédés reconnus les meilleurs pour retirer du lait un beurre supérieur à celui qu'on obtient par les anciens procédés de fabrication. Il recommande d'abord l'usage de l'écrémeuse centrifuge, mieux appropriée aux conditions de la France que le procédé danois basé sur l'emploi de la glace. Cet appareil extrait la crème du lait frais immédiatement après la traite des vaches, et la soustrait aux causes d'altération inévitables dans les autres procédés d'extraction.

L'écrémeuse mécanique donne une crème plus pure et plus abondante ; par la force centrifuge on obtient 1 kilogramme de beurre pour 25 litres de lait, tandis qu'il en faut 30 par les autres procédés.

L'écrémeuse, en raison de son prix élevé et de la force qu'elle exige, devient inapplicable pour de petites quantités de lait. Dans ce cas, il faut recourir au bidon Cooley, dont le plus petit modèle agit sur 8 litres de lait. Ce vase, plongé dans de l'eau froide d'une température constante, comme on peut l'obtenir par un ruisseau, une fontaine ou tout autre moyen, laisse monter la crème en douze heures en la préservant de toute cause d'altération, même en temps d'orage.

Après l'écrémage, par l'un ou l'autre de ces deux procédés, vient le barattage, dont les résultats sont aussi très variables, suivant le genre de baratte employée. M. Pilter a constaté que la baratte danoise se montre supérieure à toutes les autres ; par suite de son immobilité, elle permet d'observer et de modifier sa température pendant la durée de l'opération, et d'arrêter le barattage juste au moment où le beurre apparaît à l'état granulaire.

M. Pilter décrit ensuite le délaitage du beurre, troisième opération qui a pour objet de le débarrasser du petit-lait dont la présence, dans le beurre, serait une cause d'altération.

Cette opération se fait à la main sur une table et avec une spatule. Pour de grandes quantités de beurre, il y a avantage à pratiquer le délaitage par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la délaiteuse mécanique imaginée par M. Baquet. Cette machine, mise en mouvement par le moteur de l'écrémeuse mécanique, peut délaiter 95 à 100 kilogrammes de beurre en une heure.

Ces différentes opérations, exécutées suivant les indications et avec les appareils de M. Pilter, donnent des beurres de première qualité tels qu'on les recherche pour l'exportation et pour la consommation des grandes villes.

Le comité d'agriculture vous propose de remercier M. Pilter de sa très intéressante communication, et d'insérer dans le *Bulletin* de la Société le présent Rapport, ainsi que le Mémoire de M. Pilter, avec les gravures nécessaires à l'intelligence du texte.

Signé : A. Boitel, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *juin* 1884.

COMMUNICATION DE M. PILTER SUR LA FABRICATION DU BEURRE.

L'art de faire du beurre est, on peut le dire, resté stationnaire pendant des siècles. Nous savons qu'on faisait du beurre il y a trois mille ans ; mais il y a trente ans à peine que cette fabrication est entrée dans le domaine de l'industrie et que la science a été appliquée à la faire sortir de ses procédés routiniers et empiriques.

La fabrication du beurre consiste en trois opérations :

L'Écrémage,

Le Barattage,

Le Délaitage.

Je vais, en quelques mots, tâcher d'esquisser les nouveaux procédés employés pour faire ces trois opérations.

L'Écrémage

De tout temps on a laissé reposer le lait dans des vases jusqu'à ce que la crème monte à la surface, opération qui exigeait de 18 à 36 heures, suivant la température ambiante ; et le seul moyen connu dans nos pays pour accélérer ce procédé était le chauffage des locaux dans lesquels était emmagasiné le lait. Ce chauffage avait alors l'inconvénient de provoquer une fermentation plus rapide de la crème, et de l'altérer par conséquent ; de plus, l'exposition de la crème dans des vases ouverts la mettait en contact avec l'atmosphère, et souvent l'influence de mauvaises odeurs en détériorait la qualité.

En 1870, le procédé Schwartz a fait son apparition en Suède et a été adopté ensuite

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par les Danois. Ce procédé, qui consiste à placer les bidons de lait dans la glace, a opéré une révolution en Scandinavie.

Il a largement contribué à fonder la réputation des Danois pour la fabrication du beurre et les a rendus maîtres du grand marché de Londres.

M. Tisserand, l'honorable directeur de l'Agriculture, l'a trouvé en plein travail lors du voyage qu'il a fait dans ce pays en 1876, et dans une communication qu'il a faite à la Société nationale d'agriculture, il a démontré les immenses avantages de ce système.

Mais la glace est une matière trop coûteuse pour que son emploi soit pratique dans nos climats tempérés. Aussi le système Schwartz n'a-t-il pu être importé dans ce pays, et pendant la décade 1870-1880, les Scandinaves sont restés possesseurs du meilleur système connu jusqu'alors.

Mais grâce à une nouvelle invention,—l'Écrémeuse centrifuge, qui date de 1877, et qui en 1880 est devenue pratique,—les influences climatériques ne sont plus la cause de notre état d'infériorité relativement aux Danois, et on peut dire hardiment aujourd'hui que les Français peuvent faire du beurre aussi bon, sinon meilleur, que celui des Danois.

L'Écrémeuse mécanique repose sur le principe de la séparation des liquides, suivant leur densité, par la force centrifuge.

L'Écrémeuse qui est devant vous se compose d'une sphère ou bol d'acier reposant sur un arbre entraîné par friction à raison de 5 000 à 6 000 tours par minute.

Aussitôt que le lait est introduit dans ce bol, l'action de la force centrifuge renvoie la partie la plus lourde (le lait) vers la paroi du bol, et les molécules grasses (la crème), étant plus légères, circulent horizontalement vers le centre ; le lait sans crème trouve une sortie au moyen d'un tube placé à la paroi extérieure du bol, et la crème ne trouve sa sortie qu'au centre de l'appareil.

L'addition continue du lait frais fait monter le lait écrémé et la crème par les deux ouvertures, et ils sont recueillis séparément par une ferblanterie disposée à cet effet.

Les avantages de ce système sont : 1° de donner des produits frais et sans la moindre altération, car la séparation peut avoir lieu instantanément et aussitôt la traite faite, tandis que par le procédé Schwartz, il faut au moins 12 heures pour obtenir la crème, et par les procédés ordinaires, on met jusqu'à 36 heures.

Ainsi, par le procédé centrifuge, la crème est absolument fraîche et le lait conserve sans altération son suc et sa caséine et a beaucoup plus de valeur, soit pour la fabrication des fromages maigres, soit pour la nourriture des animaux, que le lait aigre obtenu par les procédés ordinaires.

2° Dans l'augmentation du rendement :

Il est reconnu que le lait en moyenne contient 4 pour 100 de matières grasses, et que, par les procédés ordinaires, il reste de 1/2 à 1 pour 100 de crème dans le lait.

Par le procédé contrifuge, toute la crème en est extraite, sauf environ un 1/5

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour 100 ; de sorte que, s'il faut dans un cas 30 litres pour faire un kilogramme de beurre, par le procédé contrifuge on n'en emploiera que 25 litres, ce qui fait une différence très sensible dans le prix de revient ; ensuite, par la qualité supérieure de la crème, on vendra son beurre à un prix plus élevé.

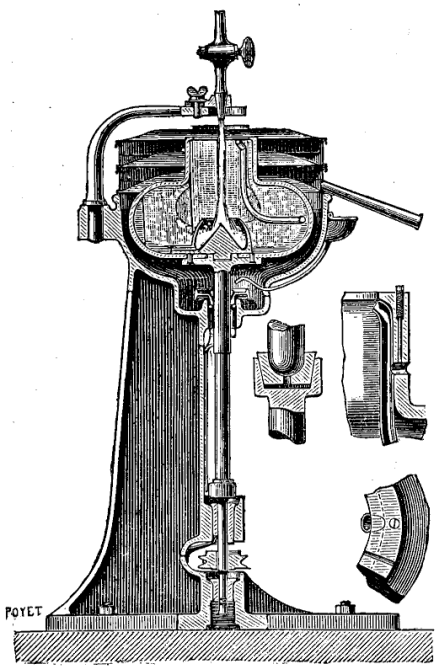


Fig. 1. — Crémeuse continue à force centrifuge.

Comme cette Ecrémeuse exige un certaine dépense et une force motrice quelconque, elle ne peut s'appliquer avantageusement que dans les exploitations traitant de 400 à 500 litres de lait par jour.

Pour les quantités moindres, nous avons le système Cooley, invention américaine, qui est un dérivé du système Schwartz ; mais en faisant usage d'eau froide au lieu de glace.

Le bidon Cooley, dont le plus petit modèle contient 8 litres, c'est-à-dire le produit moyen d'une vache, est un cylindre en fer-blanc ayant un couvercle mobile disposé de manière à laisser une mince couche d'air entre le lait et l'eau qui doit l'entourer.

Le lait est mis dans le bidon aussitôt trait, ou sinon à une température de 25 à 28 degrés, et on place le bidon dans l'eau froide qui doit le recouvrir complètement. La réaction causée par la différence de température des deux liquides, en provoquant le dégagement des gaz, élimine complètement les mauvais goûts qui sont absorbés par la couche d'air sous le couvercle, et la crème monte à la surface en 12 heures.

Lorsqu'on peut avoir un courant d'eau, on laisse celle-ci couler continuellement dans le réservoir ; mais si l'on ne dispose pas d'eau courante, la chaleur du lait échauffant l'eau dans le réservoir, on a soin d'en retirer de temps en temps une partie que l'on remplace immédiatement par de l'eau froide, afin de maintenir la température de l'eau de source.

La crème étant montée dans le bidon, on retire le lait écrémé par le robinet du bas et la crème par le haut du bidon. Ces deux produits sont ainsi obtenus parfaitement frais.

La submersion totale des bidons au moyen de l'eau préserve absolument le lait des influences atmosphériques.

Les temps orageux ne sont pas à redouter : le lait ne peut pas tourner.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le Barattage.

La meilleure baratte est celle au moyen de laquelle on peut le plus facilement surveiller le travail de formation du beurre et qui peut être le plus facilement nettoyée.

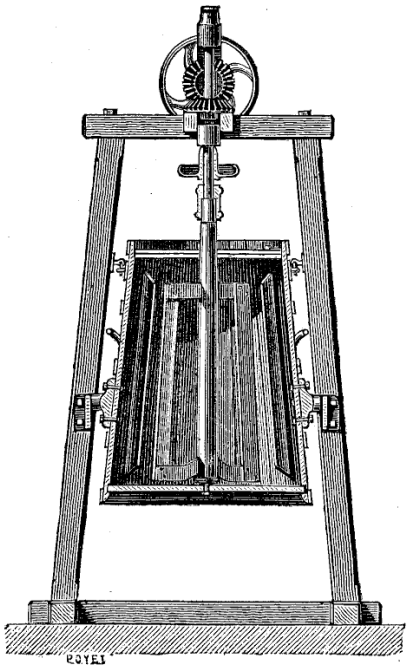


Fig. 2. — Baratte danoise.

La baratte danoise, grâce à sa forme conique, verticale, et à sa large ouverture, remplit de tous points ces conditions. Sa supériorité est reconnue.

La baratte reste immobile pendant l'opération, et le barattage se fait au moyen des batteurs en forme de trapèze qui tournent à raison de 140 à 150 tours à la minute.

L'immobilité de la baratte permet de regarder l'opération du barattage sans l'arrêter, et de saisir le beurre juste au moment où il vient à l'état granulaire; en même temps on peut suivre la température et réchauffer ou refroidir la crème pour maintenir le degré voulu.

Les Danois ne lavent pas leur beurre ; ils prétendent qu'il a plus d'arome, et se conserve mieux sans lavage.

Quoi qu'il en soit de cette appréciation, on doit reconnaître, qu'avec ou sans lavage, leur procédé de fabrication s'impose à quiconque veut obtenir du beurre de première qualité.

La forme de leur baratte est la seule qui convienne quand on veut suivre leur méthode entièrement : mais elle convient aussi dans le cas où on veut laver le beurre suivant la mode française.

Le Délaitage.

Le beurre, étant retiré de la baratte, est déposé dans une auge en bois où on le laisse séjourner quelque temps ; puis, avec des spatules en bois cannelé (car le contact avec la main doit être rigoureusement interdit), on le ramasse en petites boules.

Ces boules, après avoir pris une certaine consistance, sont réunies en morceaux plus grands et passées au malaxage.

Le malaxage fait sortir tout le petit-lait, et à mesure que le rouleau cannelé du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

malaxeur fait étendre le beurre sur la table tournante, la personne qui s'occupe de la fabrication le ramasse avec des spatules et en forme des morceaux qu'elle présente de nouveau sous le rouleau cannelé.

Cette opération doit se continuer jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'apparence de petit-lait sur la table ; alors on est certain que le beurre est délaité : la pâte est compacte et exempte de pores, et le beurre est prêt pour le marché.

Pour les exploitations suffisamment importantes et qui emploient l'Ecrémeuse mécanique, j'ai exposé au concours du Palais de l'Industrie un nouvel appareil, invention de M. Baquet, de Vesly.

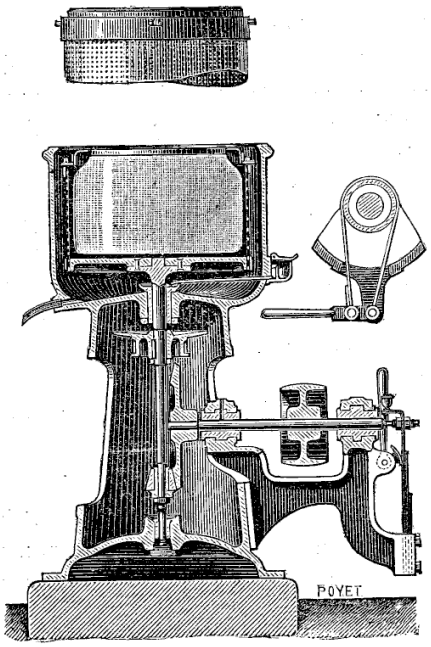


Fig. 3. — Délaiteuse centrifuge.

M. Baquet était mon compagnon de voyage dans une visite que j'ai faite aux grands centres de fabrication de beurre en Scandinavie, et c'est surtout grâce à ses connaissances pratiques que j'ai pu rassembler le matériel de fabrication de beurre le plus perfectionné, et je dois dire à son honneur qu'il a été le premier en France à appliquer, d'abord l'Écrémeuse, ensuite tout le système de la fabrication danoise.

Mais, dans cette fabrication, il y avait une amélioration à faire, car le travail du malaxage et du lavage est long et pénible.

La Délaiteuse mécanique, imaginée par M. Baquet, nous donne ce perfectionnement désiré.

Aussitôt que, dans la baratte, on a le beurre granulé, on le recueille à l'aide d'un tamis et on le verse dans un sac en toile dont le tour supérieur est attaché à un cercle métallique : la plus grande partie du petit-lait s'écoule dans ce filtre, que l'on place aussitôt dans une machine centrifuge faisant de 700 à 800 tours par minute.

Tout le petit-lait achève de s'échapper ; le beurre reste pur, attaché sous la forme d'un ruban contre les parois du sac : l'opération est faite en trois ou quatre minutes. — Le ruban de beurre formé se détache sans aucune difficulté avec une spatule ; le beurre placé sur la table à malaxer est réuni en quelques instants en une pâte bien compacte et homogène. — On fait ensuite très vite la motte habituelle, sans que la main ait touché le beurre.

Avec ce procédé, le beurre n'est jamais fatigué.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pendant qu'un sac est dans la turbine, on en prépare un autre pour remplacer le premier. — Le travail n'est donc jamais interrompu.

On peut faire passer à la Délaiteuse de 95 à 100 kilogrammes par heure.

Ce travail n'exige pas plus d'un cheval de force.

A l'aide de la Délaiteuse centrifuge on peut aussi laver le beurre. Pour cela on y adapte un appareil spécial qui consiste simplement en un tube de cuivre percé sur son pourtour de petits trous et s'enfonçant perpendiculairement au centre de la Délaiteuse à l'aide d'une genouillère.

Une fois que le beurre a pris dans la turbine la position annulaire, la majeure partie du petit-lait est extraite : on abaisse le tube et on ouvre un robinet de communication avec un réservoir d'eau supérieur ou avec une petite pompe foulante. L'eau se répand en jets sur le beurre, tandis que la turbine continue à tourner : on voit l'eau s'écouler au dehors, d'abord blanche, puis s'éclaircissant peu à peu et finissant par être absolument pure. — On ferme le robinet, et on laisse encore tourner la turbine pendant quelques instants pour essorer complètement le ruban de beurre.

On arrête alors l'opération et on active le malaxage ainsi que cela a été indiqué. — On obtient ainsi un beurre qui dépasse en qualité, au point de vue de la fermeté, de la beauté du grain et de l'enlèvement de l'humidité, les beurres les plus beaux obtenus avec tant de peines et de soins par les fermières les plus habiles.

Je disais, en commençant, qu'il y avait à peine trente ans qu'on avait commencé à faire sortir la fabrication du beurre de la routine ; je puis ajouter qu'il y a trois ans à peine que la France a pu profiter des procédés nouveaux.

Déjà quelques progrès ont été faits : 200 Ecrémeuses mécaniques fonctionnent dans les établissements importants, et les petites exploitations utilisent un certain nombre d'Ecrémeuses Cooley. — Grâce à l'adoption de ces procédés nouveaux, non seulement les pays réputés en France pour leur fabrication de beurre, comme Isigny, Gournay, le pays d'Auge, etc., peuvent fournir les meilleurs beurres pour tous les marchés du monde ; mais les pays comme le Centre, le Midi, voire même la Sologne, peuvent nous donner du beurre excellent.

La consommation du beurre est à peu près illimitée : plus on fera de bon beurre, et plus on en mangera : de sorte que non seulement nous pourrons fournir aux grands marchés de Londres et de Paris et viser à l'exportation aux pays lointains ; mais aussi créer, pour ainsi dire, une consommation en France.

Il y a donc tout lieu d'espérer que la fabrication du beurre, qui, jusqu'à présent, a été trop négligée par les cultivateurs, pourra désormais les dédommager en partie des saisons mauvaises et du bas prix des céréales.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

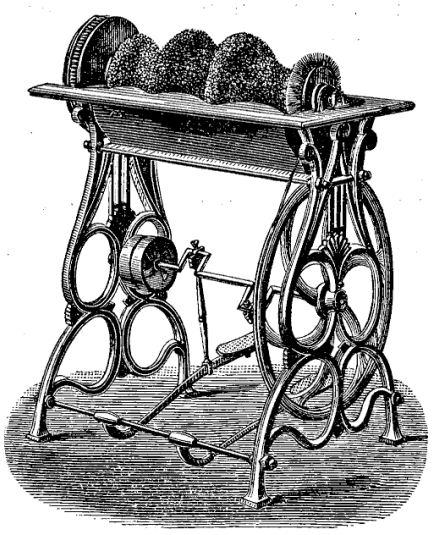
ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. ROUSSELLE, *au nom du comité des arts économiques, sur la* BROSSE ROTATIVE POUR CIRER LES CHAUSSURES, *présentée par* M. P. AUDOYE.

M. P. Audoye a soumis à l'examen de la Société d'encouragement une brosse rotative pour cirer les chaussures.

Cette brosse, dont la carcasse est en fonte, tourne autour d'un axe horizontal, lequel est supporté par un bâti tout à fait semblable à celui des machines à coudre. Le mouvement est imprimé par une double pédale actionnant une bielle et un système de poulies. La surface extérieure de la brosse présente trois gorges, dans lesquelles la chaussure à nettoyer est successivement placée : dans la première gorge, les boues et poussières sont enlevées ; dans la deuxième, la chaussure est enduite de cirage ; la troisième gorge sert à donner le brillant.

Pour amener le cirage sur la partie de la brosse qui doit le recevoir, M. Audoye emploie l'expédient suivant :



La brosse est protégée, à sa partie inférieure, par une feuille de tôle ayant la forme d'un demi-cylindre. Sur cette tôle est posé un auget contenant la provision de cirage ; dans l'auget est plongé un barillet en cuivre dont la surface est sillonnée de quelques stries. L'axe horizontal du barillet est mobile ; au repos, il est placé de manière que le barillet soit à quelques centimètres au-dessous de la brosse ; mais, lorsque l'opérateur tire un bouton placé à portée de sa main gauche, l'axe est relevé par l'action d'un levier, le contact s'établit entre la brosse et le barillet, qui prend alors un mouvement de rotation, et, comme le barillet ne cesse pas de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plonger dans l'auget contenant le cirage, celui-ci est entrainé sur la surface de la brosse.

Le principe de l'appareil dont il s'agit est loin d'être nouveau, puisqu'à, notre connaissance, cet engin était employé à l'École polytechnique en 1838; mais M. Audoye s'est appliqué à perfectionner les détails de sa construction, et ses efforts, qui semblent d'ailleurs couronnés de succès, ont paru, à votre comité des arts économiques, dignes d'être signalés et encouragés. La petite machine de M. Audoye peut rendre des services dans les lycées, les grands hôtels, etc.

Votre comité a l'honneur de vous proposer de remercier M. Audoye de sa communication, et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : Rousselle, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *juin* 1884.

NÉCROLOGIE.

NOTICE SUR M. CALLA, MEMBRE HONORAIRE DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT.

Christophe-François Calla, né à Paris en 1802, et décédé à Nice le 24 février 1884, appartenait à une famille qui, des premières, aida au développement moderne de l'industrie des constructions mécaniques.

Son père, Étienne Calla, élève et ami de Vaucanson, était fondeur et mécanicien depuis 1788. Étienne Calla recevait, en 1827, une médaille d'or pour son métier mécanique à tisser, et en 1830 le grand prix de la Société royale d'encouragement pour ses perfectionnements dans le moulage de la fonte.

François Calla prit la direction des affaires de son père en 1835; il avait déjà conquis une juste notoriété : à l'âge de vingt-trois ans, il fut chargé, avec l'élite des ingénieurs militaires, de la réorganisation de la manufacture d'armes de Châtellerault. La famille possède des lettres de haute estime et de satisfaction qu'il reçut en cette circonstance de ses collègues et du Ministre.

Le premier établissement de Calla fut situé en haut du faubourg Poissonnière; vers 1849, il fut transporté à La Chapelle, où il devint l'un des plus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

importants de l'époque. En 1868, Calla transmit son établissement à MM. Chaligny et Guyot-Lyonnest, ses habiles directeurs actuels, et il se retira à Passy, passant ses hivers à Nice, où il est mort à l'âge de quatre-vingt-trois ans.

Calla a toujours été aimé et estimé de ses ouvriers, auxquels il donnait l'exemple de l'ordre et de la méthode, et qui trouvaient en lui un chef juste et bienveillant.

Personne n'a poussé plus loin que lui la loyauté, la rondeur en affaires et le soin consciencieux dans l'exécution des travaux.

La fonderie fut la première spécialité de Calla ; il y exécuta toutes sortes d'ouvrages : pièces mécaniques, plaques tournantes et grues pour les chemins de fer, candélabres à gaz et autres fontes d'ornements.

En 1827, il inventa son procédé de fonte malléable, qui fut l'objet d'un Rapport à la Société d'encouragement.

Calla fut en relation avec les architectes Hittorff, Duban-Labrouste, ce qui lui permit d'exécuter une quantité de fontes d'art très remarquables, telles que portes, grilles, fontaines et statues qui décorent les places de Paris. Plus tard, il dut abandonner ce genre de travaux, qui se fabriquaient aussi en Champagne et dans les Ardennes à des conditions qui ne lui permettaient pas de lutter avec ces pays, et dut renoncer à la fonderie de pièces décoratives. Il fit alors de la fabrication des machines-outils, si prospère alors en Angleterre, sa principale spécialité. Il introduisit en France les meilleurs types de machines étrangères, et particulièrement certaines machines de Withworth. Il contribua ainsi efficacement à l'amélioratiou de l'outillage de nos ateliers, et surtout des arsenaux de la marine.

Vers 1852, il fut le premier en France à s'adonner à une nouvelle spécialité : la fabrication des machines à vapeur locomobiles sur une grande échelle, et obtint encore là un succès mérité.

Calla était non seulement un ingénieur distingué, il était aussi un économiste éminent, un artiste passionné, mais surtout un homme d'une bienfaisance inépuisable.

Il prit part, comme généreux donateur, à la construction des églises de Saint-Vincent-de-Paul et de Saint-Bernard. Membre pendant dix ans du conseil municipal de La Chapelle-Saint-Denis, avec M. Loustau, ils créèrent trois écoles gratuites et une maison d'assistance des pauvres.

Économiste aussi pratique que distingué, Calla fut un puissant défenseur de nos industries nationales; il a été, jusqu'à sa vieillesse, membre de la Chambre de commerce, du Conseil général des manufactures, du Conseil

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'hygiène; il était, depuis 1840, membre du Conseil de la Société d'encouragement. Il fut un des fondateurs de la Société des ingénieurs civils, inspecteur du travail des enfants dans les manufactures, examinateur pour l'admission aux Écoles d'arts et métiers, l'un des fondateurs du Comptoir d'escompte, délégué cantonal pour l'instruction primaire, membre du jury dans presque toutes les Expositions industrielles. La croix de chevalier de la Légion d'honneur lui fut donnée en 1843. Il possédait aussi celle de Wurtemberg.

Calla a rédigé une multitude de Rapports, de Notices et de Mémoires sur un grand nombre de questions. Beaucoup ont été insérés au *Bulletin* de la Société depuis l'année 1822. Parmi ceux-ci, plusieurs se rapportent aux grandes orgues d'églises, dont il avait fait une étude spéciale; on lui doit certainement une partie des progrès qui ont été réalisés dans cette industrie d'art.

MÉTALLURGIE.

LA FABRICATION DE L'ALUMINIUM, PAR M. W. WELDON (1).

Les journaux ont beaucoup parlé, dans ces derniers temps, du procédé à l'aide duquel M. James Webster, de Holywood, près Birmingham, est censé fabriquer de l'aluminium à bon marché (2). Les racontars des journaux à ce sujet m'ont obligé à répondre aux questions qu'on me posait de tous les coins de l'Europe. J'étais plongé dans cette correspondance, lorsque j'ai su que je devais contribuer ce soir à l'ordre du jour de la séance. J'ai donc été ainsi amené à vous parler de l'état actuel et de l'avenir de la fabrication d'un métal que j'ai nommé, il y a vingt-six ans, *le fer de l'avenir*, et qui, je l'avoue, me paraît toujours destiné à devenir un jour d'un usage général.

Or, je puis traiter un côté de la question avec une compétence toute spéciale : en effet, à part l'aluminium que peut fabriquer M. Webster, si toutefois il en fabrique, M. Péchiney, à Salindres, est, à ma connaissance, le seul fabricant d'aluminium dans le monde; en outre, il se trouve que je suis le seul Anglais qui ait l'occasion de visiter fréquemment les usines de M. Péchiney.

Je dois dire que ces usines ne livrent pas directement au public l'aluminium qu'il

(1) *Journal of the chemical Industry*, septembre 1883, extrait du *Moniteur scientifique*.

(2) Voir à ce sujet un extrait de la *Pall Mall Gazette*, reproduit par le *Moniteur scientifique* de mars, p. 279.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

s'est engagé à livrer exclusivement à la Société de l'Aluminium, dont toutes les personnes qui ont longé les trottoirs du boulevard Poissonnière ont remarqué l'élégante vitrine, garnie de toutes sortes d'objets en aluminium ou en bronze d'aluminium.

L'aluminium est fabriqué à Salindres par le procédé classique, mis en œuvre, il y a plus de vingt-cinq ans, sous les auspices ou plus exactement, je crois, aux frais de l'empereur Napoléon III, par le savant chimiste Henri Sainte-Claire Deville.

Ce procédé comprend trois opérations principales :

1° La préparation de l'alumine, par décomposition, à l'aide de l'acide carbonique, d'une lessive d'aluminate de soude, obtenue en traitant par l'eau le produit de la calcination d'un mélange de bauxite et de carbonate de soude.

2° La préparation du chlorure double d'aluminium et de sodium. On mélange l'alumine obtenue avec du charbon et du sel marin, on sèche le mélange et on le chauffe ensuite dans un courant de chlore.

3° La réduction du chlorure d'aluminium, ou plutôt du chlorure double ainsi préparé par le sodium.

Je juge inutile de vous retenir par la description de ces opérations ; ceux auxquels elle pourrait offrir de l'intérêt en trouveront la description exacte dans les livres de chimie. Je leur recommanderai spécialement le *Précis de chimie industrielle*, de Payen (sixième édition), et le Rapport de M. Würtz sur l'*Exposition de Vienne*.

J'attirerai plutôt votre attention sur le prix de revient de ces trois opérations. Je ne puis vous en communiquer le prix réel, mais je puis vous donner une idée de leur coût relatif.

Appelons **100** le prix de revient de l'unité d'aluminium à l'usine de Salindres, nous aurons :

Préparation de l'alumine (y compris le prix de revient de la bauxite) .	9.67 pour 100.
Préparation du chlorure double d'aluminium et de sodium.	33.40 —
Réduction du chlorure double par le sodium (y compris le prix du sodium et de la chryolite employée comme fondant).	56.93 —
	100.00 —

La première opération ne représente presque aucun frais ; la dernière représente à elle seule plus que les frais des deux premières opérations réunies.

D'où il résulte que, pour obtenir l'aluminium à un prix beaucoup moins élevé qu'à Salindres, il faudrait, soit le préparer par un autre procédé, soit diminuer le prix de revient de l'une des deux dernières opérations. Quant à la première, si même on en réduisait le prix de revient à zéro, celui de l'aluminium ne serait encore diminué que de 9,9 pour **100**.

Comment donc a fait M. Webster pour obtenir l'aluminium à meilleur marché ? Il n'a pas inventé un nouveau procédé de fabrication. Sa découverte se borne à la préparation de l'alumine anhydre, à l'aide de l'alun de potassium. En supposant que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'alumine ainsi préparée coûtât 50 pour 100 moins cher qu'à Salindres, on voit que le prix de l'aluminium ne baisserait guère que de 5 pour 100. Aussi, je conclus que M. Webster n'a nullement diminué le prix de revient de l'aluminium.

La méthode de Sainte-Claire Deville reste donc la seule méthode connue pour la préparation de l'aluminium. La fabrication depuis la mise en pratique du procédé, sauf les améliorations réalisées dans cette industrie, n'a pas fait de progrès depuis vingt-cinq ans.

Telle étant la situation de l'industrie de l'aluminium, quel est son avenir?

Je remarque qu'un grand nombre de personnes cherchent à réduire l'alumine par le charbon. Il peut être parfois téméraire d'affirmer qu'une chose proposée n'est pas réalisable ; mais il est certainement aussi impossible de réduire l'alumine par le charbon que de prouver que deux et deux font cinq, ou qu'un kilogrammètre d'énergie potentielle puisse fournir un travail de deux kilogrammètres ; $2 \times 27{,}3$ parties d'aluminium, en se combinant à 3×16 parties d'oxygène, dégagent une quantité de chaleur capable d'élever 391 000 parties d'eau de 0 degré à 1 degré. Pour séparer l'oxygène contenu dans cette alumine et mettre l'alumine en liberté, il faudrait faire agir sur l'alumine un corps dont la combinaison avec l'oxygène dégageât plus de 391 000 calories ; ce corps n'est certes pas le charbon. En effet, pour que la réaction :

$$2\,Al^2O^3 + 3\,C = 4\,Al + 3\,CO^2$$

fût possible, il faudrait que la chaleur de combinaison $C + O^2$ fût au moins :

$$\frac{2 \times 391\,600}{3} = 261\,066 \text{ calories,}$$

tandis que la réaction :

$$Al^2O^3 + 3\,C = 2\,Al + CO$$

exige que la chaleur de combinaison de $C + O$ soit au moins :

$$\frac{391\,600}{3} = 130\,533 \text{ calories.}$$

Or, la chaleur de formation de CO^2 n'est que de 97 000 calories, celle de CO, de 28 000 calories seulement. Il en est de même de la réaction souvent proposée :

$$Al^2Cl^6 + 6\,H = 2\,Al + 6\,HCl.$$

En effet, la chaleur de formation de Al^2Cl^6 est de 321 060 calories, celle de six molécules d'acide chlorhydrique n'est que de $22\,000 \times 6 = 132\,000$ calories.

On a souvent objecté à ce genre d'arguments que le carbone réduit le sodium de l'oxyde Na^2O, bien que la chaleur de formation de Na^2O soit bien plus élevée que celle de l'oxyde de carbone. En réalité, le carbone ne *réduit* pas l'oxyde de sodium.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsqu'on chauffe fortement un mélange de carbone et de Na^2O, ou, ce qui revient au même, un mélange de carbonate de soude et de charbon, l'oxyde de sodium se volatilise et sa vapeur se dissocie partiellement en oxygène et en vapeur de sodium libre ; le carbone ne se combine, en vérité, à l'oxygène, qu'au moment où l'oxyde de sodium se dissocie. Le rôle du carbone est donc de se combiner à l'oxygène de la portion d'oxyde de sodium actuellement dissociée, et d'empêcher ainsi la recombinaison ultérieure du sodium et de l'oxygène par refroidissement (1).

---

(1) Cette interprétation de la réaction qui donne lieu à la formation du sodium n'est assurément pas invraisemblable. Il nous a paru pourtant assez curieux de signaler un travail tout récent, qui vient à l'encontre de l'opinion de l'auteur et nous apporte, fait surprenant, des données thermiques, pour démontrer que C O peut réduire et réduit réellement l'oxyde de sodium.

Dans son étude intéressante, publiée dans le *Journal de la Société chimique russe*, et dont on trouvera un extrait fort complet dans les *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschafft*, t. XVI, p. 1855, M. Beketoff décrit la préparation de l'oxyde de sodium Na^2O, obtenu en traitant le sodium à basse température dans un tube en cuivre, par un mélange d'air et d'oxygène. Le produit ainsi préparé se présente sous forme d'une masse rosée; il est totalement exempt d'oxyde supérieur Na^2O^2. M. Beketoff en a déterminé la chaleur d'hydratation et a pu ainsi déduire la chaleur de formation des données déjà acquises pour l'hydrate Na O H. La chaleur de formation de Na^2O a été trouvée égale à 100 260 calories, soit $\frac{100\,260}{2} = 50.130$ calories, chaleur d'oxydation d'un atome de sodium. Ce chiffre est relativement peu élevé, si on le compare à la chaleur d'oxydation d'un atome d'aluminium $\frac{Al^2O^3}{2} = \frac{391.000}{2} = 195.500$ calories. Il n'a pourtant rien d'extraordinaire, si l'on considère que Na ne se combine qu'à 1/2 O, tandis que Al exige 1 1/2 O.

Aussi, le sodium peut-il paraître *a priori* beaucoup plus facile à séparer de l'oxygène que l'aluminium. Les deux intéressantes réactions qui suivent ont été étudiées par l'auteur :

D'après Davy, on obtiendrait l'oxyde Na^2O en chauffant Na O H avec le sodium; il se dégagerait de l'hydrogène, d'après la réaction :

$$Na\,O\,H + Na = Na^2O + H.$$

Cette expérience qui, à notre connaissance, n'est confirmée par aucun auteur, n'a pu être non plus réalisée par M. Beketoff. Selon lui, le sodium n'exerce aucune action sur Na O H même au rouge. Ceci concorde avec les données thermiques. La chaleur de formation de l'hydrate Na O H est de + 52.220, celle d'une quantité équivalente d'oxyde de sodium de $\frac{100\,260}{2} = 50.130$ calories. Pour transformer Na O H en Na^2O, il faudrait donc $52.220 - 50.130 = 2\,090$ calories; c'est une réaction endothermique qui ne doit pas être directement réalisable.

La réaction inverse paraît possible, au contraire; M. Beketoff l'a effectuée, facilement, dit-il.

Si l'on introduit de l'oxyde de sodium dans un tube rempli d'hydrogène et qu'on chauffe jusqu'à ramollissement du verre le tube dont la partie inférieure plonge dans le mercure, le mercure monte bientôt dans le tube et l'on trouve du sodium métallique dans l'oxyde de sodium non décomposé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si donc nous ne pouvons espérer parvenir à réduire Al^2O^3 par le charbon ou Al^2Cl^6 par l'hydrogène, comment pourrons-nous chercher à diminuer le prix de revient de l'aluminium ? Je ne vois guère actuellement que quatre ressources. Il y en a sans doute d'autres, mais, pour le moment, je ne vois que celles-là :

1° La diminution du prix de revient du chlorure double d'aluminium et de sodium.

2° La substitution d'un autre dérivé anhydre, mais non oxygéné, de l'aluminium au chlorure double.

3° Le remplacement du sodium par un réducteur moins coûteux.

4° La diminution du prix de revient du sodium lui-même.

On a déjà réalisé d'importantes économies dans la fabrication du chlorure double et on en réalisera certainement d'autres. Il ne me semble pas non plus impossible, bien que cela soit très difficile, qu'on parvienne à remplacer ce chlorure double par un autre sel haloïde de l'aluminium. Quant au réducteur moins coûteux que le sodium, je crois que je serais en mesure d'en indiquer un, si j'en étais libre.

Les frais de fabrication du sodium sont certainement susceptibles d'être restreints ; ils s'élèvent actuellement, en chiffre ronds, à 300-350 liv. st. par tonne (7.59-8.75 le kilog. environ). Or, cette même quantité de sodium ne représente, sous forme de carbonate de soude, que 16 liv. st. environ, soit 0 fr. 40 par kilog.! Cependant, le rendement en sodium n'est que d'un tiers de la théorie, une partie seulement de Na^2O se dissociant pendant l'opération ; il faut tripler ce chiffre pour avoir la valeur du carbonate de soude employé à la fabrication du sodium. Ce chiffre est pourtant loin des 7 fr. 50 qui représentent les frais d'extraction d'un kilogramme de sodium de sept kilogrammes de carbonate de soude.

La plus grande dépense, dans cette fabrication, est occasionnée par les récipients dans lesquels on chauffe le mélange de carbonate de soude et de charbon. On n'a pu réussir jusqu'ici à porter ce mélange à une température suffisante, qu'en employant des cylindres en fer forgé, de petit diamètre. Ces cylindres se détériorent si rapide-

---

L'hydrogène réduit donc l'oxyde de sodium. La seconde réaction étudiée est la réduction de l'oxyde de sodium par l'oxyde de carbone :

$$2\,Na^2O + CO = Na^2CO^3 + Na^2.$$

Cette réaction est due à la forte chaleur de combinaison des deux anhydrides, $Na^2O + CO^2$ (75 280 calories, d'après les déterminations de l'auteur), qui, s'ajoutant à celles de $CO + O$, détermine un écart de 4 200 calories dans le sens de la réaction ci-dessus.

Celle-ci n'a lieu pourtant que de 290 degrés à 310 degrés ; à 320 degrés l'oxyde de carbone commence à se combiner au sodium. (Totalement ?)

Cette étude nous paraît montrer que la fabrication du sodium n'est peut-être pas en telle contradiction avec la thermochimie qu'on pouvait le croire jusqu'ici.

H. G.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment, qu'ils représentent au moins la moitié des frais de fabrication du sodium, et entrent pour un tiers dans le prix de revient de l'aluminium.

Il y a donc là bien des perfectionnements à apporter, et le prix du sodium diminuera certainement. Pourtant, on peut être certain que le prix du sodium ne baissera jamais assez pour que l'aluminium, préparé à l'aide de ce produit, reçoive toutes les applications dont il est susceptible. Un réducteur moins coûteux que le sodium, un minerai artificiel moins coûteux que le chlorure double ; voilà quels sont, à mon avis, les conditions indispensables pour le développement de l'industrie de l'aluminium.

CHIMIE.

SUR LA VASELINE, TRAVAIL PRÉSENTÉ AU COMITÉ DE L'EXPOSITION HYGIÉNIQUE DE BERLIN PAR M. J. OTTO (1).

On estime de 30 à 60 pour 100 la proportion de pétrole utilisable comme huile d'éclairage isolé par rectification des naphtes bruts. Les résidus soumis à une nouvelle distillation fournissent 20 à 25 pour 100 d'huiles dont la densité et la consistance se prêtent au graissage des organes des machines.

Cet emploi a pris, dans ces dernières années, une extension telle, que si l'on était forcé d'en revenir aux huiles végétales autrefois employées comme lubrifiants exclusifs, la production ne serait plus en mesure de répondre à la demande.

Le résidu de la seconde distillation — 20 à 25 pour 100 du naphte brut — offre l'aspect et la consistance d'un goudron noir que l'on soumet à son tour à la distillation dans des cornues spéciales, en poussant le feu jusqu'à la formation de coke dans l'alambic. Le produit distillé contient beaucoup de paraffine que l'on isole par expression. L'introduction de ce nouveau produit américain sur les marchés allemands a fait baisser de 25 pour 100 le prix des paraffines brutes.

Le prix du pétrole à brûler est d'environ 19 marks pour 100 kilogrammes ; celui des huiles à graisser de 36 marks, et celui de la paraffine de 80 marks. La valeur marchande des diverses fractions croît donc rationnellement avec la complication et le nombre des opérations auxquelles chacune d'elles est soumise.

Cependant, il s'est trouvé des producteurs plus ingénieux pour tirer du résidu noir de la distillation des huiles à graisser un parti beaucoup plus avantageux ; l'idée était celle-ci : décolorer et désinfecter ces résidus et les offrir à la consommation comme agent thérapeutique sous le nom engageant de « vaseline », au prix de 400 marks les 100 kilogrammes.

Ce nouveau médicament, présenté au monde médical, à grand renfort de réclame, conquit bien vite droit de cité dans toutes les pharmacopées. Pour l'essayer, on se

(1) Extrait du *Moniteur scientifique*, avril 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

contenta généralement de constater sa neutralité aux papiers de tournesol et de curcuma, et, comme les hydrocarbures ne contiennent point de glycérine, on déclara la vaseline inaltérable à l'air, incapable de rancir et de s'acidifier, etc. : les particules solides qui troublent la limpidité de la vaseline furent envisagées comme de la paraffine.

Depuis, l'étude plus approfondie des résidus et des hydrocarbures du pétrole a montré le mal fondé de ces affirmations.

On a constaté que les huiles minérales, quelles que fussent leurs origines, contiennent toujours des corps à fonctions acides et d'autres à fonctions basiques ; ces composés se concentrent dans les produits connus sous le nom de goudron minéral, asphaltes, bitumes, suivant leur origine.

Ce sont des composés oxygénés, facilement décomposables, qui donnent avec l'acide sulfurique un précipité noir représentant 15 à 20 pour 100 de leur masse. Après élimination de ce composé basique, on y trouve d'autres corps solubles dans les alcalis ; le plus souvent les lessives de soude et de potasse produisent avec la masse une émulsion savonneuse d'où l'on peut difficilement extraire l'hydrocarbure réellement neutre,

Lorsque ces goudrons sont soumis à la distillation, il se produit au sein de cette masse complexe des réactions pyrogénées qui engendrent des composés nouveaux. Le produit rectifié est plus pur et plus résistant aux agents atmosphériques et aux réactifs que les fractions restées dans l'alambic ; ces dernières doivent, jusqu'à un certain point, être envisagées comme le réceptacle de toutes les impuretés du produit primitif. C'est ce résidu, mélange de composés variés, acides, bases, hydrocarbures de toutes séries, combinaisons sulfurées, matières colorantes et substances extractives, qui sert à la préparation de la vaseline pharmaceutique.

La brochure qui accompagne les boîtes de vaseline donne une description des méthodes employées à la purification du produit, — traitement par la vapeur d'eau surchauffée et filtration sur charbon de bois, — description que nous avons toutes raisons de croire inexacte. Nous devons dire que la vaseline rend déjà de nombreux services et qu'elle est susceptible encore de bien des applications intéressantes dans les arts et dans l'industrie. Mais pour ce qui est de sa valeur comme médicament et comme agent thérapeutique, nous ne saurions nous associer aux éloges exagérés qu'on en a fait, l'expérience nous ayant montré qu'elle ne possède pas les qualités essentielles qu'on lui attribuait au début, sur la foi des producteurs.

La vaseline n'est pas incorruptible : au contact de l'air et surtout à la lumière elle rancit et prend une odeur de moisi bien caractérisée. L'analyse y décèle alors la présence de composés oxygénés, acides, en quantité assez notable. Mais les préparations récentes ne sont pas davantage formées par un *hydrocarbure* parfaitement neutre et très résistant à tous les réactifs. En les traitant par un acide sulfurique à 60°B. à chaud, elles développent toutes une couleur rouge brun plus ou moins intense et engendrent des acides colorés en brun noir. Lorsque le produit est plus vieux, il se décompose

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

immédiatement au contact de SO^4H^2, et noircit avec production de composés ulmiques et d'acides. Il est cependant à remarquer que la vaseline ancienne et notoirement altérée n'a pas cessé d'être neutre aux papiers réactifs.

La pharmacopée allemande a donc agi sagement en prescrivant d'autres essais que ceux-là et en ordonnant de n'employer, à l'usage médical, que des vaselines débarrassées de toutes substances capables de s'unir aux acides et aux bases.

Pour obtenir un produit satisfaisant entièrement aux conditions exigées et possédant effectivement les qualités vantées par les prospectus, nous pensons que la meilleure méthode de préparation est la suivante :

Il ne faut pas chercher à purifier les résidus de la distillation des huiles à graisser, dont il est presque impossible d'éliminer, par des battages avec des acides ou des alcalis, tous les composés accompagnant l'hydrocarbure neutre. Il est préférable de choisir des composés de la même série, l'un solide, une paraffine, l'autre liquide, un hydrocarbure rectifié qui, par leur mode de préparation même, ne peuvent plus contenir que des traces de produits étrangers, et de les mélanger en telles proportions qu'on obtienne la consistance nécessaire. Ces préparations ne sont pas seulement neutres à tous les réactits colorés, mais elles restent absolument indifférentes à nos réactifs les plus puissants et se colorent à peine au contact de l'acide sulfurique au maximum de concentration. La vaseline pure offre cependant un inconvénient dans la pratique : il est difficile de lui incorporer certains composés qui donnent au contraire des pommades bien homogènes avec la vaseline impure ; mais c'est là une difficulté qui ne tardera pas sans doute à être résolue. Il est évident que lorsque la vaseline offerte à la médecine sera réellement pure et douée des qualités précieuses qu'on lui attribue trop facilement aujourd'hui, mais qu'elle peut vraiment offrir, elle ne tardera pas à remplacer entièrement, « pour l'usage externe », les huiles et les graisses animales et végétales.

CHIMIE INDUSTRIELLE.

DE L'UTILISATION DES RÉSIDUS DE PYRITES, PAR M. J. CREUTZ (1).

M. P. W. Hofmann signalait en 1874 la présence du zinc dans les résidus du grillage des pyrites et proposait d'en tirer parti au moyen d'un procédé décrit dans les *Annales* de la Société des Ingénieurs allemands (2). Ce procédé, mis en œuvre depuis quelques années dans les usines de Wocklum, fournit du chlorure de zinc qui est livré au commerce au prix moyen de 10 francs les 100 kilogrammes.

(1) *Chemische industrie*, septembre 1883, extrait du *Moniteur scientifique*.

(2) *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, Bd. XVIII, p. 522.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le traitement consiste en un lessivage des résidus qui enlève les sulfates de fer et de zinc; les liqueurs concentrées à cristallisation, après addition d'une quantité de sel marin équivalente à la quantité du sulfate de zinc dissous, déposent d'abord beaucoup de sel de Glauber, dont la valeur seule couvre les frais de tout le traitement.

Lorsque la concentration atteint 50 degrés B., divers sels mixtes $Fe\,S\,O^4$. $Na^2\,S\,O^4$ se séparent, et il ne reste plus dans les liqueurs mères que le chlorure de zinc que l'on recueille en évaporant à siccité. En résumé, le traitement fournit deux produits faciles à séparer :

$$Na^2\,S\,O^4 \text{ et } Zn\,Cl^2.$$

Malgré les avantages qu'il offre à première vue, le procédé de M. P. W. Hofmann ne semble pas s'être beaucoup répandu. Il faut observer, en effet, que les réactions ne se passent pas aussi simplement, et que la séparation des différents sels n'est pas aussi nette que nous venons de le dire.

Dans des essais en petit, l'auteur a constaté qu'en effet il se produit une réaction dans le sens :

$$Zn\,S\,O^4 + 2\,Na\,Cl = Na^2\,S\,O^4 + Zn\,Cl^2.$$

Mais le sulfate de soude est loin de se déposer en totalité, et les liqueurs à 50 degrés évaporées après cristallisation donnent un mélange sec d'environ 85 pour 100 de chlorure de zinc et 15 pour 100 de sels sodiques.

Or, la présence des derniers n'est pas sans inconvénient, d'après M. J. Creutz, dans l'application du chlorure de zinc à la conservation des bois.

D'après une patente américaine (n° 236051) brevetant les réactions ci-dessus, il serait important d'opérer le mélange du chlorure de sodium avec la dissolution des sulfates, à basse température. (Cette indication se trouvait antérieurement déjà dans *Dingler's polyt. Journ.*, Bd. 153, p. 157.) Pour refroidir les liqueurs dans les meilleures conditions, elles ne sont en contact que par leurs couches supérieures avec les appareils réfrigérants.

Le procédé, ainsi modifié, ne donne pas cependant un chlorure de zinc assez pur pour le traitement des bois.

D'ailleurs, en fondant un mélange de vitriol blanc et de sels et reprenant le produit par l'eau, les premières lessives marquant 48 degrés à l'aréomètre Beaumé ont toujours fourni un produit sec mélangé d'environ 20 pour 100 de sels sodiques.

On sait d'ailleurs qu'il existe plusieurs sels doubles de zinc et de sodium, et il n'est pas étonnant qu'on ne réussisse pas à séparer nettement, par cristallisation, les sels de ces deux éléments.

M. P. W. Hofmann a étudié ensuite le procédé breveté en 1877 par M. Rivière de la Souchère : double décomposition des sulfates de fer et de zinc par le chlorure de sodium ou le chlorure de calcium, puis précipitation de l'oxyde de zinc par la chaux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les résultats dans cette voie ont été plus favorables, et ils ont conduit à une méthode de traitement réellement pratique et avantageuse.

Les résidus grillés sont abandonnés pendant quelque temps à l'air; les combinaisons du fer et du manganèse et l'acide sulfureux s'oxydent ainsi plus complètement. On lessive alors dans un appareil à circulation méthodique d'eau froide, appareil consistant en trois ou quatre grandes cuves à faux fond, disposées par étages; le liquide s'écoule par un orifice inférieur et arrive par un tuyau de plomb à la partie supérieure de la cuve suivante.

Avec des résidus tenant en moyenne 3 pour 100 de zinc, on obtient une liqueur marquant environ 20 degrés B. presque exempte de sel de fer, avec des traces de manganèse et de cobalt. On y mélange une dissolution à 15 degrés B. environ du chlorure de calcium obtenu comme produit accessoire dans la régénération du bioxyde de manganèse. Après quelques instants, il se produit une bouillie peu épaisse de sulfate de chaux. Il est bon, lorsque l'on opère cette double décomposition, de ne pas employer $CaCl^2$ en excès.

La liqueur filtrée marque environ 10 degrés B. et contient, avec le chlorure de zinc, un peu de sulfate de zinc et de chaux et des traces de manganèse et de cobalt. On l'évapore dans des marmites chauffées par réverbération, parce qu'un chauffage par le fond produirait des incrustations de sulfate de chaux. Par l'addition d'un peu de chlorure de chaux à la liqueur bouillante, on en précipite le cobalt et le manganèse. Les dernières traces de gypse se séparent lorsque la dissolution marque 48 degrés B. environ; elle ne contient plus alors que du chlorure de zinc avec un peu de sulfate, et correspond, par conséquent, comme composition totale, au chlorure de zinc obtenu par dissolution du zinc dans de l'acide chlorhydrique contenant un peu d'acide sulfurique.

L'inconvénient de cette méthode consiste dans la dilution relative du chlorure de zinc obtenu, qu'il faut concentrer de 10 à 48-50 degrés B. Ceci n'est pas le cas avec la méthode de Hofmann qui, en outre, fournit un produit accessoire utilisable, le sel de Glauber; malgré cela, le procédé au chlorure de calcium paraît devoir l'emporter sur le précédent, parce que seul il fournit un chlorure de zinc applicable à tous les usages.

L'auteur a essayé de tourner la difficulté en lessivant les résidus de grillage avec des solutions de chlorure de calcium. Mais, comme on pouvait le présumer d'ailleurs, l'extraction du zinc demeure dans ce cas très incomplète; le sulfate de chaux formé par double décomposition diminue la porosité de la matière et empêche la dissolution du sulfate de zinc. De plus, le chlorure de calcium dissout beaucoup de fer, de manganèse et presque tout le cuivre.

La fabrication du chlorure de zinc, d'après le procédé ci-dessus décrit, est surtout avantageuse lorsqu'on veut préparer de l'hydrate d'oxyde de zinc pour la désulfuration des lessives alcalines. Il n'est plus besoin alors de concentrer les liqueurs : on les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

traite par un lait de chaux qui précipite l'hydrate de zinc, tandis que la chaux se dissout à l'état de chlorure de calcium. Après avoir bien agité le mélange, on laisse déposer l'oxyde et l'on décante la dissolution calcique ; on lave une fois par décantation, puis on répand la bouillie claire sur un filtre de sable : l'eau de lavage est absorbée par le sol, tandis que la pâte d'oxyde de zinc, débarrassée de l'excès d'eau, est directement employée à la désulfuration des lessives caustiques.

On sait que K. W. Jurisch a proposé, en 1880, de remplacer l'oxydation des eaux rouges au moyen des nitrates de soude par la désulfuration au moyen d'oxyde de zinc. Il a montré que la méthode par le zinc réalisait une économie de 14 à 15 francs par tonne de soude caustique. Or, si l'on se reporte à ses calculs établis pour l'oxyde de zinc préparé en dissolvant le zinc dans H Cl et précipitant par la chaux (1), on trouve qu'en extrayant l'oxyde de zinc des résidus de grillage des pyrites, en tenant compte de la main-d'œuvre et de la valeur de la chaux employée, on réalise, sur le prix de revient donné par Jurisch, une nouvelle économie de 17 fr. 65 par 1 000 kilog. Ce prix avantage de 33 francs environ le procédé de désulfuration par l'oxyde de zinc.

Ce procédé pourra même s'appliquer à la désulfuration des lessives de soude brute. Le zinc ainsi employé est perdu, à la vérité ; mais son prix de revient est si minime dans ce cas, qu'il y aura cependant avantage dans bien des usines à l'extraire des résidus de grillage.

Il faut ajouter que les résidus, étant en grande partie débarrassés du soufre et du zinc qui constituent pour le traitement métallurgique des impuretés fort gênantes, se vendront sans aucun doute plus cher que les résidus non traités.

PROGRAMME DES PRIX

PROPOSÉS PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE, A DÉCERNER EN L'ANNÉE 1885

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.

(1) *Dingl. polyt. Journ.*, B. 244, p. 71.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La médaille à décerner en 1885 est celle des arts chimiques, à l'effigie de Lavoisier.

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 ;— en 1882, pour les arts économiques, à M. *Gaston Planté;* — en 1883, pour le commerce, à la *Chambre de Commerce* de Paris.

PRIX ELPHÈGE BAUDE, POUR LE MATÉRIEL DU GENIE 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 2315 fr. 75 c. pour fonder un prix qui sera décerné, tous les cinq ans, *à l'auteur des perfectionnements les plus importants au matériel et aux procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.*

Ce prix 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 19011 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 a été décerné, pour la première fois, en 1881.

PRIX D'ABOVILLE, POUR LES MANUFACTURIERS QUI EMPLOIENT DES OUVRIERS INFIRMES.

Le général d'Aboville a laissé à la Société une somme de 10000 francs, qui a été divisée en trois prix qui seront distribués, avec intérêts échus, à tel manufacturier qui aura employé à son service, pendant une période déterminée, des ouvriers estropiés,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

amputés ou aveugles et qui, par ce moyen, les aura soustraits à la mendicité ; ces prix seront décernés en 1885, 1887 et 1889.

PRIX SPÉCIAUX MIS AU CONCOURS

ARTS MÉCANIQUES.

1° Prix de 2 000 francs *pour les progrès à réaliser dans la filature mécanique du lin et du chanvre.*

La filature mécanique du lin, dont la prospérité a été surtout la conséquence de la crise cotonnière, laisse encore à désirer. Elle n'atteint pas la limite de finesse obtenue par la main ; ses métiers sont plus volumineux, plus lourds, plus chers que ceux des autres filatures. L'intervention de l'eau chaude est indispensable, si ce n'est pour les gros fils, et la force motrice dépensée est bien plus grande, à numéro égal, pour le lin que pour les autres substances textiles.

Ces faits constituent des inconvénients graves ; ils compliquent les opérations, limitent l'échelle des produits, entraînent à des dépenses considérables, rendent le travail insalubre et expliquent la lenteur du développement normal de l'industrie du chanvre et du lin, qui intéresse particulièrement les pays agricoles. La Société pense que la plupart de ces obstacles tiennent à l'insuffisance de l'assouplissage et de la désagrégation mécanique et physique des filasses du chanvre et du lin, et que, mieux divisées, celles-ci pourraient se filer à une plus grande finesse, ou bien à finesse égale, avec une dépense moindre et une production supérieure. De légères modifications aux machines en usage suffiraient en ce cas pour procurer les résultats désirés. La division de la matière première devrait néanmoins se borner à une désagrégation physique de la masse des fibres, sans atteindre les inconvénients connus de la cotonisation chimique.

Certains systèmes de rouissage se rapprochent du but par l'état dans lequel ils mettent la substance filamenteuse. S'ils ne sont pas encore répandus dans la pratique, c'est que les filateurs répugnent à tout essai qui les 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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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.

2° **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, combiné 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 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.

3° **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 télodyna-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mique, 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.

ARTS CHIMIQUES.

1° **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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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.

2° **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 nécessaire 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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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.

3° **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.

4° **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.

5° **Prix de 3 000 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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

prend naissance dans diverses circonstances; qu'en particulier il se forme lorsqu'on chauffe le diamant au foyer de la pile, comme l'a vu M. Jacquelain, et qu'il se sépare abondamment de la fonte grise au moment de sa solidification.

Il s'agit donc, en réalité, d'étudier, de préciser et de régler les conditions de la production d'un corps dont la formation artificielle est déjà constatée, et de découvrir un procédé pratique qui permette de l'utiliser en grand.

6° **Prix de 1 000 francs** *pour des perfectionnements apportés en France à la production et à l'exploitation des cendres de varechs.*

La récolte et l'incinération des plantes marines, ainsi que la séparation des différentes matières qui composent leurs cendres, sont l'objet d'une industrie des plus dignes d'intérêt. Les cendres de varechs sont, en effet, préparées par quantités considérables sur la côte de Bretagne qui, avec le littoral de l'Écosse, fournit à peu près la totalité des végétaux marins utilisés en Europe. La récolte de ces végétaux est pour les populations bretonnes la source de revenus importants.

Cette industrie s'est établie en France dès la fin du XVII^e^ siècle. Elle a d'abord fourni au commerce un mélange de sels alcalins employé par les verriers. Plus tard, elle a isolé le chlorure et le sulfate de potassium. Enfin l'extraction de l'iode a déterminé sa prospérité et son développement.

La découverte des gisements de sels potassiques de Stassfurt est venue, vers 1862, porter un coup sensible aux lessiveurs de cendres, en avilissant le prix de leurs principaux produits. Plus récemment, l'extraction de l'iode des eaux-mères du nitrate de soude du Pérou a diminué beaucoup la valeur de ce métalloïde, qui entre pour une part importante dans les revenus de l'exploitation des varechs. Cette dernière se trouve donc atteinte de plusieurs côtés. Menacée de disparaître et d'entraîner dans sa ruine les populations intéressantes qu'elle fait vivre, elle doit suivre l'exemple de beaucoup d'autres industries chimiques et se modifier profondément.

Elle peut retrouver son ancienne prospérité, d'une part en augmentant la richesse de sa matière première, d'autre part en perfectionnant les procédés de traitement des cendres.

Déjà les fabricants ont indiqué les bases de cette rénovation de leur industrie. Depuis quelques années, ils ont donné plus d'attention aux conditions dans lesquelles sont préparées les cendres de varechs. Comparant entre eux, au point de vue de leurs richesses en iode et en sels de potasse, les divers goëmons qui croissent sur la côte française, ils ont distingué les bonnes espèces des mauvaises. Ils ont aussi cherché à reconnaître l'influence du mode de récolte ainsi que celle des saisons.

Ils se sont occupés également de l'incinération. Cette opération entraîne, dans les conditions réalisées aujourd'hui, une déperdition d'iode ou une consommation de combustible trop considérables.

Enfin la séparation des sels qui constituent les cendres se fait actuellement par des moyens peu différents de ceux en usage il y a fort longtemps. Il est permis de penser

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que cette partie du traitement doit pouvoir profiter des connaissances acquises dans la statique des solutions salines. Certaines fabrications voisines fournissent sur ce point des indications précieuses.

La Société d'encouragement, désirant favoriser les recherches susceptibles de rendre à nouveau cette industrie florissante, décernera un prix de 1 000 francs à celui qui aura mis en pratique, dans une fabrication réellement industrielle et d'une importance notable, des procédés de production ou de traitement des cendres de varechs réalisant un progrès sensible sur ceux qui ont été employés jusqu'à ce jour.

7° **Prix de 2 000 francs et de 1 000 francs** *pour la fabrication industrielle, en France, de l'acide sulfurique fumant dit de Nordhausen et de l'acide sulfurique anhydre.*

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 ou l'acide anhydre, 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.

8° **Prix de 2 000 francs** *pour la substitution à l'acide sulfurique, dans la teinture et notamment dans la teinture des soies, d'un autre composé donnant aux fibres l'apprêt voulu, mais n'exerçant pas sur elles la même action destructive.*

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*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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.

2° **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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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.

3° **Prix de 1 000 francs** *pour la construction d'appareils propres à fournir, rapidement et économiquement, de hautes températures à l'usage des petits ateliers industriels.*

L'invention des fours du système Siemens, les recherches de M. Paul Audouin et de M. Henri Sainte-Claire Deville sur le chauffage à l'aide des huiles minérales, ont démontré la possibilité de produire facilement, pour la grande industrie, les températures les plus élevées. Il serait désirable que l'application des mêmes principes, sur une petite échelle, mît à la disposition des ateliers industriels des appareils propres à réaliser soit des essais indispensables pour certaines recherches, soit la cuisson ou la fusion des pièces artistiques ou autres, de dimension restreinte.

Sans demander la découverte d'un principe nouveau ni l'emploi exclusif d'un combustible déterminé, la Société admet que le but qu'elle indique puisse être atteint par une application nouvelle, sous une forme simple, commode et économique, des moyens actuellement acquis à la science. Elle tiendra compte, d'une manière spéciale, du bas prix des appareils, de la simplicité de leur installation, et de la facilité avec laquelle ils se prêteront à des usages variés.

4° **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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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.

5° **Prix de 1 000 francs** *pour la construction d'un appareil transmettant à distance l'indication de la température d'une enceinte chauffée.*

Le chauffage des lieux habités s'opère souvent au moyen de calorifères ou d'appareils à eau chaude ou à vapeur dont le foyer est placé à une assez grande distance de l'enceinte à chauffer. Pour régler la conduite du feu, l'ouverture des robinets, la manœuvre des registres, le chauffeur est obligé de se transporter dans les diverses parties du bâtiment afin de relever les températures. Le service serait fort simplifié s'il pouvait, sans quitter ses fourneaux, connaître facilement la température des divers locaux par la simple lecture d'un appareil gradué recevant à distance, par l'électricité ou autrement, l'indication de cette température.

Un instrument de ce genre trouverait également une application fort utile dans certaines industries, pour des appareils à vapeur, à eau chaude, pour des séchoirs, des étuves, etc., donnant à un directeur d'usine la possibilité de contrôler de son cabinet le fonctionnement de ces appareils.

L'instrument doit être d'une construction simple, d'un prix modéré, et les températures doivent être données sans aucune manipulation, par une simple lecture sur une échelle ou un cadran divisé.

6° **Prix de 3 000 francs** *pour un appareil simple, solide et susceptible d'annoncer automatiquement d'une manière sûre et régulière, à une distance quelconque, le passage d'un train en marche.*

Il est très utile, au point de vue de la sécurité de l'exploitation des chemins de fer, d'annoncer, au moyen de courants électriques agissant sur des sonneries ou autres appareils placés à distance, le passage des trains sur certains points déterminés. Divers appareils ont été imaginés et appliqués dans ce but. La qualité que l'on doit, avant tout, rechercher, est celle d'un fonctionnement parfaitement certain, quelles que soient la vitesse et la fréquence des trains, tout manquement pouvant devenir une cause de graves dangers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE.

1° **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 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.

2° **Prix** *relatifs à la découverte de moyens pour reconnaître les falsifications du beurre et des huiles.*

Le commerce du beurre et des huiles a pris un développement considérable ; mais en même temps que la valeur de ces produits a augmenté, que leur commerce à l'intérieur et à l'extérieur a pris une grande extension, les falsifications dont ces matières peuvent être l'objet se sont multipliées. Elles se sont accrues au point que plusieurs Conseils généraux des régions intéressées se sont émus des préjudices qu'elles causaient à notre agriculture et de l'atteinte qu'elles portaient à la bonne réputation de nos beurres et de nos huiles sur les marchés étrangers. Les Associations agricoles s'en sont préoccupées. Nous avons pensé que ce serait rendre un grand service au pays que de trouver des moyens faciles et expéditifs de découvrir les falsifications dont il s'agit. Le comité d'agriculture a, en conséquence, proposé la mise au concours des prix suivants :

1° *Prix de* **1 000** *francs pour la découverte d'un moyen facile et expéditif de reconnaître les falsifications de l'huile d'olive.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° *Prix de* **1 000** *francs pour la découverte d'un moyen facile et expéditif de reconnaître les falsifications des huiles autres que l'huile d'olive.*

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS.

Prix de 2 000 francs *pour la découverte d'un ciment de ton coloré imitant la pierre, le marbre ou la terre cuite, pouvant se travailler comme le plâtre, sans cuisson, ayant la solidité nécessaire pour résister, soit au dedans, soit au dehors des habitations, comme le ferait la terre cuite, mais ne présentant ni les dangers de la cuisson, ni ses infidélités ou ses retraits. Ce ciment devrait se prêter à un moulage, à un estampage et surtout à des retouches comme le plâtre.*

Ce prix sera décerné en 1885.

CONDITIONS GÉNÉRALES A REMPLIR PAR LES CONCURRENTS.

1° Les modèles, mémoires, descriptions, renseignements, échantillons et pièces destinées à constater les droits des concurrents, seront adressés franco de port au *Secrétariat de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, rue de Rennes*, 44. Ils devront être remis avant le 1er janvier de l'année de la distribution des prix : ce terme est de rigueur ;

2° Les procédés ou machines seront examinés par des commissaires que la Société désignera ;

3° Les membres du Conseil d'administration sont exclus des concours ;

4° Les autres membres de la Société sont admis à concourir ; les étrangers le sont également ;

5° Les concurrents sont avertis, que la communication qu'ils font à la Société de leurs procédés ne peut leur tenir lieu d'un brevet d'invention, et que, s'ils veulent prendre le brevet, il faut qu'ils le fassent avant de se présenter au concours ;

6° Les brevets d'invention n'étant délivrés que sur la description détaillée des procédés, et chacun, d'après la loi du 5 juillet 1844, pouvant en prendre connaissance, la Société se réserve expressément la faculté de publier, en totalité ou en partie, les découvertes qui auront obtenu les prix et médailles, mais les concurrents ne pourront user de cette faculté, sous quelque prétexte que ce soit ;

7° Les auteurs jugés dignes d'une récompense, qui ne se seraient pas pourvus d'un brevet d'invention et qui désireraient garder le secret de leurs procédés, seront tenus d'en déposer sous cachet la description, dont l'exactitude sera attestée par un membre du comité compétent. La durée du dépôt ne pourra excéder quinze ans, à l'expiration desquels la description sera publiée.

8° La Société conservera les mémoires descriptifs et les dessins qui n'auront point été

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

couronnés; mais elle permettra aux auteurs d'en prendre copie et elle leur rendra les modèles ;

9° Les concurrents qui auraient traité plusieurs des questions mises au concours, sont invités à envoyer des mémoires séparés sur chacune d'elles;

10° Les médailles ou les sommes seront remises à ceux qui auront obtenu les prix ou à leurs fondés de pouvoir.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 11 *juillet* 1884.

Présidence de M. Becquerel, Vice-Président.

Correspondance. — M. Joseph *Beaupied*, 63, avenue Bosquet. Fermeture hermétique pour seaux et latrines. (Arts économiques.)

M. A. *Goujet*, 5, rue Beudant, à Paris. *Abat-jour universel* de M. Ch. *Marie*. (Arts économiques.)

M. *Meyniel*, professeur à l'institution *Montagne*, à Villiers-le-Bel (Seine-et-Oise). Appareil pour empêcher la collision des trains. (Arts économiques.)

M. *Mayoux*, 21, rue du Cherche-Midi. Appareil de démonstration pour la navigation aérienne. (Arts économiques.)

M. X. *Rich*, 3, quai de Javel, à Grenelle. Produit désinfectant économique. (Arts chimiques.)

M. Eugène *Peligot* signale, parmi les ouvrages offerts à la Société, une intéressante biographie consacrée à Nicolas *Leblanc*, inventeur de la soude artificielle, par son petit-fils, M. Aug. *Anastasi*, ancien artiste peintre fort distingué lui-même.

M. *Peligot* fait remarquer que la fatalité semble s'attacher à la mémoire de l'éminent inventeur, après avoir poursuivi Nicolas *Leblanc* durant toute sa vie. On sait que *Leblanc* est mort, en 1806, à Saint-Denis, dans une misère profonde. Un comité s'était formé récemment pour lui ériger une statue sur l'une des places d'Issoudun; mais, après que des fonds eurent été votés par le Conseil général du département de l'Indre, on reconnut qu'il avait été fait confusion entre Nicolas *Leblanc*, né à Ivoy-le-Pré, canton de la Chapelle-d'Anguillon (Cher), le 6 décembre 1742, et un certain Jacques *Blanc*, né à Issoudun.

Les fonds votés par le Conseil général de l'Indre devinrent alors sans objet, et la statue de Nicolas *Leblanc* paraît être aujourd'hui sérieusement compromise.

M. *Simon* demande si la Société d'encouragement, qui s'est toujours intéressée aux travaux de Nicolas *Leblanc*, ne pourrait aider à réparer l'erreur signalée par M. *Peligot*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Hervé-Mangon* pense que M. *Peligot*, en présentant à l'Institut l'intéressant ouvrage de M. *Anastasi*, serait, mieux que personne, autorisé à faire revivre la question et à provoquer, de la part de l'ancien comité, les démarches nécessaires pour arriver à une solution favorable.

M. L. *Toureaux*, prote de l'imprimerie *Garnier*, 11, place des Halles, à Chartres, adresse le volume qu'il vient de publier sous le nom de *Typographie-Grammaire de la composition*, et demande à concourir pour l'un des prix de la Société.

La Société a reçu de M. le *Ministre des travaux publics l'Album de statistique graphique de* 1883.

Cet ouvrage sera déposé à la Bibliothèque.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société : M. Albert *Cahen*, ingénieur civil, à Paris, présenté par M. *Lecœuvre*.

M. *Cassagnes*, ingénieur civil, 18, rue Lafayette, à Paris, présenté par M. *Brüll*.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Photocalque*. — M. *Davanne*, au nom du comité des constructions et des beaux-arts, lit un Rapport sur le procédé employé au Ministère des travaux publics, sous le nom de photocalque, par M. *Cheysson*, directeur des cartes et plans.

Ce procédé étant susceptible de nombreuses applications, même en dehors des services administratifs (1), le comité propose de remercier M. *Cheysson* de son importante communication et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées.

Filature de laine. — M. *Simon*, au nom du comité des arts mécaniques, lit un Rapport sur des perfectionnements apportés à la filature de laine peignée, par M. Édouard *Comte*, filateur à Chantilly (Oise).

L'usage du casse-mèche que M. *Comte* fait sur les machines de sa filature donne, depuis deux ans environ, des économies notables de main-d'œuvre et de matière; il en est de même chez plusieurs de ses confrères où le système est appliqué. En conséquence, le comité propose de remercier M. *Comte* de sa très intéressante communication et d'insérer le Rapport au *Bulletin* avec une planche des dessins représentant les détails des doublages et du casse-mèche, et la légende explicative.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Polytypographie*. — M. P. *Noizette*, directeur de l'imprimerie de la *Société de typographie par procédés rapides*, rue Campagne-Première, à Paris, donne la description de son casier typographique perfectionné, permettant de faire usage de groupement de lettres ou polytypes.

M. le *Président* remercie M. *Noizette* de son intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts mécaniques.

---

(1) Il est utilisé dans les grands établissements lithographiques de Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Hydromoteur à parachute. — M. *Sage* donne la description d'un appareil imaginé et appliqué par M. *Jagn* pour recueillir une partie de la force vive du courant des fleuves et des rivières.

L'appareil, formé de parachutes de toile fixés à un câble sans fin en chanvre qui tourne sur des tambours, est peu coûteux et d'une installation très simple ; son rendement est assez élevé.

M. le *Président* remercie M. *Sage* de sa communication, qui est renvoyée au comité des arts mécaniques.

Séance du 25 juillet 1884.

Présidence de M. F. Le Blanc, membre du Conseil.

Correspondance. — M. H. *Latil*, mécanicien, 54, rue Patay. Nouveau système pour l'alimentation des chaudières à vapeur fixes ou mobiles. (Arts mécaniques.)

M. Achille *Thomas*, ingénieur civil, 36, rue d'Enghien. Échelle proportionnelle variable pour faciliter les recherches des cotes et l'établissement des courbes de niveau sur les plans cotés. (Arts mécaniques.)

M. A. *Duval*, marchand de graines, à Homecourt, par Gouzancourt (Nord). Procédé pour la désinfection des fosses d'aisances. (Arts chimiques.)

M. le Dr P. *Calliburcès*. Recherches expérimentales sur l'influence du traitement pneumatique sur la fermentation des jus sucrés. (Arts chimiques.)

M. *Dietz-Monnin*, sénateur, président de la Chambre de commerce de Paris, envoie les Statuts de la *Société d'encouragement pour le commerce français d'exportation*, ainsi qu'une circulaire adressée à tous ses correspondants, aux membres du Corps consulaire et aux Chambres de commerce. (*Bulletin.*)

M. S. *Pergeline*, 104, rue Amelot, propose d'adresser, pour le *Bulletin*, des études sur des questions économiques et industrielles. (Commerce.)

La Société a reçu : le *Programme* de l'Alliance française, association nationale pour la propagation de la langue française dans les colonies et à l'étranger.

Note sur le prix de revient de la traction par les locomotives sans foyer sur le tramway à vapeur de Lille à Roubaix.

Nomination de membres de la Société. — Sont nommés membres de la Société : M. J. *Verdol*, mécanicien, à Paris, et M. Charles *Zang*, ingénieur-constructeur, à Paris.

Rapports des comités. — *Brevets d'invention.* — M. Ch. *Lavollée*, au nom du comité de commerce, lit un Rapport sur une proposition relative au service des brevets d'invention et à son installation au Conservatoire des arts et métiers.

Le rapporteur rappelle que l'attention du Conseil a été appelée sur cette question par une communication de l'Association des inventeurs et artistes industriels, et qu'il s'agit d'assurer l'exécution des clauses de la convention internationale du 20 mars

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1883, laquelle a pour objet d'améliorer dans tous les pays, au profit des inventeurs et de la propriété industrielle, le régime administratif qui concerne les brevets et les marques de fabrique. Il propose d'approuver les vœux exprimés par l'Association des inventeurs en vue de réaliser, aussi largement que possible, l'organisation prescrite par la convention de 1883. Quant au local à affecter au dépôt central des brevets, le comité de commerce, tout en considérant que le Conservatoire des arts et métiers serait très approprié à cette destination, croit devoir s'abstenir d'une proposition formelle, le gouvernement, auquel appartient la décision, ayant tous les moyens de s'éclairer.

M. *Hervé-Mangon* fait connaître au Conseil que l'agrandissement du Conservatoire des arts et métiers se prêterait parfaitement à l'installation du service spécial prescrit par la convention de 1883, et qu'il serait très facile d'y centraliser ce service au profit de tous les intérêts. Il croit donc que le Rapport du comité de commerce pourrait, sans inconvénient, appuyer complètement le vœu de l'Association des inventeurs quant à l'installation du service spécial au Conservatoire des arts et métiers, où sa place est éventuellement préparée dans les plans d'aménagement qui ont été dressés pour l'emploi des constructions nouvelles.

M. Eugène *Peligot* appuie les observations de M. *Hervé-Mangon*.

M. Ch. *Lavollée*, rapporteur, répond que le sentiment de réserve, dans lequel le comité de commerce avait cru devoir se tenir quant à la désignation du local, se trouve tout à fait dégagé par l'opinion de MM. *Hervé-Mangon* et *Peligot*, et par l'assentiment donné par le Conseil à des avis qui sont si compétents dans l'étude de toutes questions relatives au Conservatoire des arts et métiers. Il est donc disposé à modifier les termes du Rapport dans le sens qui vient d'être indiqué.

Le Conseil approuve, à l'unanimité, le Rapport ainsi modifié; il décide que ce Rapport sera transmis à l'Association des inventeurs et artistes industriels, et inséré au *Bulletin* de la Société.

Alliage de cuivre et de manganèse. — M. *Carnot*, au nom du comité des arts chimiques, lit un Rapport sur l'alliage de cuivre et de manganèse de M. Pierre *Manhès* et sur ses applications.

D'après M. *Carnot*, le cupromanganèse permet, en faisant disparaître entièrement l'oxydule de cuivre, de donner soit au cuivre, soit à ses alliages principaux, des qualités notablement supérieures à leurs qualités habituelles.

Le comité propose de remercier M. *Manhès* de sa communication, et d'insérer le Rapport au *Bulletin* de la Société.

Ces conclusions sont adoptées.

Ferrures à glace. — M. *Lavalard*, au nom du comité d'agriculture, lit un Rapport sur les ferrures à glace de M. *Aureggio*.

M. *Aureggio* a beaucoup travaillé pour perfectionner les systèmes de ferrures à vis et à cheville en temps de neige et de verglas; il a surtout cherché à les mettre à la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

portée de tous les ouvriers maréchaux. En conséquence, le rapporteur propose de remercier M. *Aureggio* de son importante communication, et de l'inviter à tenir la Société au courant de ses travaux ultérieurs, qui peuvent avoir une si grande influence sur le sort des armées en campagne.

Les conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Soudure de l'aluminium.* — M. *Bourbouze*, chef des travaux pratiques de physique à l'École supérieure de pharmacie, décrit le procédé qu'il emploie pour souder l'aluminium.

M. le *Président* remercie M. *Bourbouze* de son intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts chimiques.

Sténo-télégraphie. — M. *Cassagnes*, ingénieur, décrit son système de sténo-télégraphie, qui permet de transmettre électriquement, à une distance quelconque et à un ou plusieurs postes, et d'imprimer en même temps, au moyen de signes conventionnels, un discours prononcé avec toute la rapidité que l'on peut donner à la parole.

M. *Cassagnes* fait fonctionner son appareil devant la Société.

M. le *Président* remercie M. *Cassagnes* de son intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts économiques.

Accumulateurs d'électricité. — M. *Reynier* décrit son nouveau système d'accumulateurs électriques au zinc, et indique les conditions économiques qu'il a ainsi réalisées.

M. le *Président* remercie M. *Reynier* de son intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts économiques.

Avant de lever la séance, M. le *Président* annonce que la Société entre en vacances à partir de ce jour, et que la reprise des travaux aura lieu le 24 octobre. La prochaine séance sera, d'ailleurs, annoncée par une convocation spéciale.

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.

PARIS. — IMPRIMERIE DE JULES TREMBLAY, RUE DE L'ÉPERON, 5;
Madame Veuve TREMBLAY, née Bouchard-Huzard, successeur. — 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

83e année. Troisième série, tome XI. Septembre 1884.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. REDIER, *au nom du comité des arts mécaniques, sur la* PENDULE ASTRONOMIQUE DESTINÉE A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE, *présentée par* M. FÉNON, *horloger, à Paris.*

Messieurs, M. Fénon a été chargé de la construction d'une pendule sidérale pour l'observatoire astronomique de Marseille et, avant de l'installer dans cet établissement, il a voulu la soumettre à l'examen de la Société.

Votre comité des arts mécaniques à tout d'abord été frappé de la belle exécution de ce travail. Cette pendule rappelle par le fini, les soins minutieux et l'élégante simplicité de ses lignes, les meilleures traditions de l'École de Paris.

Ces traditions n'ont plus qu'un petit nombre d'adeptes. Les artistes qui se passionnent encore pour ces sortes de travaux n'y trouvent, pour récompense, qu'une renommée bien peu retentissante et à peine ce que produisent les ouvrages ordinaires de leur profession.

M. Fénon est de ceux-là, et lorsqu'à la fin de ce Rapport nous demanderons la publication de son œuvre, ce sera moins un profit pour lui-même que pour les horlogers ses confrères, qui trouveront là un document précieux.

Indépendamment des conditions à remplir pour l'exacte mesure du temps, les astronomes modernes demandent, pour leurs pendules, la faculté de transmettre à distance l'action de leur mécanisme.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi une pendule de ce genre se compose :

Du rouage moteur qui porte les aiguilles;

De l'échappement qui transmet la force motrice au pendule;

Du pendule à secondes;

Et enfin, du mécanisme d'un interrupteur électrique, destiné soit à marquer chaque oscillation sur le cylindre d'un chronographe, soit à établir le synchronisme entre la pendule directrice et une ou plusieurs autres pendules placées sur un même circuit.

M. Fénon a dû faire un outillage spécial pour la confection de ses rouages; il s'est attaché à donner à ses engrenages les formes théoriques les mieux étudiées, et il a obtenu ainsi des roulements d'une douceur extraordinaire.

Il a employé l'échappement décrit dans l'ouvrage anglais de Reid; échappement depuis longtemps expérimenté dans la pendule des caves de l'Observatoire de Paris. Il y a accumulé les soins les plus minutieux. Cet échappement, qui est d'une délicatesse extrême, donne une impulsion toujours égale au pendule et marche sans huile. Il n'a jamais été mieux exécuté en France ou en Angleterre que par M. Fénon.

La compensation des effets de la température est obtenue par l'emploi de deux cylindres remplis de mercure. Le constructeur s'est attaché à obtenir ce résultat que la masse entière de l'appareil subisse dans le même espace de temps les effets de changement de température.

Les récepteurs du mercure sont en acier, pour faciliter ainsi la propagation de la chaleur. Mais il faut du mercure desséché avec un soin particulier, si on ne veut pas que les récipients se rouillent. M. Fénon n'a rien négligé pour obtenir ce résultat; il nous a indiqué les procédés qu'il a employés et, s'ils exigent beaucoup de patience de la part du constructeur, ils sont absolument rationnels.

Les marches obtenues grâce à ces soins sont magnifiques. Après six mois et plus de marche, ce sont quelques centièmes de seconde que l'observateur enregistre comme écart, et les différences sont si minimes que l'astronome se demande si ce n'est point de son erreur personnelle que proviennent les différences.

L'interrupteur électrique combiné par M. Fénon, et qui lui appartient tout entier, est conduit par un rouage spécial qui n'a qu'à suivre le premier.

Il semble facile de déterminer un contact qui a lieu toutes les secondes, exactement sur le même point du parcours de chacune d'elles, pour une approximation d'un dixième de seconde, sans doute; mais, lorsqu'il s'agit,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

surtout dans l'étude du synchronisme entre deux pendules, de distancer chacun des contacts à un centième de seconde près, le problème est plus délicat.

M. Fénon a très ingénieusement résolu la difficulté, et il est le maître de régler le moment du contact avec une précision absolue.

Un relais de son invention complète ce travail, qui a déjà subi de longues épreuves et qui servira de modèle à tous ceux qui recherchent, avec les conditions théoriques les meilleures, une habileté de main absolument parfaite.

M. Fénon n'en est plus à ses premières épreuves. Lors du concours établi par la ville de Paris pour la construction de pendules de précision, cet horloger a été placé au premier rang.

La description des procédés de M. Fénon, le tracé de ses constructions avec leurs minutieux détails, seraient un fort utile enseignement pour les horlogers, comme il a déjà été dit plus haut.

En conséquence, votre comité vous propose de remercier l'auteur de son intéressante communication, et d'ordonner la publication dans le *Bulletin* de la Société de la pendule présentée par lui, avec les figures nécessaires pour en faire connaître toutes les dispositions.

Signé : A. Redier, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 13 *juin* 1884.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DES PLANCHES 158, 159, 160, RELATIVES A LA PENDULE ASTRONOMIQUE DE M. FÉNON.

Planche 158.

Fig. 1 et 2. Vues en élévation de face et de côté de la pendule.

A, boîte en acajou enveloppant le tout, fermée devant, dessus et sur les côtés par des glaces. Trois trous munis de bouchons, également en glace, sont ménagés devant, pour le remontage et la mise à l'heure. C'est par deux petites portes pratiquées sur les côtés, à la partie inférieure de la boîte, que se fait la mise en marche et le réglage de la pendule.

B, fond en acajou fixé sur la pierre d'appui ; la boîte A est montée dessus au moyen des vis C.

C, vis de montage de la boîte A.

D, condensateur de l'extra-courant des bobines du relais se rattachant aux bornes E par les fils F.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

E, bornes extérieures fixées sur le fond B, reliées métalliquement avec les contacts de l'interrupteur.

F, fils reliant le condensateur D aux bornes EE'.

G, portants en fonte de fer fixés sur le fond B. De petits manchons en cuivre, dans lesquels sont attachées les cordes H, s'agrafent dans des creusures circulaires ouvertes à la partie antérieure.

H, cordes s'enroulant sur la partie en hélice de la fusée; elles supportent les poids moteurs.

II, poids moteurs mouflés des rouages.

J, vis munies de contre-écrous servant à caler et à dégauchir le support; elles buttent sur des goujons scellés dans la pierre d'appui.

K, vis fixant le mouvement sur le support.

L, cadran découpé à jour, laissant voir toute la partie antérieure du mouvement.

M, boîte en cuivre munie de glaces; elle s'attache au support par les verrous H. Tout le mécanisme se trouve protégé par elle. La glace de devant est percée de trois trous en regard de ceux pratiqués dans la glace de la boîte A.

Les aiguilles des heures, des minutes et des secondes sont conduites comme il sera dit dans la légende de la planche 159.

Fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Détails de la construction du pendule compensé par le mercure.

N, partie brisée de la tige en acier fondu poli et verni, terminée à sa partie inférieure par un pas de vis dont l'écartement est de 0,00075, sur lequel s'adapte un écrou O.

O, écrou portant vers le haut 75 divisions; il se compose de deux morceaux en bronze (fig. 6) : l'un taraudé pour recevoir la partie filetée de la tige N, l'autre évidé pour laisser passer librement cette partie de la tige. L'extrémité est munie d'un index en acier bleui.

P, index donnant les amplitudes du pendule sur le limbe Q.

Q, limbe d'amplitude monté par une colonne sur le fond B de la boîte.

R, étrier sur lequel se monte les réservoirs à mercure S ; il repose sur l'écrou O. Un vernier gravé devant divise en cinq parties le 100^{me} de millimètre indiqué sur l'écrou. Une entaille pratiquée à la partie postérieure, dans le sens de la hauteur, reçoit une cheville fixée dans la tige N. Cette disposition a pour but d'empêcher tout mouvement tournant de l'étrier, en lui laissant toutefois la possibilité de se mouvoir lorsqu'il est nécessaire de changer la longueur du pendule.

S, réservoirs tubulaires à mercure de 1/2 millimètre d'épaisseur, en acier foré et bronzé noir mat à l'extérieur. Les tubes et leurs fonds sont d'un seul morceau. Ils se montent sur l'étrier R comme l'indique la fig. 7. Ces enveloppes métalliques ainsi teintées assurent la propagation uniforme de la température sur l'ensemble du pendule.

T, traverse directrice reliant la partie supérieure des réservoirs à la tige N. La fig. 9 la représente vue de dessus.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

U, vis d'attache de la traverse T sur les tubes; elles sont filetées dans les couvercles V.

V, couvercles fixés sur les tubes par les vis X; le mercure s'introduit sans bulles d'air dans sa masse par l'ouverture des vis U à l'aide d'un entonnoir dont le tube descend jusqu'au fond des bouteilles. Cet entonnoir se termine par un trou capillaire. C'est aussi par ces ouvertures de vis qu'on ajoute ou qu'on retire du mercure pour corriger les dernières erreurs de compensation ; cela peut se faire sans qu'il soit nécessaire de retirer le balancier de la suspension.

Y, crochet du pendule s'adaptant à la suspension ; il est relié à la pièce Z par la cheville W sur laquelle il peut tourner.

Z, chape dans laquelle se fixe la tige N par deux chevilles.

a, fourchette fixée sur le crochet Y par deux vis; elle est engagée dans la vis de rappel *b*.

b, vis de rappel montée sur l'étrier *c*; à l'aide de cette vis, on fait dévier le crochet de la position verticale pour mettre le pendule d'échappement.

c, étrier relié à la tige N par une cheville.

Planche 159.

Fig. 1. Vue de la platine antérieure du mouvement et du mécanisme monté dessus.

Fig. 2. Vue de la platine postérieure, les rouages posés dessus.

Fig. 3. Vue en élévation de côté du mouvement.

Fig. 4, 5, 6, 7. Détails de différents organes de l'interrupteur électrique.

A, platine antérieure du mouvement sur laquelle les piliers B sont fixés par des vis. Une entaille A′ permet de mettre en cage la roue G d'échappement et l'ailette I.

B, piliers qui relient les deux platines pour former la cage, dans laquelle se montent les rouages.

C, roue (quarante-trois dents) sur le canon de laquelle s'adapte à carré l'aiguille des minutes. Ce canon est ajusté à frottement doux sur la tige de la troisième roue *e* (fig. 2 et 3), pour permettre la mise à l'heure; il peut se mouvoir indépendamment de la roue *e*.

D, roue (quarante-trois dents) engrenant avec la roue C; elle commande par son pignon de dix ailes la roue E. Les parties pleines de ces roues servent à équilibrer l'aiguille.

E, roue (cent vingt dents) portant sur l'extrémité de son axe l'aiguille des heures.

F, pont dans lequel pivotte l'un des axes de la roue D.

G, roue, taillée en étoile, fixée sur l'arbre de la roue d'échappement. Cette roue G, lorsqu'elle se meut dans le sens des flèches, relève ou laisse s'abaisser le ressort H de déclanchement du rouage de l'interrupteur électrique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

H, ressort de déclanchement terminé par un cylindre en saphir qui s'engage dans les dents de la roue G. L'extrémité de ce cylindre est entaillée par la moitié, ainsi qu'il est représenté par les fig. 4, 5 et 7. Sur cette partie entaillée s'appuient les chevilles en or de l'ailette I.

I, ailette en acier fixée sur le dernier mobile du rouage de l'interrupteur électrique. C'est sur les chevilles en or placées à inégale distance de son centre, et qui s'appuient soit en haut, soit en bas de la partie entaillée du saphir, que le rouage de l'interrupteur s'arrête à chaque seconde.

J, roue interruptrice (vingt-cinq dents) montée sur l'arbre de la roue *n;* elle tient soulevés, sur l'extrémité de ses dents sur lesquelles repose un saphir, les ressorts K L de l'interrupteur.

K, ressort en acier dans lequel le saphir est fixé; un contact à surface plate en platine est rivé vers le haut. Lorsque la roue J tourne dans le sens de la flèche, il quitte en s'abaissant le resssort L et vient se reposer sur une cheville en saphir tenue dans la barette M.

L, ressort en acier dont le bout se termine par une pointe en platine; il est monté sur la barrette N. Lorsque le ressort K le quitte, il vient se reposer sur le bout garni de saphir de la vis O.

M N, barrettes montées sur une plaque de cristal de roche pour isoler les ressorts de contact.

O, vis placée sur la barrette N. Elle porte au bout un saphir.

P, plaque en cristal de roche retenue sur la platine A par un ressort Q.

R S, conducteurs métalliques attachés par des vis sur les barettes M N. Ils sont en communication avec les bornes extérieures E E′ de la boîte en acajou.

T U V, ponts dans lesquels sont montés des trous en saphir qui reçoivent les axes de la roue d'échappement, de l'ailette et de la roue interruptrice.

X X X, vis qui fixent les piliers de la petite platine, sur la platine A.

Fig. 2. *a,* platine postérieure fixée par des vis aux piliers B; la partie du haut est échancrée pour laisser passer l'échappement monté sur la suspension.

Rouage de l'horloge.— *b,* cylindre moteur à fusée auxiliaire. Un filetage de 10 pas est pratiqué sur son tambour pour recevoir la corde H. La roue d'engrenage porte 144 dents, et celle qui reçoit le cliquet *c,* 170 dents.

c, cliquet sur le bec duquel buttent les dents de la roue auxiliaire lorsqu'on remonte le poids moteur.

d, 1ᵉ roue, 124 dents, montée sur un pignon de 16 ailes.

e, 2ᵉ — 112 — 14 —

f, 3ᵉ — 105 — 14 —

g, roue d'échappement, 30 dents — 14 —

L'axe de la 2ᵉ roue se prolonge en dehors de la platine A. Le canon de la roue qui porte l'aiguille des minutes est chaussé sur cet axe.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La roue de déclanchement G porte 30 dents.

Rouage de l'interrupteur. — *h*, cylindre moteur à fusée auxiliaire ; mêmes organes que pour celle du rouage de l'horloge, 132 dents pour sa roue d'engrenage.

i, ressort auxiliaire, actionnant le rouage pendant qu'on remonte le poids moteur.

j, cliquet dont les fonctions sont les mêmes que pour celui indiqué par *c*.

k, 1e roue, 132 dents, montée sur un pignon de 14 ailes.

l, 2e — 126 — 12 —

m, 3e — 126 — 12 —

n, 4e — 125 — 12 —

Pour le dernier mobile, le pignon est de 10 ailes.

Sur son arbre est fixée l'ailette I, un volant *p* est maintenu sur ce même arbre par un ressort *q*.

p, volant réglant la vitesse du rouage. Il continue à se mouvoir lorsque le rouage se trouve brusquement arrêté par l'ailette sur le saphir fixé dans le ressort H ; ce mouvement rend impossible le retour en arrière de l'ailette.

r, petite platine reliée à la platine A par les piliers S. Des trous en saphir, montés sur cette platine, reçoivent les axes des roues *m n* ainsi que celui de l'ailette I.

Ces rouages sont calculés pour assurer à la pendule une marche de 33 jours pour une chute de poids moufflés de 0,75.

Fig. 8 et 9. Vues en élévation de face et de côté du relais distributeur. La fig. 9 donne une coupe du socle.

Fig. 10. Vue en plan.

Fig. 11, 12 et 13. Détails de différentes pièces.

Fig. 14. Pile.

A, socle en cuivre sur lequel se monte l'ensemble de cet instrument.

B, cylindre en verre encastré à sa base dans une bague en cuivre et enveloppant le tout.

C, bobines de l'électro-aimant de chacune 10 ohms de résistance, montées sur le socle et reliées par des conducteurs aux bornes extérieures Z Z′ isolées du socle.

D D′, fers intérieurs montés sur la culasse F.

E E, appendices polaires.

F, culasse reposant sur un excentrique (fig. 13) ; elle porte vers son centre une entaille pour loger cet excentrique.

G, excentrique en bronze d'aluminium monté sur un arbre H ; il sert, en relevant ou en laissant s'abaisser la culasse, et par conséquent les fers intérieurs D D′ ainsi que les appendices polaires, à régler la force attractive de ceux-ci sur l'armature L.

H, arbre en bronze d'aluminium ; il porte l'excentrique et un cadran I auquel une vis J sert d'index.

I, cadran monté sur l'arbre H ; il se meut par le bouton K et sert à mesurer la force attractive de l'électro-aimant sur l'armature L.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L, armature montée sur le ressort M.

M, ressort antagoniste à l'électro-aimant ; il porte un autre ressort N plus faible que lui.

N, ressort à contact de platine. Lorsque le ressort M se relève, il arme celui-ci qui, en se raccourcissant, exerce une friction sur le bout de la vis O.

O, vis à pointe de platine reliée métalliquement à la colonne P.

P, colonne isolée du socle et reliée par un conducteur à la borne extérieure Y, une entaille est ménagée à sa partie supérieure pour laisser passer les ressorts M N. Une cheville Q, fixée sur N, passant librement dans M, limite le jeu de l'armature en buttant en haut de cette entaille.

R, colonne en cuivre qui supporte le ressort M ; elle met en communication électrique le contact du ressort N avec le socle sur lequel la borne y' est fixée métalliquement.

S, vis d'attache de l'armature L sur le ressort M ; elle se termine par un petit cylindre de pierre T qui repose sur une plaquette de bronze d'aluminium U montée sur les bobines. Cette disposition rend impossible l'adhérence de ces deux surfaces.

V V′, bobines de 1 000 ohms de résistance. Elles forment un second circuit. Le courant qui les traverse ainsi que celui qui passe par l'interrupteur et par l'électro-aimant partent des mêmes pôles de la pile (fig. 14). Ces bobines sont reliées par des conducteurs placés à l'intérieur du socle A aux bornes extérieures X X′ isolées du socle.

Les vis dont les têtes sont en vue dans la coupe du socle servent à monter les bornes extérieures et portent les mêmes lettres qu'elles.

Toutes les secondes, le rouage de l'interrupteur est déclanché par celui de l'horloge. La roue J se met en mouvement, le ressort K descend au fond d'une des dents de cette roue.

En ce moment le courant qui passe par l'électro-aimant est coupé pendant 1/10 de seconde ; ce courant se rend alors dans les bobines de résistance V V′.

L'électro-aimant n'étant plus actionné par suite de la rupture du circuit, cesse de retenir l'armature L. Celle-ci se relève en entraînant le ressort N dont le bout en platine vient rencontrer l'extrémité de la vis O (fig. 11).

Pendant ce temps, c'est-à-dire 1/10 de seconde, le circuit des pendules synchronisés se trouve fermé.

C'est à l'aide du condensateur et de ces courants dérivés dans l'électro-aimant et dans les bobines de résistance qu'on évite l'étincelle sur les contacts de l'interrupteur ; on les préserve ainsi d'une destruction très rapide.

Planche 160.

Fig. 1 et 2. Vues de face et de côté du support.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 3 et 4. Vues de face et de côté de la suspension.

Fig. 5. Vue de dessous de la partie inférieure de la suspension.

A, support en fonte de fer sur lequel se monte tout le mécanisme; il repose par son centre sur le crochet B.

B, crochet en fer forgé scellé dans la pierre d'appui.

C, trous taraudés des vis J (pl. 158); ces vis calent le support sur le nez du crochet B; l'une d'elles se termine par une pointe qui s'engage dans un trou pratiqué dans l'un des goujons de butée scellés dans la pierre; elles servent aussi à dégauchir le support à l'aide d'un niveau à bulle d'air placé sur les portants D de la suspension.

D, portants de la suspension; elle s'y arrête par deux vis et deux pieds placés en diagonale.

E, portants surmontés de pièces F contre lesquelles butte le mouvement.

F, pièces de butée portant des chevilles qui s'ajustent dans des trous W W′ (pl. 159) pratiqués à la platine *a;* elles assurent au mouvement une fixité complète.

G, gâchette montée sur le support recevant le bout de la tige du verrou H.

H, verrous fixés sur la boîte M (pl. 158) par deux tenons I I′.

J, chaise en bronze de la suspension à lames.

K K′, ressorts de la suspension reliés à la presse L, qui supporte le balancier par la cheville M.

Les lames sont pincées dans la chaise aussi bien que dans la presse L, à l'aide du dispositif suivant :

N, plaques d'acier trempé sur lesquelles s'appliquent les lames.

O, segments en acier trempé pinçant parallèlement les lames sur les plaques N; ils sont mobiles en tous sens sur les chevilles P qui traversent les lames.

Q, presses comprimant cet ensemble de pièces par les vis R.

S, platine en acier de l'échappement, montée sur le bout de la presse L par deux vis et deux pieds fixés dans la partie faisant corps avec L.

T, ressorts d'échappement garnis de saphir, montés comme l'indique la figure sur la platine S; leur centre de flexion coïncide avec celui des lames K K′ en un point U.

Des chevilles en or montées sous les levées règlent l'ouverture de l'ancre; elles reposent sur des saphirs chaussés dans la platine S, à la base des ouvertures V V′.

Les chevilles en or reposent sur des saphirs pour éviter l'adhérence des surfaces en contact.

L'échappement (fig. 3) est celui de Reed qui marche sans huile et avec lequel les amplitudes du pendule restent les mêmes, quelle que soit la force employée pour l'actionner.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS.

RAPPORT *fait par* M. DAVANNE, *au nom du comité des constructions et beaux-arts, sur le procédé présenté sous le nom de* PHOTOCALQUE, *par* M. CHEYSSON, *directeur des cartes et plans au ministère des Travaux publics.*

Messieurs, dans la séance du 9 mai dernier, M. Cheysson, ingénieur en chef des ponts et chaussées, vous a présenté sous le nom de Photocalque un mode d'emploi des réactions photographiques qui peut rendre de réels services, non seulement dans les grandes administrations, mais encore dans toutes les circonstances où l'on a recours à la photographie pour suivre des travaux quelconques.

Il arrive souvent, en effet, que des modifications aux cartes ou plans déjà existants doivent être soumises, soit à l'ingénieur, soit aux Conseils ou Commissions chargés de les apprécier, soit même, pour les questions de grande administration publique, aux Chambres qui doivent en voter l'exécution.

Ces modifications sont presque toujours dessinées sur le plan primitif, et pour faire mieux ressortir le projet proposé, on en force le tracé, souvent même on lui donne une couleur différente. Ordinairement, on a recours à un simple calque exécuté à l'encre de Chine s'il ne faut qu'un ou deux exemplaires; à l'encre autographique et par report, s'il en faut un nombre considérable.

Mais le calque sur papier dioptrique présente quelques difficultés inhérentes à l'interposition d'un papier toujours mobile et d'une transparence insuffisante, entre le sujet à copier et la main du copiste; mieux vaudrait exécuter le tracé nouveau sur le dessin même, c'est justement le but du procédé dit Photocalque.

Déjà pour préserver le plan original de toute atteinte, pour en assurer une reproduction authentique indéniable, pour en modifier à volonté l'échelle, au lieu de le livrer à un dessinateur, on préfère en faire exécuter la reproduction photographique et on conserve alors le cliché, qui est pour l'original comme une matrice toute prête à rendre les services divers qu'on peut lui demander.

Lorsqu'on est en possession de ce cliché, le travail devient tout à fait simple.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Prenons comme exemple, avec M. Cheysson, un grand projet d'utilité publique, tel que celui de canalisation entre le Rhône et Marseille.

L'original premier est la portion correspondante de la carte de l'État-Major. Si on utilise les procédés ordinaires, on commence par faire une réduction de cette partie de la carte, et sur cette réduction, on exécute une série de calques à la main sur papier dioptrique, ensuite les reports, etc. Avec le procédé employé dans l'atelier du ministère des Travaux publics, on photographie d'abord la carte à l'échelle jugée nécessaire, avec le négatif obtenu on tire une épreuve positive, et c'est sur cette épreuve, même sans interposition de calque, que l'on trace les projets à examiner de manière à bien frapper les yeux.

Mais l'épreuve photographique première présente en même temps une foule de détails gênants pour l'examen et nuisibles à la clarté désirable; nulle Commission n'accepterait probablement de travailler sur un pareil document; donc, après s'être servi de la photographie, il faut faire disparaître son excès de fidélité, ce que l'on obtient par l'un des deux procédés suivants, selon que l'on désire soit une seule épreuve, soit un grand nombre d'exemplaires.

1° On n'a besoin que d'une seule épreuve destinée à être jointe au dossier ou à être reproduite par la photographie pour un tirage très restreint.

On commence par faire la reproduction du plan ou de la carte générale par l'un quelconque des procédés en usage, soit aux sels d'argent, soit aux sels de fer; le plus souvent on tire cette épreuve sur papier salé au chlorure d'argent, on évite l'emploi du papier albuminé; l'image est fixée à l'hyposulfite de soude sans virage à l'or. Lorsqu'elle est sèche, on dessine directement sur sa surface les projets nouveaux avec bien plus de facilité, de sûreté et de rapidité que si on se servait de papier calque, pour ce dessin on emploie l'encre de Chine; lorsqu'on a ainsi tracé tout ce qui est utile pour l'intelligence du nouveau projet, il faut faire disparaître les détails qui chargent inutilement l'image, c'est-à-dire qu'on détruit la photographie au moyen d'un réactif sans action sur le dessin; or l'encre de Chine étant sensiblement inaltérable, on n'a que l'embarras du choix.

Le bichlorure de mercure employé à saturation dans l'eau fut un des premiers réactifs proposés : l'image disparaît presque aussitôt, mais il s'est formé du chlorure d'argent et un dépôt équivalent de protochlorure de mercure. Dans ces conditions, l'opération n'est pas complète, car sous l'influence

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la lumière le chlorure d'argent se teintera, l'épreuve effacée pourra reparaître légèrement; mieux vaudrait la détruire tout à fait par un dissolvant du chlorure d'argent, mais les différents fixateurs généralement employés, tels que l'hyposulfite de soude, l'ammoniaque, le cyanure de potassium, réagissent en même temps sur le protochlorure de mercure, qui, sous leur influence, prend une coloration foncée, et au lieu d'anéantir l'image on la fait au contraire reparaître immédiatement.

C'est ainsi du reste que l'on produisait autrefois ces épreuves dites magiques, qui se développaient sur une feuille de papier blanc par la seule immersion dans l'eau, parce qu'on y plongeait en même temps leur enveloppe préalablement imprégnée d'hyposulfite de soude et séchée. Le même effet se manifestait par la seule réaction alcaline de la fumée d'une pipe ou d'un cigare.

Le bichlorure de mercure ne doit donc pas être recommandé, puisque l'épreuve ne peut être fixée, et à l'atelier du ministère des Travaux publics on le remplace par des réactifs mieux appropriés. On emploie le bichlorure de cuivre à la dose de 15 parties pour 100 d'eau; après lavage, l'épreuve est fixée à l'hyposulfite de soude, lavée de nouveau et séchée. Les hypochlorites de soude et de potasse peuvent être également utilisés, et c'est avec raison que notre savant collègue, M. le colonel Goulier, a fait observer que déjà on en faisait usage pour des retouches locales.

Mais la présence du chlorure d'argent nécessite toujours un fixage, si on veut empêcher l'image de reparaître sous l'influence de la lumière.

Cette seconde opération est rendue inutile par l'emploi d'une solution de cyanure de potassium à 3 pour 100; la décoloration et le fixage se produisent alors en même temps, et l'action est immédiate lorsque le cyanure de potassium a été additionné d'une petite quantité d'iode. On prépare ce bain de la manière suivante :

Eau.	100 parties
Cyanure de potassium.	3 —

On prend 10 à 15 parties de cette solution, on y ajoute de l'iode en paillettes à saturation, c'est-à-dire jusqu'à légère coloration; on mélange le tout. Il suffit de passer ce liquide sur l'épreuve pour faire disparaître immédiatement toute l'image photographique, sans altérer le dessin ajouté. On termine par un lavage rapide et un séchage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les épreuves aux sels d'argent ne sont pas les seules qui se prêtent à ce genre de transformation, il peut aussi bien s'appliquer aux images obtenues avec les sels de fer.

On connaît les services que rendent dans les administrations les préparations dites papiers Marion ou papiers au ferro-prussiate, ou papiers Pellet, cyanofer, gommo-ferriques et autres; on a ainsi des épreuves soit à traits blancs sur fond bleu, soit à traits bleus sur fond blanc, suivant que l'on emploie un négatif ou un positif et selon le mode de préparation du papier. L'image obtenue est formée par du bleu de Prusse ou ses analogues, il suffit de la passer dans un léger bain de potasse ou de carbonate de potasse, ou d'acide oxalique, ou d'oxalate acide de potasse pour la faire disparaître, tandis que le dessin à l'encre de Chine reste intact.

L'idée d'appliquer les principes du Photocalque à ces épreuves aux sels de fer, découlait si naturellement de la communication première de M. Cheysson, qu'elle s'est produite et réalisée en même temps par des moyens absolument semblables, dans deux ateliers différents et peut-être dans un plus grand nombre.

Pendant qu'au laboratoire du ministère des Travaux publics M. Perronne suivait ces essais et me faisait part, dans une lettre du 25 juin, des résultats obtenus avec la potasse ou avec l'acide oxalique, la Société de photographie recevait, le 29 du même mois, une lettre envoyée de Nancy par M. Fourier, chef des travaux photographiques du service des ponts et chaussées, par laquelle cet habile opérateur, auquel on doit déjà d'importantes applications de la photographie dans son service, indiquait qu'il avait fait des essais absolument semblables dus à sa seule initiative, car il ne pouvait avoir eu connaissance de ceux faits à Paris; il annonçait, en effet, qu'il avait appliqué aux épreuves bleues le principe du Photocalque communiqué par M. Cheysson et qu'il avait parfaitement réussi avec la potasse et l'acide oxalique. Cette coïncidence n'a rien qui puisse nous surprendre, puisqu'elle est la conséquence de réactions chimiques parfaitement connues.

L'usage des papiers aux sels de fer s'étant très généralisé, cette seconde réaction sera encore plus fréquemment utilisée que la première; elle réussit très bien avec les papiers donnant les traits blancs sur fond bleu dont l'emploi est le plus commode.

2° On suppose que les besoins du service demandent le tirage d'un nombre d'exemplaires plus ou moins considérable; dans ce cas, le plus simple est de procéder par voie de transport autographique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On commence par tirer une épreuve photographique par un des procédés connus, soit aux sels d'argent, soit aux sels de fer.

Sur cette image, on pourrait dessiner immédiatement les modifications avec l'encre autographique pour procéder au report, si le papier se prêtait à cette opération, mais pour réussir, il faut lui donner un encollage spécial avant d'y tracer le dessin à reporter.

Sur l'épreuve photographique on applique avec un blaireau une première couche de colle composée de :

	gr.
Eau.	500
Amidon.	20

Après cuisson de l'amidon, on y ajoute une solution de gomme arabique formée de :

	gr.
Gomme arabique.	30
Eau.	250
Sucre ordinaire.	25

Lorsque cette première couche est bien sèche, on la recouvre d'une seconde couche de gélatine (gélatine 40 gr., eau 500 gr.) en promenant rapidement la feuille de papier sur cette colle versée à chaud dans une cuvette.

On laisse bien sécher la feuille et on la fait satiner. Elle est devenue ainsi un excellent papier autographique sur lequel le dessinateur peut travailler à l'encre ou au crayon autographique, en se laissant guider par l'image de fond.

Lorsque le dessin est terminé, on le décalque à la presse sur pierre ou sur zinc; il est inutile de faire disparaître préalablement l'image photographique, car les traits tracés par le dessinateur se reproduisent seuls, le fond de l'épreuve reste inerte. On a ainsi, comme dans le premier cas, un dessin qui retient tous les éléments utiles empruntés à la carte de fond et qui a élagué tous les autres, et ce dessin étant reporté sur zinc, on peut en tirer autant d'exemplaires qu'il est nécessaire.

Si le décalque a été fait avec soin, le papier n'est nullement altéré, il peut supporter de nouvelles opérations d'encollage et de dessin. Ce procédé se prête donc très facilement à l'exécution de dessins en plusieurs couleurs et à leur impression avec un excellent repérage, puisque c'est la même épreuve qui sert de support aux dessins et aux décalques successifs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le procédé qui vous a été présenté par M. Cheysson et qui est appliqué sous sa direction au ministère des Travaux publics par M. Perronne, chef des ateliers photographiques, et par M. Ginestet, opérateur, est susceptible de nombreuses applications, même en dehors des services administratifs et, déjà à notre connaissance, il est utilisé dans un des grands ateliers lithographiques de Paris.

Le comité des constructions et beaux-arts vous propose de remercier M. Cheysson de sa libérale communication, faite sans aucune réserve, et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin*.

Signé : DAVANNE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 11 *juillet* 1884.

COMITÉ DE COMMERCE.

RAPPORT *fait par* M. G. ROY, *au nom du comité de commerce, sur une* PROPOSITION DE LOI RELATIVE AUX FRAUDES TENDANT A FAIRE PASSER POUR FRANÇAIS DES PRODUITS FABRIQUÉS A L'ÉTRANGER OU EN PROVENANT.

M. le Ministre du commerce, par sa lettre du 15 avril dernier, transmet à M. le Président de la Société d'encouragement un projet de loi rédigé dans le but d'obvier aux fraudes tendant à faire passer pour français des produits fabriqués à l'étranger ou en provenant; il demande l'avis de la Société d'encouragement sur chacun des articles du projet de loi.

Votre comité de commerce a examiné la question qui vous est soumise par M. le Ministre du commerce; avant d'aborder l'étude du projet de loi, il croit devoir vous rendre compte des causes qui l'ont motivé.

La matière dont il s'agit est actuellement régie par la loi du 28 juillet 1824 et par la loi du 25 juin 1857; toutes deux ont pour but la répression des faits frauduleux dont il s'agit ici, mais le commerce a constaté dans certains cas leur impuissance; la jurisprudence, variable selon les cas divers qui se sont présentés, n'oppose plus une règle positive aux envahissements d'une concurrence illicite. On en donne les exemples suivants :

En 1879, on introduisait en France des draps fabriqués à Aix-la-Chapelle, marqués drap de France, drap de l'Exposition (l'Exposition venait d'avoir lieu à Paris), draps de Sedan; à la requête de plusieurs fabricants de Sedan on

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

obtint une condamnation contre les importateurs de ces draps en invoquant les dispositions de la loi de 1824.

Un arrêt de la Cour de cassation, en date du 23 février 1884, confirme un arrêt de la Cour de Chambéry, qui condamne un importateur de boutons de provenance italienne, marqués Mode parisienne ou Nouveauté de Paris; cet arrêt vise, à la fois, les lois de 1824 et 1857.

Mais en d'autres circonstances de pareils faits ont échappé à la répression de la loi.

Les objets divers qui se fabriquent à Paris ou dans ses environs et qui se vendent à l'étranger, sous le nom d'articles de Paris, ont acquis par leur perfection une réputation qui en favorise la vente à l'exportation; la concurrence est devenue pressante sur ces articles, surtout de la part de l'Allemagne qui ne se contente pas d'imiter nos produits, les copiant dès qu'ils apparaissent dans la consommation, mais encore elle a voulu leur donner la marque du mot Paris qui est à l'étranger le signe et comme le synonyme de la nouveauté et de l'élégance.

L'administration des douanes, sous les yeux de laquelle se passent ces faits illicites, n'a pas qualité pour en demander la répression; le ministère public, qui considère souvent ces faits comme des délits privés, se refuse à poursuivre; les parties lésées hésitent devant les ennuis et l'incertitude d'un procès: le préjudice éprouvé par chacune d'elles est peu considérable, mais la réunion et l'accumulation de ces dommages privés constituent un dommage public important.

La Chambre de commerce de Paris, gardienne des intérêts du commerce, a pris en mains cette cause de la collectivité parisienne et, se fondant sur ce fait que la marque et le nom de Paris appartiennent à l'ensemble des industries qu'elle a mission de défendre, a fait connaître, par la voie des journaux, qu'elle se porterait partie civile contre quiconque importerait en France des objets fabriqués à l'étranger et sur lesquels serait inscrit le mot Paris. On ne tint pas suffisamment compte de cet avertissement, et la Chambre de commerce, que j'avais alors l'honneur de présider, fit saisir à la douane des boutons de fabrique allemande, encartés sur des cartons portant l'adresse des maisons de Paris qui les avaient commandés en Allemagne, et se porta partie civile à la suite de procès-verbaux dressés par l'administration des douanes.

Le Tribunal a déclaré que l'intervention de la Chambre de commerce était non recevable, attendu qu'elle est sans qualité pour défendre en justice les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

intérêts commerciaux des commerçants de son ressort; le Tribunal, statuant seulement sur la demande des industriels qui s'étaient joints à elle pour se porter conjointement partie civile, a condamné les prévenus. Appel a été interjeté par eux, et les manufacturiers lésés, ne trouvant plus la cohésion que leur donnait l'appui de la Chambre de commerce, ont renoncé à plaider en appel.

La Chambre de commerce, par sa lettre du 9 août 1882, a appelé l'attention du Ministre du commerce sur ce fait, que la loi de 1857 n'apporte pas d'obstacles suffisants à des usurpations très dommageables à la fabrication française ; elle demande qu'elle soit modifiée dans le sens de la loi anglaise du 27 juin 1872, qui est ainsi conçue :

« Seront compris parmi les marchandises absolument prohibées à l'impor-
« tation intérieure ou en transit tous les objets de fabrication étrangère ou tous
« les colis de tels articles portant, soit un nom, un signe ou une marque qui
« indique ou fasse supposer que ces articles ont été fabriqués en un lieu quel-
« conque du Royaume-Uni. Tout nom, signe ou marque indiquant ou faisant
« supposer que chacun de ces articles a été fabriqué dans une ville ou dans un
« lieu ayant le même nom qu'une localité du Royaume-Uni, à moins qu'ils ne
« soient accompagnés du nom du pays dans lequel est situé ledit lieu, sera
« considéré comme inscrit pour indiquer ou faire supposer que ces articles
« ont été fabriqués dans une localité du Royaume-Uni. »

En réclamant une loi analogue, la Chambre de commerce ne se montrait pas moins libérale que l'Angleterre, mais aussi soucieuse qu'elle des intérêts nationaux.

Que les produits étrangers puissent entrer en France, que, dans les conditions fixées par les lois de douane, ils viennent faire concurrence aux produits nationaux, rien de mieux ; mais ce que nous ne saurions admettre, c'est que la France soit l'éditeur responsable de leur fabrication.

Le projet de loi au sujet duquel M. le Ministre du commerce consulte la Société d'encouragement pour l'industrie nationale est de ceux qui nous intéressent tout spécialement, et nous devons remercier M. le Ministre d'avoir compris que si notre mission est d'encourager l'industrie nationale, elle est aussi de veiller à ce que, par des manœuvres illicites, on ne puisse la décourager.

Le paragraphe 1[er] du projet de loi est calqué sur la loi anglaise dont nous vous avons cité les dispositions essentielles, votre comité de commerce vous propose de l'appuyer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'article 2 fixe le sort des produits saisis et s'exprime ainsi :

« En cas de condamnation, la confiscation de ces produits sera prononcée par le tribunal.

« En cas d'acquittement, la confiscation sera facultative.

« S'il y a partie civile en cause, les objets confisqués lui seront remis, sans préjudice de plus amples dommages-intérêts, s'il y a lieu. »

Votre comité de commerce vous propose de demander à M. le Ministre que la phrase suivante soit ajoutée à ce paragraphe du projet de loi :

« Dans tous les cas, la marque reconnue illicite sera supprimée sur les objets confisqués. »

En effet, on ne saurait tolérer que cette marque, reconnue dommageable à nos industries, soit mise en circulation dans le commerce par l'Etat si la confiscation a lieu à son profit, ou par la partie civile qui ne saurait profiter d'un fait dont elle se plaint ; c'est une question de moralité.

L'artice 3 donne le droit de saisir à tous ceux qui se prétendront lésés par les délits prévus par la présente loi : nous n'avons aucune observation à faire ; il est évident qu'une action reconventionnelle pourra être intentée près des tribunaux si la saisie a été faite à tort.

L'article 4 s'exprime ainsi : « La saisie des produits visés par la présente loi, ainsi que ceux tombant sous l'application de la loi du 28 juillet 1824 par suite de la supposition de noms de localité, pourra être opérée à la diligence des Chambres de commerce, agissant dans l'intérêt des commerçants et des industriels de leur ressort. L'action pourra être intentée à leur requête. »

Cet article donne aux Chambres de commerce, gardiennes des intérêts du commerce, le moyen de les défendre, droit qui ne ressortait pas clairement de leur constitution. Nous vous avons donné les raisons qui ont engagé les auteurs du projet de loi à y insérer cette disposition. Votre comité de commerce vous propose de l'approuver et de répondre à M. le Ministre du commerce que la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, après avoir examiné le projet de loi sur lequel il la consulte, l'approuve en tous points et demande seulement l'adjonction relatée plus haut à l'article 2, afin de fixer le sort des marchandises confisquées.

Signé : G. Roy, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 27 *juin* 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE.

RAPPORT *présenté par* M. LAVALARD, *au nom du comité d'agriculture, sur le Mémoire de* M. ORRY *relatif à l'*ALIMENTATION DES BÊTES A CORNES.

Le travail de M. Albert Orry est relatif à l'alimentation des animaux de l'espèce bovine par les résidus de distillerie et les pulpes de sucrerie. Les observations ont été faites dans le domaine de Salzmünde, qui constitue l'exploitation agricole la plus considérable de l'Allemagne et dans lequel M. Orry a passé plusieurs mois.

Après avoir donné l'analyse chimique des divers déchets employés pour l'alimentation, M. Orry fait connaître les résultats obtenus et les améliorations qu'il conviendrait d'introduire dans cette pratique, il montre quelle est au point de vue économique l'importance de l'utilisation de ces sous-produits industriels.

Abordant l'étude de l'emploi comme aliment des résidus de distillation des mélasses, M. Orry fait voir quel est le parti qu'on peut en tirer, et s'étend en même temps sur les inconvénients inhérents à cette pratique et sur les moyens d'y parer. L'abondance des sels minéraux dans les résidus de mélasses est un inconvénient assez grave qui entraîne pour les animaux un dérangement des organes digestifs. C'est surtout la transformation préalable du sucre cristallisable en sucre incristallisable par l'action de l'acide sulfurique — transformation qui a pour but de faciliter la fermentation — qui donne naissance à des sulfates, sels éminemment laxatifs. En remplaçant cet acide par l'acide chlorhydrique, on donne naissance à des chlorures dont l'action sur le tube digestif est bien moins funeste.

Nous venons de vous signaler la partie la mieux traitée, à notre avis, de cet important travail, celle qui renferme quelques données originales et qui pourraient être utilisées par les agriculteurs qui ont annexé à leurs exploitations agricoles des sucreries et des distilleries. Nous n'ignorons pas que dans le nord de la France, les déchets de ces industries sont déjà employés à l'engraissement du bétail, mais pas dans des proportions aussi considérables qu'à Salzmünde.

La description de l'exploitation de ce domaine laisse peut-être un peu à désirer pour ce qui concerne l'énumération des animaux, la composition de leurs rations, les poids constatés après chaque régime, etc., parce qu'elle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nous fournirait alors certains renseignements qui nous manquent. Mais en somme le travail de M. Albert Orry contient un ensemble d'observations pleines d'intérêt, faites en grande culture, auxquelles sont jointes des données scientifiques.

Je propose au comité d'adresser à M. Albert Orry une lettre de remerciements, et de le prier de compléter sa communication afin de permettre de la faire insérer au *Bulletin*. Les agriculteurs y trouveront des renseignements précieux pour l'utilisation des déchets d'industrie.

Signé : LAVALARD, *rapporteur*.

NÉCROLOGIE.

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. FRÉMY, MEMBRE DE L'ACADÉMIE, AUX OBSÈQUES DE M. P. THENARD (1).

MESSIEURS,

Je viens adresser les derniers adieux au savant éminent et à l'homme de bien qui était un de mes meilleurs et de mes plus anciens amis.

Ce n'est pas devant cette tombe et dans ce triste moment que j'essayerai de faire une analyse complète des travaux que Paul Thenard a publiés; je veux seulement vous rappeler quelques-unes de ses découvertes qui sont de véritables actions d'éclat et qui, dans sa carrière scientifique, lui ont donné la place qu'il a si noblement occupée.

Paul Thenard a reçu, encore jeune, le plus grand honneur qu'un savant puisse ambitionner : l'Académie des sciences l'a placé dans la Section d'économie rurale; mais elle aurait pu aussi, en toute justice, le faire entrer dans la Section de chimie, car ses découvertes chimiques sont réellement de premier ordre : ses travaux portent l'empreinte d'une originalité véritable; il aimait à traiter les questions les plus délicates, et il arrivait à les résoudre avec une sûreté de jugement et une ténacité remarquables.

Les chimistes se rappellent l'impression qui s'est produite dans le monde

---

(1) Les funérailles de M. le baron Thenard, décédé au château de Talmay, le 8 août, ont eu lieu le mercredi 13 août, à la Ferté, près Châlons-sur-Saône.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

savant, lorsqu'on vit un jeune homme, portant un nom illustre et vénéré, publier, sur les combinaisons du phosphore avec l'hydrogène, un travail digne d'un maître : toutes les difficultés que présentent les recherches chimiques se trouvaient réunies dans ce Mémoire ; Paul Thenard les avait toutes surmontées : les corps qu'il avait isolés brûlaient spontanément à l'air, et leur préparation était dangereuse ; leurs propriétés ont été cependant étudiées de la façon la plus complète par le courageux et habile expérimentateur.

Ce brillant début fut suivi bientôt de publications nombreuses sur la chimie minérale et sur la chimie organique.

La découverte due à Paul Thenard, que les chimistes placeront toujours en première ligne, porte sur les corps organiques phosphorés.

Il a démontré, dans ces belles recherches, que le phosphore peut jouer le même rôle que l'azote.

On comprend toute l'influence que ce travail a dû exercer sur les progrès de la science ; il donnait, en effet, une démonstration nouvelle des analogies qui rapprochent le phosphore de l'azote ; il introduisait dans la chimie toute une série de corps phosphorés que les chimistes ne connaissaient pas et qu'on peut comparer aux substances ammoniacales : il a donc ouvert une voie féconde qui a été suivie ensuite par un grand nombre de chimistes.

Le savant, auquel on devait des travaux de cette portée, était en position de rendre de bien grands services à l'agriculture lorsqu'il appliquerait la sagacité du chimiste et son talent d'expérimentateur à la solution des questions d'économie rurale qui se rapportent à la chimie.

Aussi, dans ses recherches de chimie agricole, Paul Thenard est-il arrivé à des résultats qui intéressent au plus haut degré la science pure et les applications agricoles.

Soumettant à l'analyse chimique l'étude des réactions complexes qui se produisent dans le sol arable, il a établi le rôle si important de l'oxyde de fer ; ce corps, en se réduisant dans la terre et en s'oxydant ensuite au contact de l'air, concourt à l'utilisation des engrais.

On lui doit aussi de précieux travaux sur les agents qui, dans le sol, déterminent la désagrégation des roches et facilitent l'introduction des substances minérales dans le tissu des végétaux.

Le talent persévérant de Paul Thenard s'est montré de la manière la plus remarquable dans cette série de belles recherches qu'il a publiées sur les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

produits bruns et noirs qui se forment dans le fumier par la décomposition des végétaux en présence de l'ammoniaque.

Dans cette question aride, qui a fait reculer les chimistes les plus habiles, il a donné la composition et le mode de production de tous ces corps noirs qui emmagasinent provisoirement l'azote pour le rendre ensuite à la végétation au moment utile.

Parmi les titres scientifiques si nombreux de Paul Thenard, il en est un qui doit appeler sur lui la reconnaissance du pays : je veux parler ici de ses travaux sur le phylloxera.

Il a proposé, le premier, l'emploi du sulfure de carbone pour combattre le phylloxera.

Si le sulfure de carbone, libre ou combiné, peut conjurer le fléau qui, en ce moment, ruine plusieurs de nos provinces, c'est à Paul Thenard que la France devra la conservation d'une de ses plus grandes richesses.

Paul Thenard a eu, dans sa vie, la satisfaction de voir son fils suivre avec une grande distinction la carrière des sciences : les travaux physico-chimiques d'Arnould Thenard, et particulièrement ceux qu'il a publiés sur l'ozone et sur les effluves électriques, sont hautement appréciés par tous les savants.

Dans une collaboration touchante, les deux Thenard se sont réunis pour produire synthétiquement, au moyen de l'effluve électrique, des corps organiques artificiels.

Le résultat cherché a été obtenu : en soumettant à l'influence de l'effluve un mélange d'oxyde de carbone, d'acide carbonique et de vapeur d'eau, les deux habiles expérimentateurs ont obtenu des substances qui présentent les plus grands rapports avec les corps organiques; une pareille découverte offre une importance que tout le monde comprendra, et je suis persuadé qu'Arnould Thenard sera heureux de compléter ce beau travail qu'il avait commencé avec son vénéré père.

Je viens, dans des paroles bien insuffisantes, de faire ressortir quelques-uns des mérites du savant éminent que nous perdons. Permettez à son vieux camarade, qui l'a connu dès son enfance, de rappeler ici les qualités de cœur de son ami.

Paul Thenard était l'homme de bien par excellence : il avait une générosité à toute épreuve et une bonté qui ne s'est jamais démentie.

Si une infortune lui était signalée, il la soulageait immédiatement; son

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

laboratoire était ouvert aux jeunes savants, il les aidait dans leurs travaux et les soutenait ensuite dans leur carrière; il a donc doublement servi la science par les découvertes qu'il a faites et par celles qu'il a provoquées.

Paul Thenard a donné, dans sa vie, des preuves nombreuses de l'amour qu'il portait à notre chère France.

Personne n'a oublié la conduite courageuse de notre pauvre ami pendant la triste guerre de 1870. Entièrement dévoué à son pays, il ne pouvait supporter le joug de l'étranger; il a lutté de toutes ses forces contre l'ennemi, aussi a-t-il été emmené en Allemagne comme otage avec M^me^ Thenard, qui, dans son courage et son affection, ne voulait à aucun prix abandonner son mari.

C'est là que Paul Thenard a pris le germe de la cruelle maladie qui, aujourd'hui, l'enlève avant l'âge; les malheurs de la patrie avaient frappé le patriote au cœur.

La perte de notre bien-aimé confrère n'est pas seulement un deuil pour le monde savant; elle causera une douleur profonde à tous ceux qui l'ont connu et qui l'ont aimé.

Notre pauvre ami a éprouvé de longues et de grandes souffrances; il les a supportées avec courage, et souvent même il les cachait pour ne pas affliger sa courageuse compagne qui partageait toujours ses joies et ses peines, son fils qui soutient si dignement le beau nom qu'il porte et sa belle-fille qui lui prodiguait les soins les plus dévoués. Tous trois, par leur tendresse, lui ont fait oublier souvent ses cruelles douleurs.

Adieu, mon cher Paul; ta vie, trop courte, a été noblement remplie : ta mémoire ne s'effacera jamais de nos cœurs.

Adieu, mon vieil ami... adieu!

LE BARON PAUL THENARD, SA VIE ET SES TRAVAUX, PAR M. A. ROMMIER.

Le baron Edmond-Paul-Arnould Thenard, qui vient de mourir subitement, est le fils du baron Louis-Jacques Thenard, membre de l'Institut, grand-maître de l'Université, pair de France, professeur au collège de France, l'auteur des découvertes de l'eau oxygénée, du potassium, du bleu cobalt, et d'une foule d'autres corps nouveaux qui ont illustré la chimie française au commencement de ce siècle.

Le baron Paul Thenard était âgé de soixante-cinq ans. Il avait été nommé, en 1864, membre de l'Institut dans la section d'agriculture; il était membre de la Société nationale d'agriculture, de la Société d'encouragement, et avait participé à la fondation de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la Société des agriculteurs de France. Élève de Pelouze et de Dumas, il avait appliqué ses premières années aux recherches purement chimiques; mais bientôt, et jusque dans ses dernières années, il s'était attaché en quelque sorte exclusivement à résoudre les problèmes si difficiles de la chimie agricole. Possesseur d'une grande fortune, il a pu joindre constamment la théorie à la pratique, arrivant ainsi à une série de découvertes qui ont eu dans le monde agricole les plus grands retentissements.

Celui qui écrit ces lignes est un ancien préparateur de Louis-Jacques Thenard, qui a collaboré à ses derniers travaux, qui a assisté à toutes les découvertes de son fils et qui, tout ému de cette mort inattendue, vient à la hâte, à grands traits et en quelque sorte de mémoire, retracer cette vie si bien remplie et résumer ses principales découvertes.

Parmi les nombreux travaux scientifiques du baron P. Thenard, nous citerons :

La découverte du phosphure d'hydrogène liquide, spontanément inflammable à l'air, suivie, quelques années après, de celle des combinaisons de ce corps si curieux avec les divers alcools. Il forma ainsi de véritables alcalis organiques dans lesquels le phosphore occupe la place de l'azote. Cette découverte si importante, et qui eut un grand retentissement dans le monde savant, précéda de plus d'une année celle des ammoniaques organiques faite par Wurtz, qui valut à ce dernier chimiste une si grande et si juste célébrité.

Le baron Thenard, après avoir collaboré aux dernières recherches de son père sur les actions de présence et à l'analyse de l'arsenic dans les eaux minérales du Mont-Dore et de la Bourboule, s'est, à partir de 1857, presque uniquement consacré aux travaux de chimie agricole. Sa découverte la plus importante, dans cet ordre d'idées, est celle de l'acide fumique qui se produit généralement pendant la fermentation des fumiers, par la réaction de l'ammoniaque des urines sur la partie ligneuse de la paille. L'acide fumique est un des principaux éléments de la fécondité des engrais; c'est lui qui détermine la fixation de l'azote dans les fumiers et qui, en se formant, l'empêche de se perdre dans l'atmosphère ou dans les profondeurs de la terre. Le baron Thenard a retrouvé cet acide en abondance dans la terre arable et dans toutes les roches d'origine aqueuse, mais il ne l'a jamais rencontré dans celles qui ont une origine ignée. Enfin, il ne s'est pas contenté de le retirer des matières qui le contiennent, il l'a encore reproduit artificiellement, ainsi que toute une série de composés analogues, en traitant les sucres par l'ammoniaque. La découverte de l'acide fumique, l'étude de ses propriétés, celle de ses sels alcalins solubles et de son sel calcaire insoluble, le conduisirent à formuler la loi qui préside à la fécondité de la terre; il remarqua que, dans le sol, il faut qu'il y ait à la fois :

1° Des agents assimilables : — entre autres les matières fumiques.

2° Des agents conservateurs des éléments assimilables : — la chaux et ses différents sels, carbonates et phosphates de chaux, marnes, etc., avec lesquels les composés fumiques donnent des combinaisons insolubles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° Les agents assimilateurs, — parmi lesquels il comprend les alcalis, les sels alcalins et les oxydes de fer et de manganèse. Les premiers rendent les fumates solubles et absorbables par les plantes, tandis que les oxydes de fer et de manganèse, en se réduisant et en s'oxydant alternativement dans le sol et dans le sous-sol, sous l'influence de l'humidité, de la lumière et de la chaleur, modifient la composition des matières fumiques et les rendent plus ou moins directement assimilables par les végétaux.

Les agents assimilables sont peu nombreux, dit encore le baron Thenard, « mais les agents conservateurs et assimilateurs peuvent singulièrement varier de nature et de proportion ; tandis que l'action des agents conservateurs doit être instantanée, il est de toute nécessité que celle des agents assimilateurs soit très lente et ne s'exerce qu'au fur et à mesure et au *prorata* des besoins des plantes. »

Le baron Thenard a longtemps fait partie des commissions chargées de décerner les primes d'honneur à l'agriculture, et ses rapports sur ces questions serviront toujours de modèles. Il ne se contentait pas seulement de discuter les titres des divers concurrents à cette grande récompense, il choisissait en outre un sujet, l'approfondissait et en faisait un véritable travail original.

C'est encore au baron Thenard qu'on doit l'emploi du sulfure de carbone pour combattre le phylloxera. Il l'a essayé, pour la première fois, en 1869, à Florac, près Bordeaux. Il faisait alors partie d'une commission nommée par la Société des agriculteurs de France, chargée de rechercher les moyens de combattre la maladie de la vigne. Les résultats qu'il a obtenus avec cet insecticide sur les vignes phylloxérées ont été consignés dans une lettre imprimée qu'il a adressée à M. le président de la section de viticulture de notre Société. Jusqu'en 1876, le remède proposé par le baron Thenard a été peu employé; mais, à partir de cette année-là, quand le public a reconnu définitivement ses propriétés toxiques, l'application a pris alors une grande extension. Actuellement, la Compagnie du chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée en livre annuellement de trois à quatre millions de kilogrammes, servant au traitement de près de 30.000 hectares de vignes. C'est ainsi que le baron Thenard a rendu ce service signalé à la viticulture, en proposant le seul remède qui, avec la submersion par l'eau, fasse réellement périr le phylloxera.

La vie scientifique du baron Thenard a été interrompue par la guerre de 1870-1871. Quand il vit le pays envahi, il chercha à organiser la défense nationale dans son département de la Côte-d'Or, mais il fut bientôt cruellement puni de son patriotisme; quoique déjà atteint du mal qui vient de l'emporter, l'ennemi l'emmena en otage, au fond de l'Allemagne, par les plus grands froids; il y fut suivi par sa digne et noble épouse qui ne voulut pas le quitter, et qui partagea avec lui les malheurs de sa captivité. Les habitants de Talmay, village où sont situées ses fermes, voulant reconnaître sa ferme attitude en présence de l'ennemi, ainsi que le dévouement qu'il leur a témoigné pendant l'épidémie cholérique de 1854, ont tenu à honneur de cultiver eux-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mêmes ses champs en son absence, exemple bien rare et qui montre de quelle affection il était entouré.

De retour en France, il reprit bientôt ses travaux scientiques et fit paraître, en commun avec son fils, M. Arnould Thenard, une série de recherches physico-chimiques sur l'effluve électrique. Il associait ainsi ses aptitudes pour la chimie à celles de son fils, tournées de préférence vers les sciences physiques. Bien que ce travail ait peu de rapport avec l'agriculture, nous devons cependant en dire quelques mots. Avant ces deux savants, on connaissait peu l'action de l'effluve électrique, et l'on n'avait encore employé cette force nouvelle qu'à la préparation de quantités relativement minimes d'ozone. L'ozone, ce corps si curieux, qui est de l'oxygène trois fois condensé, jouissant à la température ordinaire de propriétés actives bien supérieures à celles de l'oxygène ordinaire et qui sont comparables à celles du chlore. L'ozone se produit dans la nature dans une foule de circonstances; il exerce une grande action sur la végétation, et, comme l'a observé le baron P. Thenard, dans un de ses précédents travaux, il modifie profondément dans certains cas la nature des engrais chimiques. MM. Thenard se sont d'abord appliqués, au commencement de leur travail, à rechercher les appareils leur permettant de mieux développer l'effluve électrique; et, lorsqu'ils ont été les maîtres de produire en abondance et à volonté cette force nouvelle, ils l'ont utilisée pour arriver à la condensation des différents gaz organiques. C'est ainsi qu'en effluvant le cyanogène, l'acétylène, des mélanges d'oxyde de carbone et d'hydrogène, ou d'acide carbonique et de gaz des marais, ils ont obtenu des corps nouveaux, liquides et solides, et conservant ces formes nouvelles, même après qu'on avait cessé de les soumettre à l'effluve électrique. Le mélange à volumes égaux d'oxyde de carbone et d'hydrogène, ainsi que celui d'acide carbonique et de gaz des marais, produit une matière solide qui, par la calcination, prend une odeur caramélique; or, parmi les nombreuses substances de la chimie organique, on ne connaît que deux corps, les sucres et l'acide tartrique, qui dégagent une odeur de caramel par la chaleur. MM. Thenard ont donc produit, au moyen de l'effluve électrique, la synthèse d'un de ces deux corps; mais, d'après la composition du mélange gazeux qu'ils ont employé, tout fait croire qu'ils ont ainsi obtenu une matière sucrée, formée de toute pièce.

Telle a été, bien sommairement, la vie du baron Thenard, vie si bien remplie et toute dévouée à la science. Sa mort est une grande perte pour le pays et un deuil pour la Société des agriculteurs de France, dont il fut un des membres les plus actifs et les plus autorisés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CHIMIE INDUSTRIELLE.

RÔLE HISTORIQUE DE LA DÉCOUVERTE DE LA SOUDE ARTIFICIELLE EXTRAITE DU SEL MARIN, PAR M. DUMAS.

La municipalité d'Issoudun (1) a résolu de consacrer par un monument la mémoire d'un glorieux enfant de cette cité, Nicolas Leblanc, le créateur de l'industrie de la soude artificielle. On s'étonne parfois de voir multiplier de tels hommages; ne serait-il pas plus naturel de s'étonner qu'on oublie si souvent de les rendre à ceux qui les ont mérités, ou qu'on paye trop tard envers eux la dette du pays? En voyant à Avignon, par exemple, le petit édicule qui rappelle à la contrée la mémoire de l'introducteur de la garance, culture qui en fit la prospérité, comment ne pas éprouver un sentiment de mélancolie, en songeant que, du point élevé qu'il occupe, celui qu'on a placé à son sommet semble y être venu seulement pour assister à la disparition de cette plante détrônée par la chimie!

N'attendons pas qu'il en soit ainsi pour Nicolas Leblanc, et pendant que la soude artificielle, sa création, joue encore dans le monde un rôle prépondérant, n'hésitons pas à rendre à cette découverte les honneurs qui lui sont dus.

L'Académie y est intéressée. Lorsque, il y a cent ans, le Gouvernement français, ému des exigences de l'Espagne, en possession alors du commerce des soudes d'Alicante, de Carthagène et de Malaga, consulta nos prédécesseurs, pour savoir comment on pourrait remplacer ces produits, ils n'hésitèrent pas à proclamer qu'il fallait extraire l'alcali du sel marin. Un prix de 12 000 francs fut mis au concours à ce sujet. Mais lorsque N. Leblanc en eut réalisé les conditions, l'Académie n'existait plus : le Trésor

(1) A l'époque où notre illustre et vénéré Président soumettait à l'Académie des sciences le Rapport que l'on va lire, il était admis que Nicolas Leblanc était né à Issoudun (Indre). Des recherches, poursuivies ultérieurement, ont démontré que le créateur de l'industrie de la soude artificielle était en réalité natif d'Ivoy-le-Pré (Cher). Le Conseil général de l'Indre, qui avait voté l'érection de la statue de Leblanc, que l'on croyait né dans le département, revint sur son vote lorsque la méprise fut connue, si bien que le projet, dont J.-B. Dumas s'est fait l'éloquent défenseur, est actuellement abandonné. Il faut espérer qu'il sera repris, soit par les représentants du département du Cher qui peuvent maintenant revendiquer Nicolas Leblanc comme un des leurs, soit par les Sociétés savantes qui ont soutenu et encouragé ce glorieux inventeur ou qui ont honoré sa mémoire.

Nous donnons, à la suite du Rapport de J.-B. Dumas, un extrait du livre que M. Anastasi a consacré au souvenir de Nicolas Leblanc, son aïeul. Le lecteur trouvera dans cet extrait le récit des recherches qui ont conduit à trouver le véritable lieu d'origine de Leblanc avec l'acte authentique qui fixe ce point de l'histoire de notre industrie.

(Note de M. E.-P. Bérard.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en considérait les engagements comme non avenus ; l'inventeur se voyait bientôt réduit à renoncer à ses droits comme breveté ; à fermer son usine frappée de séquestre ; à vivre péniblement dans le trouble ou même la misère, à se tuer enfin dans un accès de désespoir.

Mais qu'avait donc fait de si important cet homme si maltraité par la fortune ? Pour la plupart des gens, même les mieux élevés, que représente la soude artificielle ? Rien sans doute, il faut en convenir. On étonnera même beaucoup les personnes qui n'ont pas examiné ces questions de près, si on leur apprend que les deux plus grandes nouveautés économiques du siècle sont la machine à vapeur et la soude artificielle ; les deux inventeurs les plus féconds, J. Watt et N. Leblanc.

Mais, tandis que les engins créés par l'un agissent à grand bruit dans toutes les usines, emportent au loin les trains de voyageurs et de marchandises sur les voies ferrées dont les continents sont sillonnés, ou guident sur les flots de la mer des navires de commerce et de guerre, c'est sans bruit que s'infiltrent dans tous nos ateliers, comme éléments indispensables ou comme agents auxiliaires du travail, les produits dérivés de la soude factice ; c'est en silence qu'ils pénètrent dans toutes nos demeures comme objets directs ou indirects de consommation.

S'il s'agissait d'ouvrir un concours et de reconnaître quel est celui des deux inventeurs, J. Watt ou N. Leblanc, dont l'influence a été la plus considérable dans l'accroissement du bien-être de l'espèce humaine, on pourrait hésiter. Toutes les améliorations touchant aux arts mécaniques dérivent, il est vrai, de l'usage de la machine à vapeur ; mais tous les bienfaits se rattachant aux industries chimiques ont trouvé leur point de départ dans la fabrication de la soude extraite du sel marin.

Comment une opération chimique unique a-t-elle été l'origine de si grands résultats ? Au premier abord, on ne s'en rend pas compte. Il s'agit, en effet, simplement de la décomposition du sel marin par l'acide sulfurique pour le convertir en sulfate de soude, et de la transformation de ce sulfate de soude en soude par sa calcination avec un mélange de charbon et de craie ; voilà tout !

C'est vrai, mais il faut ajouter que le carbonate de soude provenant de cette opération représente aujourd'hui, pour la consommation des deux mondes, une quantité qui s'élève à 7 ou 800 000 000 de kilogrammes ; de telle sorte que la quantité de ce sel consommé par chacun de nous, d'une manière inaperçue et sans que nous en ayons conscience, atteint au moins la moitié, égale souvent même la totalité du poids de sel marin nécessaire à nos besoins.

On peut juger par là de la masse énorme d'acide sulfurique mise en jeu par l'industrie de la soude, de la proportion considérable de soufre nécessaire à la production de cet acide, ainsi que de l'immense développement des vapeurs d'acide chlorhydrique mis en liberté par la décomposition du sel marin.

Le premier résultat de la création des fabriques de soude a donc été non seulement de mettre à la disposition des savonneries, des verreries, des manufactures de glace,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des blanchisseries de coton, de chanvre ou de lin, des papeteries, etc., l'alcali dont elles avaient besoin, mais aussi d'offrir à toutes les industries deux acides puissants : l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique, en quantités illimitées et à des prix fabuleusement réduits.

Le second résultat fut de mettre à la disposition des fabriques de toile et des papeteries un nouveau produit dérivé de l'acide chlorhydrique, le chlorure de chaux, qui, pour le blanchiment rapide des tissus végétaux, a pris dès lors la place occupée autrefois par l'action lente de la lumière solaire et de l'air humide, c'est-à-dire, par l'exposition des toiles sur le pré.

Ces quatre agents, un alcali puissant, deux acides énergiques, une poudre blanchissante que rien n'a remplacée, donnèrent un essor inconnu à l'industrie des produits chimiques ; on fut bientôt amené à se demander s'il était bon de laisser ces fabriques de soude, si étroitement liées à la fortune publique, sous la dépendance des soufres fournis par la Sicile, dont un droit de sortie pouvait à chaque instant surélever le prix.

L'oïdium étant intervenu, on fut bientôt décidé à chercher dans la pyrite de fer un soufre plus abondamment répandu à la surface de la terre, moins facile à monopoliser et susceptible d'être maintenu par la concurrence à un prix plus bas. Le problème pratique offrait des difficultés sérieuses ; elles furent résolues, et la pyrite de fer, jusqu'alors presque sans usage, devint la base de la production de l'acide sulfurique, laissant le soufre de Sicile aux vignobles.

Cependant, à mesure que les grandes fabriques de soude se développaient et luttaient entre elles en baissant leurs prix, on arrivait à des conséquences singulières. La soude, premier objet de la fabrication et source unique de bénéfice, à une époque où on laissait l'acide chlorhydrique se perdre dans l'atmosphère, ne rapportant plus rien, il fallut chercher ailleurs des occasions de profit, et l'on en trouva pendant quelque temps dans la fabrication et la vente du chlorure de chaux.

Mais, la concurrence continuant ses effets, les besoins de la consommation étant satisfaits, au lieu de chercher des bénéfices nouveaux, on eut recours à des économies. La soude brute, lessivée pour en extraire le carbonate de soude, laissait des résidus contenant tout le soufre de l'acide sulfurique uni à la chaux. Ces résidus sulfurés gênaient tout le voisinage, infectaient les cours d'eau et les rives de la mer elle-même autour de Marseille. On apprit à régénérer le soufre qu'ils contenaient et à supprimer ainsi les inconvénients engendrés par l'accumulation autour des fabriques des résidus sulfurés du lessivage de la soude.

La fabrication du chlore et celle du chlorure de chaux consommaient du peroxyde de manganèse et produisaient du chlorure de manganèse en grandes quantités. Le peroxyde de manganèse est un produit naturel d'une exploitation restreinte : exagérer sa consommation, c'est élever son prix. Le chlorure de manganèse stérilise les terres et infecte les cours d'eau ; une production journalière considérable de ce produit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

crée mille difficultés au fabricant. On a réussi à régénérer le peroxyde de manganèse et à se débarrasser ainsi du chlorure de ce métal, dont l'évacuation motivait, à la fois, de justes plaintes et le payement d'indemnités croissant avec les exigences de la propriété mieux cultivée autour des usines.

Cependant, la concurrence continuant son œuvre et les prix de vente se réduisant toujours, à mesure que les frais de fabrication diminuaient, on en est venu à chercher un bénéfice que la soude et le chlorure de chaux ne réalisaient plus, non dans des économies nouvelles, mais dans l'exploitation de minerais capables de fournir des produits marchands rémunérateurs. C'est ainsi qu'on a songé à brûler non plus des pyrites de fer pour produire l'acide sulfurique nécessaire, mais des pyrites cuivreuses, renfermant des métaux précieux, et à demander le profit du travail effectué au cuivre, à l'argent ou à l'or contenus dans leurs cendres.

Cette lutte de l'industrie de la soude artificielle avec elle-même, il faut qu'elle la recommence aujourd'hui avec un redoublement d'énergie en présence d'un ennemi redoutable. Un procédé rival, fondé sur la décomposition du sel marin par l'ammoniaque en présence d'un excès d'acide carbonique, auquel deux de nos confrères, MM. Rolland et Schlœsing, avaient autrefois donné l'essor, vient, depuis quelques années, de prendre un développement menaçant. Les difficultés de tout ordre que présentait cette réaction, et en particulier l'art de préserver le fabricant des pertes d'ammoniaque, tout cela est devenu l'objet des études les plus délicates et a permis, en définitive, de retirer du sel marin le carbonate de soude le plus pur au prix le plus bas.

Remarquons, cependant, combien il est heureux que ce procédé pour la fabrication de la soude artificielle ne soit pas venu au monde le premier et qu'il ait cédé le pas au procédé de N. Leblanc. L'industrie des produits chimiques serait encore à naître. L'industrie en général et en particulier toutes les manufactures qui exploitent les fibres végétales n'auraient pas eu à leur disposition et à bas prix l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique et le chlorure de chaux. Les pyrites de fer seraient demeurées sans emploi. Tous les produits usuels que l'acide sulfurique, cet agent universel, point de départ de toutes les transformations chimiques, a fait naître, le commerce en serait privé ; l'agriculture elle-même ne connaîtrait probablement pas l'usage du phosphate acide de chaux qui lui rend de si grands services.

Les fabriques de soude, fondées sur l'emploi du procédé de N. Leblanc, ont constitué les véritables écoles pratiques de l'industrie chimique moderne. Elles ont fourni à toutes leurs émules leurs agents, leurs procédés et leur méthode. Leur influence sur les pays civilisés a été incalculable, et c'est par milliards que s'expriment les satisfactions et le bien-être qu'ils en reçoivent chaque année.

Quand on pénétrait, il y a cinquante ans, dans les fabriques de produits chimiques de la Grande-Bretagne et qu'on admirait leur puissance, dont nous n'avions aucune idée à cette époque dans notre pays, on répondait invariablement : « C'est pourtant à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Leblanc, c'est à un chimiste français que nous devons cette prospérité qui vous étonne ! » Il n'était pas rare de voir le nom de N. Leblanc inscrit dans une place d'honneur au milieu des ateliers et signalé de la sorte au respect des ouvriers. Les manufacturiers anglais actuels l'ont oublié peut-être, mais leurs pères, je l'atteste, professaient pour notre compatriote une reconnaissance et une vénération sans bornes. Ils le considéraient comme l'un des plus grands bienfaiteurs de leur pays, tant l'intervention du chlorure de chaux avait grandi le commerce des toiles de coton de l'Angleterre.

L'essor donné à l'industrie de la soude dans les célèbres manufactures de Glasgow, de Liverpool, de Newcastle fut si considérable à cette époque, que l'augmentation de consommation du sel marin, qui en fut la conséquence, produisit une illusion dont les effets dureront longtemps encore. Le Parlement venait de supprimer l'impôt du sel, sous prétexte de venir en aide à l'agriculture, et, sans y regarder d'assez près, on attribua l'accroissement considérable de la consommation du sel produit alors par sa conversion en soude à l'empressement avec lequel les agriculteurs auraient mis à profit le bénéfice de la suppression du droit.

L'Académie a donc le droit de considérer la pensée qu'elle émettait il y a cent ans, et le prix qu'elle mettait au concours, comme dignes de prendre une place importante dans son Histoire. Quand elle signalait le sel marin comme une source inépuisable de soude, elle donnait d'avance une sanction à l'application du chlore pour le blanchiment des fibres végétales et à toutes les conséquences économiques de la création de la soude artificielle.

Elle a déjà rendu justice à N. Leblanc pendant sa vie, en lui témoignant une sympathie qui ne se démentit jamais ; plus tard, en mettant ses droits en évidence. Il ne m'appartient pas de parler en son nom en cette circonstance ; qu'il me soit permis, cependant, de remercier, au milieu de mes confrères, la municipalité d'Issoudun pour son initiative.

Partout où les industries chimiques sont en honneur, on voudra s'associer aux témoignages de reconnaissance et de respect dont la mémoire de N. Leblanc va devenir enfin l'objet dans sa ville natale.

EXTRAIT DU LIVRE DE M. ANASTASI, INTITULÉ : *Nicolas Leblanc, sa vie, ses travaux et l'histoire de la soude artificielle.*

Les documents authentiques sur le lieu de naissance et l'âge de Nicolas Leblanc, sur ses père et mère, manquaient complètement; seuls quelques souvenirs de famille pouvaient servir de guide aux recherches.

Ces souvenirs n'avaient pour base que la mémoire de quelques personnes existant encore.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On savait seulement que Nicolas Leblanc était du Berry, que son père avait été conducteur des forges d'Ivoy-le-Pré, et que Nicolas Leblanc avait pent-être habité Issoudun dans sa jeunesse. Y était-il né? On pouvait le croire, mais c'était incertain.

Des recherches opérées alors par la personne qui s'était chargée des réclamations ne firent trouver, dans les archives d'Issoudun, qu'un acte de **1753** au nom de Jacques-Nicolas Blanc, acte complètement en désaccord avec les actes authentiques, et, sans contrôle et sans autres investigations, elle acceptait cette pièce comme état civil de Leblanc.

Vingt-huit ans se sont écoulés depuis la publication de ce pseudo-état civil, accepté sans contestation par le mandataire, dépositaire des papiers de Leblanc, bien qu'il eût entre les mains les documents les plus précis, sinon pour établir positivement le lieu et la naissance de Leblanc, toujours au moins pour refuser de reconnaître comme vrais et se rapportant à Leblanc les renseignements cités plus haut. Par suite de dissentiments de famille étrangers à tout ceci, je suis resté, pendant près de trente ans, sans relations avec ceux qui, comme moi et au même degré, sont les descendants de Leblanc. Ce fut seulement au mois de juin de cette année (**1883**) que, désireux d'écrire la vie de mon grand-père, je me suis adressé aux membres de ma famille pour avoir communication de ces papiers et rechercher les éléments d'un travail complet sur sa vie et son œuvre. J'ai été frappé du désaccord étrange entre les documents authentiques et ceux que, je ne sais pour quelle raison, on avait acceptés si légèrement; en effet, l'acte de décès de l'inventeur de la soude artificielle, dressé à Saint-Denis (Seine), le **20** janvier **1806**, porte :

« Nicolas Leblanc, décédé à Saint-Denis, en son domicile, maison de Seine, le **16** janvier **1806**, *à l'âge de soixante-trois ans.* » Or, si Nicolas Leblanc avait soixante-trois ans à son décès en **1806**, il est donc né en **1742** ou **1743**, et non en **1753**. Outre l'erreur de date, il y a à constater aussi l'erreur de nom; d'abord le prénom de Jacques, qui ne se retrouve dans aucun acte d'état civil, et le nom de Blanc, qui n'est nullement celui de notre aïeul.

Du reste, les papiers de Leblanc nous donnèrent eux-mêmes les indications les plus sûres pour nous guider dans nos recherches.

Dans une rêverie philosophique écrite de sa main en **1805**, il dit : « J'ai soixante-deux ans. »

Dans un projet de mémoire à l'empereur de Russie, de la même année **1805**, toujours de sa main, il écrit : « J'ai soixante-deux ans; depuis plus de trente ans je suis marié; j'ai deux fils, l'un de dix-sept ans, l'autre de quatorze. » Là encore son âge nous indiquait, pour date de sa naissance, **1742** ou **1743**. L'âge de ses fils s'accorde bien avec **1787** et **1791**, dates de leur naissance; et pour son mariage, en remontant à plus de trente ans en arrière, on arrive à **1775**, date concordant parfaitement avec la naissance de sa fille aînée (**1779**).

L'acte d'Issoudun mentionnait le mariage de Nicolas Leblanc avec Marie Coulon;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

or, nous avions entre les mains l'original de l'acte d'émancipation de ses deux filles, en date du 2 prairial an II (juillet 1794), où il est dit : « Devant nous, etc., ont comparu Nicolas Leblanc, agent national des poudres et salpêtres, domicilié à l'Arsenal, et sa femme, Marie-Françoise Charpentier, née à Juziers (Seine-et-Oise). » De même, dans l'acte de décès de Leblanc, il est répété « époux de Marie-Françoise Charpentier; » de plus encore, dans l'acte d'émancipation, a signé Charpentier, son beau-frère.

Enfin, dans le procès-verbal du conseil de famille (20 janvier 1806) : « Par-devant nous, juge de paix de Saint-Denis, ont comparu Marie-Françoise Charpentier, veuve de Nicolas Leblanc, décédé le 16 dudit mois. »

Ajoutons encore, comme renseignement, que, dans une brochure sur la cristallotechnie, œuvre de Leblanc publiée en 1802, il dit : « J'habite Paris depuis plus de quarante années », ce qui nous reporterait à 1760. Si donc Leblanc était né en 1753, il aurait commencé à habiter Paris à l'âge de sept ans. Or, c'est à l'âge de dix-sept ans seulement qu'il est venu à Paris pour faire ses études en médecine, puisque bien avant 1780 il était déjà reçu maître en chirurgie ; en outre, Nicolas Leblanc avait un frère plus jeune que lui, adjudant de la place de Belfort, mort dans cette ville en 1812.

En compulsant tous ces documents, il était impossible de s'arrêter un instant de plus à l'acte d'Issoudun, qui n'était qu'une erreur ou qu'une confusion.

Dès lors, nous avions résolu de retrouver la vérité à l'aide de quelques renseignements authentiques qui pouvaient nous servir de point de départ. Nous nous sommes donc d'abord adressé à M. le Ministre de la guerre pour obtenir les états de service du frère de Nicolas Leblanc, dans lesquels nous pensions bien retrouver son lieu et date de naissance. En effet, le frère de Leblanc était né à Ivoy-le-Pré (Cher), le 19 février 1745.

Ce document précieux devenait la clé de nos recherches; nous ne nous étions pas trompé dans nos prévisions.

Nous fîmes rechercher dans les actes d'état civil d'Ivoy-le-Pré, où, après avoir contrôlé l'acte de naissance du frère de Leblanc, nous eûmes la satisfaction de retrouver celui de l'auteur de la soude artificielle. Le voici textuellement :

« Extrait du registre des actes de l'état civil de la commune d'Ivoy-le-Pré, canton de La Chapelle-d'Angillon (Cher), pour l'an 1742.

ARRONDISSEMENT DE SANCERRE

Canton de La Chapelle-d'Angillon.

(5619)

Naissance de Leblanc (Nicolas), 6 décembre 1742.

« L'an mil sept cent quarante-deux, le 6 décembre, a été baptisé par moi, curé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soussigné, Nicolas, né du jour, fils du sieur Nicolas Leblanc, commis au fourneau, et de Marie Berthin, son épouse. Le parrain, Agnan Berthin, oncle ; la marraine, Marie-Jeanne Pineau, cousine germaine de l'enfant, de la paroisse d'Henrichemont, qui a déclaré ne savoir signer.

« Signé au registre : BERTHIN et CUICHARD, curé.

« Pour copie conforme :

« Ivoy-le-Pré, le 12 octobre 1883.

« Pour le Maire,
« *Le premier Adjoint*,
« CANTIN-CHEVALLIER.

« Vu par nous, juge de paix du canton de La Chapelle-d'Angillon, arrondissement de Sancerre (Cher), pour légalisation de la signature de monsieur Cantin-Chevallier, adjoint au maire de la commune d'Ivoy-le-Pré, apposée ci-contre.

« La Chapelle-d'Angillon, le 13 octobre 1883. »

Nous n'avons donc pas à insister davantage pour établir l'authenticité de cet acte. Du reste, il y a trente ans, alors que les dépôts d'état civil de Paris n'avaient pas encore été anéantis, si l'on avait procédé à des recherches sérieuses, on n'aurait pas manqué de pièces à l'appui, Nicolas Leblanc ayant habité Paris depuis 1759 ou 1760, — ceci est parfaitement établi, non seulement par ce que nous avons dit plus haut, mais aussi par des pièces qui embrassent une période de 1760 à 1806, l'année de sa mort.

Ces pièces sont : quittance pour droit de chapelle à l'École de chirurgie, 1786; signé : SUE ; — quittances de capitation et d'impôt forcé de 1780 à 1792 ; — nomination comme administrateur du département de la Seine ; — procès-verbal d'élection par le département de la Seine, canton de Saint-Denis, comme membre du Conseil des anciens (an VI, 1798) ; — toutes pièces dont nous avons en mains les originaux, ou dont les minutes se trouvent aux Archives nationales, carton B, liasses 15 et 17, et carton des Assemblées politiques. Du reste, notre œuvre terminée, nous croirons de notre devoir, tant pour nous-même que pour la mémoire de notre aïeul, de déposer aux archives de l'Académie des sciences les pièces que nous avons recueillies et qui concernent l'inventeur de la soude artificielle.

Nous croyons devoir ajouter encore, et ceci est important, que, dans le cours de tout ce travail, et quoique l'éminent secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, M. Dumas, ait toujours, dans les rapports qu'il a faits à l'Académie sur Leblanc et sur la soude artificielle, écrit le nom de Leblanc en deux mots : « Le Blanc ; » quoique le fils aîné de Leblanc et ses descendants aient adopté cette orthographe de leur nom, nous ne l'avons trouvée justifiée par aucun des actes d'état civil, non plus que par aucune des nombreuses signatures autographes de Leblanc ; que, dans les ouvrages imprimés de Leblanc, publiés par lui-même, nous n'avons jamais trouvé son nom écrit en deux mots ; de plus, que, dans une note imprimée de son ouvrage sur la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cristallotechnie, pages 71 et 72, il dit : « J'ai habité Saint-Denis pendant les années 1791 et 1792 ; depuis plus de quarante ans, je suis habitant de Paris. Je fais cette remarque, parce qu'il existe à Saint-Denis une famille nombreuse de Leblanc, et que le père de cette famille, qui mérite et jouit d'ailleurs de l'estime publique, a mon âge, mon prénom, et signe absolument comme moi, ce qui déjà a donné lieu à quelques méprises. »

Nous avons cru devoir, par ces raisons, restituer au nom de Leblanc l'orthographe adoptée par lui-même et qui, du reste, est justifiée par ses nombreuses signatures et par les actes d'état civil. Nous écrirons donc toujours ainsi son nom : « *Leblanc.* »

LE PETIT-FILS DE NICOLAS LEBLANC.

ÉLECTRICITÉ.

PROGRÈS DE L'ÉLECTRICITÉ.

L'article suivant est l'analyse de trois conférences qui résument les progrès qui ont été accomplis en électricité pendant ces dernières années.

Ces conférences ont été faites à la *Society of Arts* de Londres, par M. le professeur Sylvanus Thompson, M. William Henry Preece et M. Isaac Probert, dont les noms sont bien connus.

Progrès récents des machines dynamo-électriques (1). — Le professeur Sylvanus Thompson s'occupe d'abord de la théorie des machines dynamo-électriques. Il faut, dit-il, distinguer trois sortes de théories : 1° la théorie physique, dans laquelle on fait usage des lignes de force et des directions de courants telles qu'elles existent sans s'occuper de leur origine ; 2° la théorie algébrique, basée sur les lois mathématiques de l'induction et de la mécanique rationnelle ; 3° et la théorie graphique, basée sur la possibilité de représenter l'action d'une dynamo par la courbe nommée *caractéristique* imaginée primitivement par le Dr Hopkinson, puis étudiée subséquemment par Frölich, Deprez et d'autres.

La dernière de ces trois méthodes, quoiqu'elle n'ait reçu aucun développement important depuis un an, a montré qu'elle était la plus précieuse dans la pratique de la construction des machines dynamo-électriques. Cependant M. Kopp, dans ses articles sur les machines à double enroulement ou machines *Compound*, ne se sert que des caractéristiques, et plus récemment le Dr Hopkinson s'en est également servi

(1) Conférence faite le 28 février 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour résoudre certains problèmes de la transmission électrique de l'énergie, et pour se rendre compte des avantages de la méthode.

Beaucoup de progrès ont été faits l'année dernière en ce qui concerne la théorie algébrique. M. Joubert a publié, dans le *Journal de physique* de juillet 1883, un long article mathématique dont l'objet est d'établir les équations d'une dynamo, en tenant compte non seulement de l'action inductrice du circuit, mais encore des termes du second ordre qui sont ordinairement négligés dans une première approximation. Il s'agit de savoir cependant s'il n'a pas omis des termes de l'importance de ceux qu'il a conservés dans sa formule qui est assez compliquée. Plus récemment, le professeur Clausius a publié, dans les *Annales* de Wiedemann de novembre dernier, une note exposant une théorie mathématique des machines dynamo-électriques bien plus compréhensible et l'on peut même dire plus vraie qu'aucune de celles qui aient été déjà émises. Sans éluder aucune des difficultés mathématiques présentées par les inductions mutuelles et l'induction principale dans les organes variés de la machine, et par l'impuissance de nos formules à rattacher le magnétisme d'un électro-aimant à la force du courant qu'il excite, le professeur Clausius a réussi à mettre les équations sous une forme non seulement beaucoup plus satisfaisante au point de vue de l'ensemble des phénomènes qu'elles représentent, mais il les présente d'une manière telle qu'elles se recommandent à tout ingénieur. Cette simplicité relative atteinte par M. Clausius est due en fait à son introduction étendue sur l'usage des constantes arbitraires, chacune d'elles ayant des valeurs qui doivent être déterminées par l'expérience pour chaque machine, ou type de machine. Le nombre des nouvelles quantités ainsi introduites est considérable, et il serait désirable de trouver des noms pour les constantes diverses à déterminer. Une excellente traduction de ce travail a été publiée dans le *Philosophical Magazine* de cette année, et une autre est en cours de publication dans *The Electrician*, journal dans lequel la suite des articles sur la théorie des machines dynamo-électriques, par le professeur O.-J. Lodge, sera certainement continuée. Une nouvelle note du professeur Clausius est promise, et il reste à voir comment cet article traitera quelques-uns de ces points pour lesquels la méthode graphique a été si utile en pratique, par exemple, pour déterminer la quantité de fil pour les bobines des machines qui se règlent d'elles-mêmes, machines *Compound*, ou pour la meilleure construction à donner aux aimants et à leur épanouissements.

Dans la théorie physique des dynamos, il y a plus à rappeler. Nos connaissances sur les actions inductrices qui se produisent dans les champs magnétiques et les armatures des dynamos, se sont considérablement étendues l'année dernière par les recherches de MM. Isenbeck, Cunnyngham, P. Faundler et autres. Il y a beaucoup à dire à ce sujet : il faut aussi parler des résultats des observations de M. S. Thompson.

Parmi ces derniers travaux, il faut citer la distribution du potentiel autour du collecteur ou du commutateur d'une dynamo. M. W.-M. Mordey, qui le premier a appelé l'attention de ce savant sur le fait d'une distribution irrégulière dans les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

machines mal étudiées, a imaginé le moyen suivant d'observation. Un voltmètre fut intercalé entre l'un des balais de la machine et un autre petit balai ou ressort métallique qui peut être pressé en un point quelconque de la circonférence du collecteur en mouvement; si l'on suppose que les résultats soient portés autour d'un cercle représentant le collecteur, on obtiendra pour une bonne machine Gramme une ligne ressemblant assez à un cercle tangent au premier et dont le centre s'écarte un peu de celui-ci. Autrement, si le premier cercle est développé en ligne droite, de manière à obtenir une représentation par obscisses et ordonnées, la courbe se transforme en une sinussoïde, et sa forme permet de juger de l'activité relative des bobines dans les différentes parties du champ magnétique.

A peu près à la même époque, M. S. Thompson avait développé cette méthode d'observation en se servant de deux petites brosses écartées de la distance qui sépare le milieu de deux lames consécutives de sa petite machine Siemens. Le docteur Isenbeck avait de son côté fait usage d'une disposition semblable pour étudier l'induction d'une machine Gramme. Pendant la rotation du collecteur, ces deux petites brosses donnaient sur le voltmètre la mesure exacte de la force inductive dans la section de l'armature qui passait dans le champ correspondant aux balais.

L'auteur trouva pour sa petite machine Siemens un résultat très satisfaisant, car la différence de potentiel donnée était nulle à une faible distance de la position normale des balais, tandis qu'elle était maxima dans cette position. En fait, cette différence de potentiel était plus marquée à 90 degrés des balais ordinaires, ou précisément dans la région où l'inclinaison de la courbe du potentiel total était la plus forte.

Un résultat immédiat des observations de M. Mordey sur la distribution du potentiel et sur le moyen employé par M. Thompson de la représenter doit être noté. Il a fait remarquer à M. Mordey que, dans une dynamo où la distribution était mauvaise et où les courbes de potentiel total présentaient des irrégularités, le défaut était dû aux irrégularités d'induction dans les différentes parties du champ, et que le remède devait être cherché dans le changement de distribution des lignes de force en modifiant les pièces polaires. Au bout de quelques mois, M. Mordey obtint un entier succès en suivant ces conseils. Il a pu remédier complètement au dégagement des étincelles dans la machine Schuckert.

Depuis les expériences détaillées ci-dessus, l'auteur en a fait d'autres sur sa machine Siemens. Elle fut démontée, et ses champs magnétiques séparément excités. Deux barres consécutives du collecteur furent alors mises en communication avec un galvanomètre à réflexion, ayant une aiguille modérément pesante et à oscillations lentes. Une petite manivelle fixée au collecteur permettait de tourner l'induit à la main, en lui faisant faire successivement des angles de 10 degrés, le collecteur comprenant trente-six parties. Les déviations ainsi obtenues mesuraient par conséquent l'intensité de l'induction dans chaque position. Les résultats obtenus ont confirmé ceux qui avaient été observés au moyen des deux balais comme il a été dit.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces méthodes qui ont été mises en usage au laboratoire de Bristol n'ont pas été encore publiées ; elles doivent être mentionnées, parce qu'elles se rapportent absolument à la théorie physique des machines dynamo-électriques, et aussi parce qu'elles s'appliquent utilement à toutes les machines qui présentent des défauts de répartition du champ magnétique. Elles se rapportent aussi directement aux recherches du docteur Isenbeck qui vont maintenant nous occuper.

Le docteur Isenbeck a décrit, dans l'*Electrotechniche Zeitschrift* d'août 1883, un charmant petit appareil pour déceler l'induction des bobines de l'anneau de Gramme, et pour rechercher l'influence exercée par la forme des pièces polaires.

L'appareil de M. Isenbeck consiste en un cadre circulaire en bois placé entre les pôles de deux petits barreaux aimantés en acier de 25 centimètres de long et distants de 25 centimètres. Sur ce cadre, pouvant tourner autour de son centre, on peut placer un cercle de bois ou de fer, sur lequel est fixée en un point une petite bobine de fil fin. Cet ensemble correspond à un élément de l'anneau de Pacinotti ou de Gramme, dont l'âme serait constituée par un anneau de bois ou de fer. La bobine peut être fixée en un point quelconque du cercle et communique avec un galvanomètre. En la faisant osciller synchroniquement avec l'aiguille du galvanomètre, celui-ci dénote les courants induits, et l'écart de l'aiguille donne la valeur relative de l'induction pour la partie du champ où se trouve située la bobine. Les oscillations du cadre sont limitées par des arrêts marquant un angle de 7°.05'. Les pièces polaires faites de fer doux et recourbées en arcs de 160 degrés, de manière à embrasser l'anneau des deux côtés sans se réunir, s'adaptent aux pôles des aimants. Dans certaines expériences, un disque de fer est placé dans l'intérieur de l'anneau ; dans d'autres, un aimant est placé extérieurement près des pôles pour renforcer ou diminuer leur action. Dans les mains du docteur Isenbeck cet appareil a donné des résultats remarquables. Avec un anneau de bois et des pôles privés d'épanouissements, il a observé une curieuse inversion de l'action inductrice à 25 degrés des pôles environ.

Quand la vibration de la bobine se fait vers l'extrémité d'un diamètre perpendiculaire à la ligne des pôles, il n'y a pas d'induction ; mais si les vibrations de la bobine ont lieu dans des positions successives en se rapprochant des pôles, l'induction croit d'abord, puis diminue et augmente ensuite considérablement près des pôles, où la proportion des lignes de forces coupées est maxima. Cette forte induction près des pôles est cependant confinée dans une région de 12 degrés de chaque côté du pôle. En dehors de ces points, il se manifeste de fausses inductions produisant dans la bobine des forces électromotrices inverses de celles qui sont produites dans la région voisine des pôles.

Ces inductions inverses sont augmentées quand un disque de fer ou un aimant à pôles opposés est introduit dans l'anneau ; mais on produit l'effet contraire en renforçant l'aimant inducteur. Il résulte de là qu'une action pareille se produisant dans l'anneau de Gramme pour toutes les bobines, sauf pour celles qui sont comprises dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les 12 degrés de part et d'autre de la ligne des pôles, serait désastreuse pour le rendement de la machine, et la distribution du potentiel autour du collecteur ne serait rien moins que régulière.

La figure 1 représente une courbe d'induction trouvée par M. Isenbeck pour les quatre quadrants. De 0 à 90 degrés, la bobine d'exploration est supposée successivement osciller depuis la position où se trouve le balai négatif, dans la machine, jusqu'au point opposé au pôle sud. De 90 à 180 degrés, elle passe au balai positif; de 180 à 270, elle passe au point opposé au pôle nord, et de 270 à 360 degrés, elle retourne au balai négatif. Ainsi, chaque ordonnée de la courbe mesure l'induction produite dans une section donnée passant dans la région correspondante du champ magnétique, et puisque dans l'anneau Pacinotti ou Gramme les sections se succèdent dans toute la circonférence, il résulte que le potentiel réel de chaque point pour l'ensemble des sections s'obtiendra en faisant la somme de toutes les actions inductrices en ce point; autrement dit, il faut effectuer l'intégration de la fonction représentée par cette courbe pour obtenir le potentiel correspondant aux conditions ordinaires autour du collecteur. La figure 2 donne la courbe d'intégration obtenue avec l'intégrateur très ingénieux de M. C. Vernon Boys. Les ordonnées de cette seconde courbe sont proportionnelles à l'aire totale comprise entre l'origine et l'ordonnée correspondante de la première courbe. La seconde courbe passe par un maximum après 90 degrés, vers 102 degrés, puis décroit en vertu des inductions de sens contraire qui se manifestent à partir de ce point jusqu'à 180 degrés, comme l'indique la première courbe.

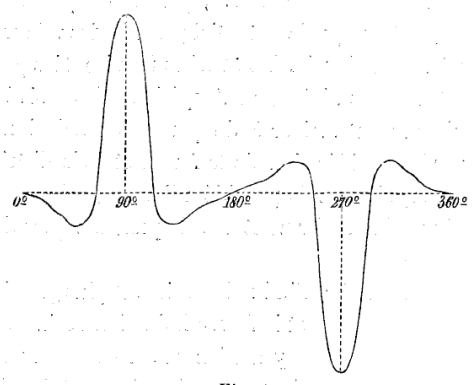


Fig. 1.

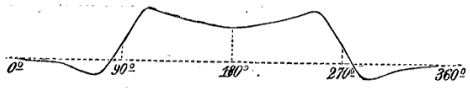


Fig. 2.

Si cette courbe de potentiel était observée sur une dynamo, il est certain que l'on pourrait obtenir une force électromotrice plus élevée en ramenant le balai de 108 à 102, ou à 258 degrés, points où le potentiel est le plus élevé. Une dynamo dont la courbe des potentiels au commutateur présenterait des irrégularités telles que le montre la figure 2, serait une mauvaise machine, qui probablement donnerait beaucoup d'étincelles au collecteur. Il est évident que l'induction dans certaines bobines est de sens contraire à celle des bobines adjacentes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Deux questions se posent naturellement : pourquoi des inductions nuisibles se présentent-elles ainsi dans l'anneau, et comment peut-on y obvier? Les recherches du docteur Isenbeck donnent la réponse sur ces deux points.

Ce savant a calculé, d'après les lois du potentiel magnétique, le nombre des lignes de force coupées aux différents points de l'anneau. Il a trouvé, par une expression mathématique compliquée pour le cas en question, que le potentiel possède des valeurs négatives pour des angles compris entre 12 et 90 degrés. Les courbes représentées par ses équations ont des minima exactement dans les régions où l'expérience les a révélées, ce qui est très satisfaisant déjà. Mais on peut arriver à de pareilles conclusions d'une manière beaucoup plus simple, par la considération de la forme et de la distribution des lignes de force dans le champ magnétique. Ce procédé a l'avantage de montrer qu'il faut disposer un champ magnétique plus uniforme et dans lequel les lignes de force soient droites et distribuées également.

Si à une âme en bois on substitue une âme en fer, l'induction utile est plus grande et la fausse induction moindre; il y a bien encore une inversion, mais elle a lieu à 25 degrés des pôles et se réduit à peu de chose.

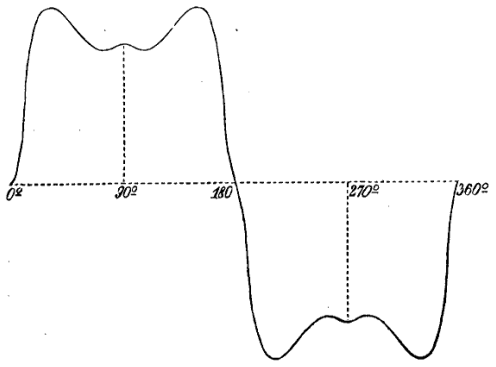


Fig. 3.

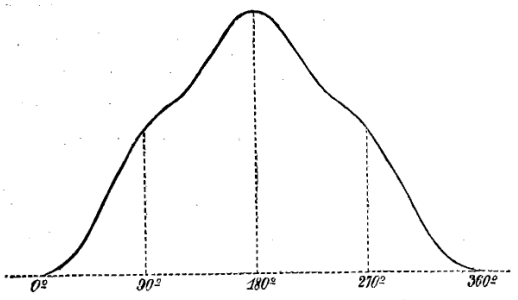


Fig. 4.

L'épanouissement des pôles en arcs semi-circulaires avec l'âme en bois a pour effet de changer complètement l'induction ; de telle sorte que la courbe, au lieu de montrer un maximum à 90 degrés de l'origine, en présente un à 10 degrés et un autre à 170 degrés. Mais si aux épanouissements polaires on ajoute une âme en fer, l'effet est encore changé ; il n'y a plus d'inversion, quoique l'induction présente encore des particularités. La figure 3 montre la courbe obtenue dans ces conditions, et la figure 4, celle des potentiels obtenue par intégration. En examinant la figure 3, on voit que l'induction va en croissant et atteint un maximum vers 20 degrés, moment où la bobine atteint l'extrémité de la pièce polaire ; à partir de ce point, quoique l'in-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

duction soit un peu plus faible, elle a cependant une valeur assez forte car elle présente un accroissement à 90 degrés à l'endroit où la bobine passe au pôle, et un autre à 160 degrés point où la bobine atteint l'autre extrémité de la pièce polaire. La seconde courbe montre ce qui se passe au collecteur dans le cas d'un anneau complet de Pacinotti ou de Gramme; le potentiel partant de zéro va toujours en augmentant jusqu'à 180 degrés. Cependant cette courbe n'est pas parfaite, car elle devrait présenter une ligne régulière, tandis qu'elle présente une convexité de 0 à 90 degrés, et une concavité de 90 à 180 degrés.

La cause en est à ce que le champ magnétique est plus *tendu* et que la répartition des lignes de force est plus uniforme. M. S. Thompson l'a prouvé expérimentalement en 1878, en examinant simplement les lignes de force au moyen de limaille de fer; cette limaille était ensuite fixée sur la feuille au moyen de gomme. Ces figures furent envoyées à M. Alfred Niaudet qui désirait les examiner.

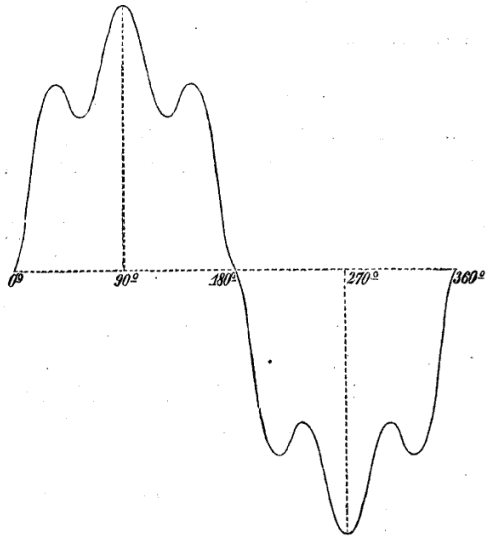


Fig. 5.

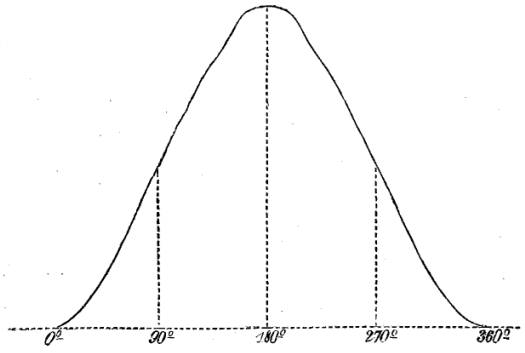


Fig. 6.

Le docteur Isenbeck a encore examiné le cas où l'on introduit un aimant à l'intérieur de l'anneau, de telle sorte que ses pôles soient en regard des pôles de même nom de l'aimant extérieur. La courbe d'induction est représentée par la figure 5; elle offre deux maximums un peu plus loin que les extrémités des épanouissements polaires comme plus haut; mais entre ceux-ci il y a un autre maximum plus élevé en regard du pôle. La courbe d'intégration est représentée par la figure 6; elle est plus régulière que celle du cas précédent.

M. S. Thompson passe ensuite à ses recherches qui ont pour but de déterminer laquelle des armatures de Paci-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

notti, avec des saillies de fer, ou de Gramme, avec une âme en fer complètement entourée de fil, est la meilleure. Ceci peut être à présent facilement donné par l'expérience. L'appareil construit à cet effet se compose d'un aimant avec épanouissement polaire et d'un anneau portant deux bobines situées aux extrémités d'un même diamètre; chacune de ces bobines occupe un espace sous-tendant un angle de 15 degrés. On peut faire avancer brusquement ces bobines de cette valeur, ce qui produit six impulsions de 0 à 90 degrés; on leur fera parcourir ce quadrant en une seule fois; un galvanomètre donne la mesure de l'induction. Dans ce dernier cas les résultats sont :

Anneau de Gramme à âme en bois.	5
— — en fer.	24
— de Pacinotti à âme avec saillies. . . .	60

L'auteur conclut de ses expériences que l'anneau de Gramme, au lieu d'être un progrès sur l'anneau de Pacinotti, est un pas en arrière (1). Ces recherches et celles du docteur Isenbeck sont très intéressantes et instructives : l'auteur se propose de les poursuivre et d'en faire connaître les résultats.

Il a été fait moins de progrès dans la théorie des aimants. La loi de saturation d'un électro-aimant n'est encore qu'une loi empirique. Il est cependant utile à noter que des personnes faisant autorité et des personnes aussi différentes que le professeur Clausius, M. Marcel Deprez et les professeurs Ayrton et Perry, acceptent la formule empirique de Frölich comme représentant assez exactement l'expression de la loi de saturation.

On est plus avancé sur la question théorique de la position à donner aux balais des dynamos. Primitivement leur déplacement était attribué à l'inertie de la désaimantation du fer de l'armature; mais en 1878, feu Antoine Bréguet a admis que le courant principal dans les bobines de l'armature avait une tendance à produire dans le fer de celle-ci une aimantation à angle droit avec celui du champ des électro-aimants. Breguet montra que cette aimantation donnait lieu à une résultante oblique par rapport aux lignes de force du champ, et alors puisque le *diamètre de commutation* est perpendiculaire à cette direction, les balais doivent être déplacés d'un angle droit. M. Clausius accepte cette opinion, et il adopte pour l'angle de la résultante celui dont la tangente est égale au rapport des deux actions magnétiques des électro-aimants et du courant dans l'armature.

Les professeurs Ayrton et Perry ont aussi indiqué qu'il y avait un déplacement additionnel du pôle de l'armature provenant de l'induction réciproque des bobines. Dans leur étude sur les moteurs, ils ont élucidé ce point, et cependant ils admettent qu'une partie du déplacement du pôle est dû à l'inertie de la désaimantation du fer.

(1) Il faut observer que cette conclusion suppose que les masses sur lesquelles s'exerce l'induction présentent certaines conditions d'égalité. L'auteur ne dit rien à ce sujet. Il existe encore entre les bobines voisines d'un même anneau des réactions dont il n'est pas parlé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais aucune preuve expérimentale n'en a été donnée, l'inertie apparente des masses épaisses de fer est due à des courants induits internes; c'est pour cela que l'on ne fait pas usage d'âmes en fer massif dans les armatures. On n'a pas démontré non plus que les feuilles ou les fils de fer, tels qu'on les emploie dans les armatures, mettent plus de temps à se désaimanter qu'à s'aimanter. En fait, le contraire est probablement vrai, et jusqu'à preuve du contraire, il faut admettre qu'il ne se produit aucun retard dans le magnétisme des lames de fer des armatures.

Il faut remarquer, en dehors de cela, que si l'on prend comme première approximation la tangente de l'angle de calage égale au rapport de la force magnétique des électro-aimants et de l'armature des bobines, cet angle deviendra très peu de chose si l'on augmente la force des électro-aimants, ce qui est avantageux pour beaucoup d'autres raisons. La pratique a toujours confirmé la règle que le moment magnétique des inducteurs doit être très grand par rapport à celui de l'induit. En conséquence, l'induit doit contenir assez de fer pour être exactement saturé quand la machine est en pleine activité; s'il y en a moins, quand le courant dépasse le point de saturation, l'angle de calage est modifié, car l'effet magnétique dû au courant dans l'induit est relativement plus important que celui qui est dû aux électro-aimants. Pour la même raison, ce calage variera moins quand les électro-aimants ne pourront atteindre leur point de saturation que lorsqu'ils pourront l'atteindre.

En un mot, plusieurs causes tendent à réduire l'angle de calage des balais et à le rendre sensiblement constant, par suite, à réduire les étincelles aux balais. Le meilleur moyen d'y arriver consiste à employer une grande quantité de fer aussi doux que possible dans les électro-aimants de l'inducteur ainsi que dans ceux de l'induit, car les courants qui circuleront dans celui-ci produiront moins de perturbation dans le champ magnétique.

A cette occasion, il faut remarquer que les *caractéristiques*, actuellement très employées pour l'étude des machines dynamo-électriques qui montrent l'augmentation de la force électromotrice correspondante à l'intensité du courant, sont quelquefois prises comme représentant l'augmentation du magnétisme des électros, ce qui est peu exact; en effet, après avoir atteint le point de saturation, le magnétisme ne peut diminuer avec un courant plus fort. Les caractéristiques de presque toutes les dynamos contenant des enroulements en séries présentent, au moins pour de grandes vitesses, une tendance marquée à redescendre après avoir atteint un maximum; et pour quelques machines, comme celles de Brush, la diminution de la force électromotrice est très marquée, tandis que l'aimantation des électros ne diminue pas. Le Dr Hopkinson, dans sa lecture sur *l'éclairage électrique* à l'Institution des ingénieurs civils, en a dernièrement donné une explication, attribuant cet effet à l'induction des bobines de l'induit sur elles-mêmes et sur les bobines voisines. Cette cause y contribue sans aucun doute, mais M. S. Thompson pense que cet effet est dû en majeure partie à l'inclinaison de la résultante des actions magnétiques, l'aimant inducteur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

étant saturé avant l'aimant induit. On sait que dans la machine Brush, où la diminution de la force électromotrique est grande, il y a une masse de fer considérable dans l'induit et des variations dans la position des balais.

Il y a un autre point sur lequel la théorie a depuis longtemps devancé la pratique, c'est l'avantage qu'il y a à faire fonctionner une machine au milieu d'un circuit presque continu de fer ramenant les lignes de force sur elles-mêmes pour constituer des courbes fermées. Ce point très important a été signalé dès 1878 par lord Elphinstone et M. C. W. Vincent, dont la machine contient l'application de cette idée. Il y a avantage à diminuer autant que possible les vides des mises de fer dans le circuit.

Il reste maintenant à examiner les progrès récents faits dans la construction des machines dynamo-électriques.

La machine d'Edison a reçu des perfectionnements importants de la part du Dr Hopkinson. Quelques-uns se rapportent aux électro-aimants inducteurs, d'autres aux électro-aimants induits. Il a d'abord supprimé les électros multiples qui, dans les machines L, K, et E, sont réunis à une pièce polaire commune, et il remplace deux, trois ou un plus grand nombre de branches entourées de fils séparément, par une seule dont la section est plus forte et la longueur un peu moindre. Ces masses de fer, de section ovale ou oblongue, sont solidement fixées aux pièces polaires d'une part et réunies à l'autre extrémité par une forte traverse en fer. Ces machines sont ainsi plus ramassées qu'auparavant. Il faut remarquer en passant que ces branches multiples d'électro-aimants employées par Edison produisaient mauvais effet, à cause de l'induction qui se manifestait dans les parties du fil des bobines qui se trouvent en regard et qui produisent une aimantation contraire.

Le Dr Hopkinson a aussi introduit le perfectionnement d'entourer les aimants de fils de cuivre à section carrée et enroulés dans un ruban isolateur, afin de mieux utiliser l'espace qu'avec les fils ronds ordinaires.

L'âme en fer des armatures dans les anciennes machines Edison était faite de minces disques en fer, séparés par du papier et maintenus sur une pièce en bois par six boulons de traverse. Ces boulons n'existent plus à présent, et les disques sont maintenus par de grandes rondelles vissées sur un pas de vis venu sur l'axe de l'armature ; la masse de fer est ainsi augmentée, ce qui favorise l'induction magnétique de telle sorte qu'une machine occupant le même espace qu'une machine L de 150 lumières est capable d'en produire 250. Dans cette dernière machine, la diamètre de l'armature induite est de 25 centimètres, la résistance 0,02 ohm, et celui de l'électro-aimant inducteur de 17 ohms. La caractéristique de cette courbe montre qu'en pleine marche les électro-aimants sont loin d'être saturés. Dans l'ancienne machine, les boulons d'attache de l'armature intérieure donnaient passage à des courants induits qui à la longue produisaient un échauffement.

La machine Z de 60 lumières a donné à l'Exposition de Munich plus de 87 pour 100

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de rendement électrique, rapport de la quantité d'électricité recueillie à l'électricité totale, et son rendement pratique, c'est-à-dire le rapport du travail électrique disponible au travail mécanique dépensé, a atteint au plus 58,7 pour 100. Dans des expériences récentes de M. Sprague, faites à Manchester sur une machine perfectionnée de 200 lumières, le rendement électrique a été de 94 pour 100 et le rendement pratique de 85 pour 100.

Les machines Siemens ont été peu modifiées depuis un an. Il paraît qu'il y a trois systèmes d'enroulement : les bobines en dérivation et en séries sont enroulées sur les différents bras de l'aimant; elles sont enroulées sur des cadres étroits et glissées sur l'âme côte à côte, et elles sont enroulées l'une sur l'autre. Dans les dernières machines, les bobines en séries étaient enroulées de part et d'autre des bobines en dérivation. Mais à en juger par les courbes données par M. Richter, leur marche n'était pas parfaite.

L'armature des machines Weston ressemblent beaucoup à celle des machines Siemens. L'âme est faite de disques en fer assemblés de manière à former un cylindre ; les pièces polaires sont sectionnées pour éviter le passage de courants et l'échauffement. Dernièrement M. Weston a formé l'armature de deux circuits, afin que si un accident se produisait dans l'un d'eux, la machine puisse encore fonctionner.

Les machines de Gramme du modèle ordinaire n'ont été l'objet d'aucun perfectionnement important en Angleterre, mais dans les Etats-Unis, la Fuller Electrical Company, qui exploite les brevets de Gramme et de Wood, y a apporté certains perfectionnements qui dénotent des connaissances approfondies en mécanique. Les électro-aimants, les pièces polaires et les cadres sont très puissants, l'anneau est mieux construit que ceux des types d'Europe, et les barres des collecteurs sont solidement maintenues à leurs extrémités par une bague isolée.

En France, des modifications importantes ont été apportées par M. Marcel Deprez. La machine de M. Deprez a deux anneaux Gramme fixés sur le même axe et placés entre les pôles opposés de deux électro-aimants, en forme de fer à cheval. Ils sont placés horizontalement, de telle sorte que le pôle nord de l'un soit opposé au pôle sud de l'autre et inversement ; les pôles sont garnis de pièces polaires entre lesquelles tournent les anneaux. M. Deprez qui a cherché à produire une machine qui, avec la moindre quantité d'énergie électrique, développe le couple le plus grand sur l'axe, pense que la forme de fer à cheval pour l'électro-aimant est la plus avantageuse. Les âmes en fer et les traverses des électro-aimants sont très massives, mais les pièces polaires ne sont pas très lourdes. La machine de M. Deprez a un système très étudié d'enroulement des électro-aimants et de table de distribution permettant de coupler ces enroulements de différentes façons. Les circuits des deux anneaux sont distincts, et chacun a son collecteur et ses balais. M. Deprez a encore construit d'autres machines de Gramme avec des anneaux entourés de fil très fin pour ses expériences de transmission électrique de la force.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une autre machine qui a un anneau allongé et qui ressemble à une machine Maxim redressée verticalement, est celle de Hockhausen. Cette machine assez bizarre ne semble pas très bien agencée.

M. Gülcher a constamment cherché à perfectionner sa machine pour ce qui se rapporte à la partie électrique ou à la partie mécanique.

En particulier il a porté son attention sur les électro-aimants, pour assurer un potentiel constant aux bornes de la machine. Après avoir essayé diverses combinaisons, il est arrivé à ceci : quatre pôles exigent huit électro-aimants, chacun d'eux une bobine de fil fin placée en dérivation et extérieurement une grosse bobine de fil fort. Les huit bobines de fil fin sont réunies en séries et sont en dérivation sur les bornes ; tandis que les huit grosses bobines sont réunies en quantité. D'après les résultats de M. Gülcher on obtient ainsi un potentiel très approximativement constant. Ainsi une machine à quatre pôles, produisant de 1 à 130 ampères, donne un potentiel variant de 61,5 à 63,5 volts, et passant par un maximum de 65 volts pour 30 à 88 ampères. M. Gülcher ajoute que, malgré tous les soins apportés à la construction, les grandes machines donnent des résultats moins satisfaisants que les machines de dimensions moyennes du même type et calculées par les mêmes formules.

La Anglo-American Electric Light Corporation a construit l'année dernière une dynamo avec un anneau plat, d'après les brevets de Schuckert et Mordey ; cette machine a reçu le nom peu heureux de Victoria. Voici quelques détails fournis à son sujet pa M. F. Wynne, gérant de la Société, par M. Mordey et par M. P. Sellon.

Il y a deux types de la nouvelle machine Schuckert-Mordey : l'un a 4 pôles et l'autre en a 8. M. Mordey a déterminé avec soin la forme des pièces polaires ; dans les machines récentes, ces pièces consistent en semelles creuses occupant une large partie de la circonférence ; les épanouissements polaires sont semblables à ceux des machines Gülcher. M. Mordey est de l'avis de l'auteur, avis basé sur le diagramme du potentiel aux collecteurs, et pense que ces larges épanouissements des pôles sont très aptes à engendrer de fausses inductions : ils font connaître la cause des forces électromotrices opposées qui se manifestent aux collecteurs et qui donnent des points neutres secondaires.

A la suite de nombreuses expériences, M. Mordey est arrivé à une forme de pièces polaires qui évite tous ces inconvénients. Dans la machine Victoria à quatre pôles, quoique les pièces polaires embrassent tout l'anneau depuis l'extérieur jusqu'à l'intérieur, elles sont très étroites et n'occupent pas plus d'un secteur de 30 degrés. Ces pièces sont en fer fondu et sont soudées sur les âmes cylindriques en fer doux qui reçoivent les bobines ; il en est de même dans les machines Gülcher à quatre pôles. L'anneau de la machine Victoria ressemble plus à celui de Paccinotti qu'à celui de Gramme. L'âme est faite de rondelles en tôle de fer ou en bois, et M. Mordey a pris un soin particulier de s'assurer qu'il n'existe pas de communication par leurs points d'attache ; chaque rondelle étant isolée, il ne peut y avoir de courants qui les traverse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cela est loin d'être le cas de certaines machines récentes, celles d'Edison entre autres, avant les perfectionnements du Dr Hopkinson.

L'âme de l'anneau de la machine Victoria est garnie de dents comme celui de Pacinotti, et le fil est enroulé entre chacune de celles-ci. Il ne faut pas oublier qu'il existe par cela même une très forte ventilation.

Généralement, dans une machine à quatre pôles, il y a quatre balais, comme dans les machines de Gülcher et de Gramme ; M. Mordey a réduit leur nombre à deux, en réunissant les segments de l'armature qui occupent des positions semblables par rapport aux pôles, et ensuite par une pièce métallique les parties du collecteur qui sont au même potentiel ; les deux balais sont à 90 degrés l'un de l'autre, points où les potentiels sont maxima et minima. Les maxima d'induction sont très près de l'extrémité des pièces polaires dans le sens de la rotation ; ce sont les points où les lignes de force sont apparemment les plus denses. Ce déplacement du maximum d'induction explique l'infériorité des premières machines à larges épanouissements polaires. La position de ce maximum est située vers l'extrémité de la grande pièce polaire et, par conséquent, l'induction est soudaine et irrégulière. Il est singulier que, dans les machines où l'anneau est allongé, les pièces polaires doivent s'élargir, tandis que dans celles où l'anneau est aplati, les pièces polaires ne doivent pas s'étendre.

La machine Victoria est autorégulatrice avec le double enroulement des huit électro-aimants, les bobines du circuit principal étant intérieures et celles du circuit dérivé extérieures.

La caractéristique de cette machine est très droite, néanmoins ordinairement les conditions de fonctionnement varient peu, de sorte que le potentiel du courant principal est encore plus constant qu'on pourrait le supposer ; pratiquement elle est merveilleusement réglée. Avec une machine Victoria actionnant 101 lampes, dont l'une d'elles était fixée près des bornes, on peut éteindre 100 lampes sans que celle des bornes varie sensiblement et sans produire aucun surcroît d'étincelles aux balais, à ce point qu'on ne pouvait distinguer si la machine était en circuit ouvert ou en plein travail ; le courant conservait la même intensité.

D'après la Société anglo-américaine, le coefficient de transformation de cette machine est 96,15 pour 100, et son rendement électrique 85,68 pour 100 ; ces valeurs sont rapportées à l'unité de résistance de l'association britannique, elles sont trop élevées d'environ 1 1/2 pour 100 par rapport à l'ohm résistance absolue.

Quelques-unes de ces machines sont faites pour de faibles vitesses ; elles sont destinées à l'éclairage des navires : elles produisent un peu plus d'électricité, mais le rendement est un peu plus faible que celui des machines à grandes vitesses. Leurs électro-aimants sont plus lourds et demandent une plus grande énergie électrique pour maintenir leur aimantation. Ces remarques se rapportent à la comparaison des machines destinées à éclairer un égal nombre de lampes et de celles qui doivent produire une égale force électromotrice.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le grand type des machines Victoria à huit pôles permet d'allumer 750 lampes à incandescence ; l'anneau à cent vingt sections, et deux balais intéressant quinze sections chacun suffisent pour recueillir l'électricité.

Dans le numéro du 9 janvier 1884 de la *Revue industrielle*, M. Gramme a décrit une nouvelle machine à anneau plat et à douze pôles ; elle n'a pas moins de vingt-quatre balais. De l'avis de M. Gramme, cette machine a besoin de modifications pour devenir pratique.

Une autre machine à anneau plat et à quatre pôles a été décrite par M. Schuckert, de Nuremberg, et se trouvait à la dernière Exposition de Vienne. Cette machine, assez bien conditionnée, est à double enroulement et est calculée pour donner à la vitesse de quatre cent cinquante tours un courant de 320 ampères et de 100 volts.

On voit bien maintenant comment on a été conduit aux machines à plusieurs pôles. Dans les machines à quatre pôles de Gülcher, de Schuckert et de Schuckert-Mordey, il y a quelques différences de détails peu importants.

En adoptant l'anneau plat, les constructeurs invoquent l'avantage d'utiliser le fil sur tout le pourtour de l'anneau, mais cela est plus imaginaire que réel, car la résistance totale de l'armature induite est une faible fraction de la résistance totale du circuit. Il est possible d'étendre le champ d'induction de manière à rendre tout le fil actif, pourvu que cela ne produise pas un accroissement dans l'ensemble des lignes de force du champ.

La véritable raison en faveur des anneaux plats à plusieurs pôles provient : 1° de ce qu'il y a une excellente ventilation ; 2° de la facilité d'empêcher le fouettement des bobines dû à l'inertie tangentielle, autrement dit à la force centrifuge ; 3° de leur faible résistance, due à ce que les sections séparées sont chacune réunies en croix aux balais ou sur le cercle lui-même en arcs parallèles. A cela, il faut ajouter que pour une égale vitesse à la circonférence, l'armature tournant entre quatre pôles donne deux fois plus d'induction que si elle tournait entre deux pôles.

MM. R. E. Crompton et comp. ont perfectionné la machine de Bürgin. L'armature induite est telle qu'elle est venue de Suisse ; elle consiste en anneaux placés côte à côte sur un même noyau ; ces anneaux sont en fil de fer enroulé sur un cadre carré, chacun porte quatre bobines. M. Crompton a remplacé le carré par un hexagone chargé de six bobines, et le nombre des anneaux est porté à dix. De plus, il a alterné leurs positions de manière à présenter une hélice quand ils sont placés sur le noyau. Le but de cette modification était d'accroître la quantité de fer des âmes hexagonales et de déterminer par l'expérience les meilleures proportions de fer et de cuivre à employer. M. Crompton et M. Kapp ont en même temps appliqué le double enroulement aux électro-aimants.

On a aussi remplacé cette armature de dix anneaux, donnant soixante sections au collecteur, par une armature de quatre anneaux hexagonaux masifs, formant vingt-quatre sections au collecteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Récemment, MM. Crompton et Kapp ont changé le genre de l'armature induite. Leur nouvelle machine pèse 280 kilog., les électro-aimants sont faits en fer doux de Suède et sont à double enroulement. L'armature est formée d'un seul anneau cylindrique, et les bobines sont enroulées sur des disques dentés en fer doux enfilés sur un noyau central à la manière de l'anneau de Pacinotti. En somme, cette armature est en partie celle de Weston, en partie celle de Pacinotti, et elle rappelle également celle de Bürgin.

Le soin de M. Crompton a été d'avoir un circuit magnétique aussi complet que possible et de la meilleure qualité, ce qui a eu pour résultat d'augmenter beaucoup la production de la machine, c'est-à-dire la quantité de travail fait par seconde.

L'armature a 42 centimètres de long et 20 de diamètre; à mille tours, la machine donne 110 ampères et 145 volts, mais à cette vitesse elle s'échauffe beaucoup. Le champ inducteur a une grande intensité; il surpasse beaucoup l'aimantation produite dans l'armature, de sorte que les balais une fois calés n'ont pas à changer de position et ne donnent point d'étincelles.

Il faut dire que cette machine Crompton, comme celle de la Société anglo-américaine, a ses bobines en séries enroulées directement sur les âmes en fer des électros et les bobines en dérivation par-dessus les précédentes; c'est le contraire de ce qui a été adopté par M. Siemens et M. Gülcher. Il faut, pour être fixé sur cette disposition, attendre que la pratique ait prononcé; cependant, il semble que si les bobines de fil fin en dérivation sont intérieures, le rendement pour un effet magnétique égal doit être très grand; mais si les bobines en séries sont extérieures, la perte par échauffement pour produire un même effet magnétique sera probablement augmentée.

De ce qui se passe dans les bobines d'un galvanomètre ou dans celles d'un électro-aimant, on peut tirer cette conséquence qu'il y a avantage à faire sur l'âme un nombre de tours aussi grand que possible, alors le fil fin doit être enroulé avant le gros fil; mais d'autre part il faut, pour diminuer la résistance des bobines en séries, les mettre dans le circuit principal, tandis que l'augmentation de résistance provenant de l'enroulement des bobines sur un grand diamètre n'est pas désavantageuse pour les bobines de dérivation. S'il en est ainsi, on doit enrouler les bobines de dérivation autour des bobines réunies en séries.

Avant de quitter la question des armatures, il faut citer la nouvelle armature de Cabella, qui se recommande aux électriciens amateurs comme étant facile à construire. Elle ressemble à celle d'Edison et est faite de lames de cuivre fixées sur un mandrin de bois, autour est enroulé du fil de fer doux isolé des lames de cuivre, et celles-ci sont réunies deux à deux d'avant en arrière, de sorte que le cylindre de fil de fer se trouve entouré d'une hélice continue de lames; enfin ces lames se prolongent de trois en trois pour former le collecteur.

D'après le professeur Ferrini, une armature Cabella mise entre les pôles d'une ma-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chine Edison de 60 lumières (Z ancien modèle), à la place de l'armature ordinaire, augmente la production jusqu'à pouvoir allumer 100 lampes.

La plus récente machine, ayant une armature faite de disques, est due à l'infatigable Edison ; il a formé ses disques de barres radiales réunies aux extrémités par des cercles et intérieurement par des rondelles. Chaque barre radiale communique avec celle qui lui est opposée, et le disque ainsi construit tourne entre les pièces polaires d'un très fort électro-aimant d'une construction nouvelle.

Un autre type de machine à disque a été inventé par sir W. Thomson. L'armature est une roue plate ressemblant à une roue de bicycle. Les bras ou rayons de cette roue, dans lesquels se fait l'induction, sont tous réunis extérieurement à une bande de cuivre, mais à l'intérieur ils sont isolés et réunis à chacun des segments du collecteur. Comme dans la machine d'Edison, le disque tourne entre les pôles d'un très fort électro-aimant qui, dans le cas présent, a la forme hémicirculaire ; l'axe de l'armature est vertical. Malheureusement, l'effet n'a pas répondu à l'attente, car cette machine exige une vitesse considérable, autrement la force électromotrice est faible.

Dans la machine Elphinstone-Vincent, les sections de l'armature ont la forme d'un rectangle, et les bobines sont enroulées séparément, puis enfilées dans un cylindre de papier mâché qui tourne entre de puissants électro-aimants ; des électro-aimants intérieurs renforcent l'effet, de plus, la disposition est telle que les surfaces polaires enveloppent presque complètement l'induit. D'autres perfectionnements rendent cette machine très intéressante.

Les machines à courants alternatifs ont également été étudiées, et la machine de Ferranti-Thomson a reçu de nombreux perfectionnements. Extérieurement elle n'a pas changé d'aspect, mais intérieurement elle a été considérablement modifiée. Le bâti de la machine est fondu en deux parties qui sont ensuite boulonnées ensemble ; cette carcasse contient un cercle de noyaux d'électro-aimants. L'armature est formée d'une bande de cuivre enroulée en zigzag et maintenue par des boulons sur une carcasse en forme d'étoile. Cette pièce en laiton sert à établir la communication de l'un des collecteurs avec la bande de cuivre. Il y a en fait trois circuits complets et parallèles de bandes de cuivre. Ils communiquent à trois des quatre boulons de l'étoile, passent sur le quatrième et s'unissent ensuite avec une seconde pièce en forme d'étoile qui communique avec le second collecteur Chaque bande fait dix tours en zigzag, de sorte qu'il y a trente épaisseurs bien isolées par une bande de caoutchouc vulcanisé. Cette armature a 76 centimètres de diamètre et un peu plus de 12 millimètres d'épaisseur, de sorte que les deux pôles des électro aimants sont très rapprochés et produisent une puissante induction.

La partie la plus curieuse est la disposition adoptée pour envoyer le courant dans le circuit extérieur. L'arbre porte de chaque côté de l'armature un anneau collecteur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en bronze, isolé de cet arbre, et communiquant aux pièces en forme d'étoile dont il a été question.

Au lieu de balais, de fortes pièces métalliques recueillent le courant et entourent les anneaux collecteurs sur un espace de 180 degrés. Ces pièces sont fixées sur des pièces articulées et sont maintenues par des ressorts pour ne pas être entraînées dans la rotation.

Cette machine marche à 1 400 tours et allume 1 000 lampes ; mais M. Ferranti a construit une machine ne faisant que 300 tours et allumant 500 lampes.

On pourrait encore citer la machine Mechwart-Zippernowsky qui ressemble à la machine Gordon.

Parmi les machines unipolaires, aucune n'a donné de résultats satisfaisants en pratique ; elles semblent mettre la théorie en défaut, car celles qui ont été construites sans précautions pour éviter le mauvais effet des extra-courants marchent, quoique mal, tandis que celles qui sont construites avec tous les soins possibles marchent à peine.

Enfin on peut encore citer la machine de sir Charles Bright, dont les bobines et l'armature sont fixes, tandis que les électro-aimants et les bobines se meuvent; celle du professeur G. Forbes, dont une partie des électro-aimants est mobile, et d'autres machines analogues.

En terminant, le professeur S. P. Thompson remarque que pendant les quinze derniers mois, la construction des machines dynamos a fait de réels progrès, la théorie et la pratique ont marché côte à côte. Il est vrai que sur quelques points la théorie a devancé la pratique, mais sur bien d'autres la pratique a devancé la théorie. On ne connaît pas la loi de saturation des électro-aimants, et l'on doit se contenter de formules que l'on sait inexactes. On sait peu de chose sur les lois de l'induction dans des circuits composés de couches d'air et de fils de cuivre, et il faudrait que l'on fît pour les circuits magnétiques ce que Ohm a fait il y a un demi-siècle pour les circuits voltaïques. Il y a largement place pour les progrès de la théorie et ceux de la pratique.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Ammoniaque et goudron. — On s'occupe beaucoup depuis un an ou deux de retirer des fourneaux industriels les sous-produits de la distillation de la houille. Des essais ont eu lieu sur des fours à coke, des gazogènes, et même des hauts fourneaux.

La dernière livraison du journal de l'*Iron and steel Institute* donne le compte

(1) *Dingl. polyt. Jour.*, B. 244, p. 71.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rendu de diverses recherches et expériences entreprises à ce sujet en Angleterre et en Allemagne.

Un chimiste anglais, le professeur Forster, a constaté que, même après distillation complète, il reste dans le coke une forte proportion d'azote.

C'est ainsi qu'avec une houille tenant **1,73** pour **100** d'azote, et rendant **75** pour **100** de coke, il restait dans le coke **0,84** d'azote, soit la moitié de la quantité contenue dans la houille; dans les produits condensés, on retrouve **0,25** d'azote sous forme d'ammoniaque et **0,027** sous forme de cyanogène; le reste, soit **0,61**, a dû être expulsé avec les gaz, probablement à l'état d'azote libre.

Des inventeurs ont cherché à augmenter la proportion d'ammoniaque formée : le procédé Young et Beilby consiste à faire traverser le coke en distillation par un courant de vapeur d'eau, ce qui augmente sensiblement le rendement en ammoniaque.

M. Tervet a reconnu, par des expériences en petit, que le moyen le plus efficace de transformer en ammoniaque l'azote retenu dans le coke, est de faire traverser celui-ci par un courant d'hydrogène. Le gaz est condensé par de l'acide sulfurique dilué. Il est ainsi arrivé à retirer d'un coke dont la distillation n'expulsait plus aucune bulle de gaz, de **1,5** à **4** pour **100** de sulfate d'ammoniaque.

L'hydrogène paraît exercer dans cette réaction une double fonction : il se combine à l'azote et protège l'ammoniaque formée contre une décomposition ultérieure au contact du coke ou des tubes chauffés au rouge.

Les goudrons obtenus varient comme composition; le goudron du four à coke Jameson n'a qu'une densité de **0,96**, tandis que celui du four Carvès a une densité de **1,2** et ressemble beaucoup au goudron des usines à gaz : cette différence provient de ce que le four Carvès est plus chaud, et que la distillation se fait en vase clos, et rapidement, c'est-à-dire dans des conditions qui se rapprochent de celles remplies dans les usines à gaz. La température la plus favorable à la formation des sous-produits serait cependant inférieure à celle que l'on réalise dans les cornues à gaz.

Des essais faits sur des hauts fourneaux alimentés au coke ont montré, comme c'était facile à prévoir, que les gaz sont trop pauvres en ammoniaque pour payer les frais d'une condensation; dans ce cas, c'est au four à coke qu'il faut récupérer l'ammoniaque et le goudron produit par la distillation de la houille.

Un certain nombre de systèmes de fours à coke ont été inventés dans ce but. L'un des plus répandus est le four Carvès.

Le rendement en ammoniaque dépasse celui des usines à gaz. Le goudron est moins dense, mais plus riche en huiles légères, et a au moins autant de valeur que le goudron des usines à gaz.

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.

PARIS. — IMPRIMERIE JULES TREMBLAY, RUE DE L'ÉPERON, 5;
MADAME VEUVE TREMBLAY, NÉE BOUCHARD-HUZARD, SUCCESSEUR.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

83e année. Troisième série, tome XI. Octobre 1884.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

COMMERCE.

RAPPORT *fait par* M. C. LAVOLLÉE, *au nom du comité de commerce, sur une* PROPOSITION RELATIVE AU SERVICE DES BREVETS D'INVENTION ET A SON INSTALLATION AU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS.

Messieurs, le Conseil a renvoyé à l'examen du comité de commerce une communication de l'Association des inventeurs et artistes industriels relative au service des brevets d'invention.

Cette Association demande que, sans attendre les réformes que lui paraît comporter l'ensemble de la législation sur la propriété industrielle et artistique, le Gouvernement s'applique à améliorer, dans ses détails, le mécanisme administratif actuel ; elle propose instamment « de centraliser dans un même local tous les services inhérents à la propriété industrielle, services qui sont aujourd'hui dispersés dans des endroits séparés et reliés à des administrations différentes », et elle émet le vœu que cette centralisation s'opère au Conservatoire des Arts et Métiers.

Cette proposition et ce vœu sont développés dans une note que l'Association des inventeurs et artistes industriels a adressée à M. le Ministre du commerce le 20 mai 1884, et qu'elle nous demande d'appuyer.

La Société d'encouragement a, de tout temps, montré sa sollicitude pour les intérêts de la propriété industrielle, et le Conseil est naturellement disposé à seconder les propositions qui ont pour objet d'améliorer, en les rendant plus simples et plus faciles à remplir, les conditions auxquelles sont soumises l'obtention, la jouissance et la vulgarisation des brevets.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il convient de reconnaître que les Gouvernements, prenant en considération les votes émis par les Congrès qui ont été tenus à Vienne et à Paris pour l'étude des questions relatives à la propriété industrielle, se sont concertés pour perfectionner une législation qui a un caractère international ; car elle doit, pour être efficace, consacrer en tout pays le droit de propriété et protéger les intérêts des inventeurs.

Tel a été le but de la convention signée à Paris le 20 mars 1883, complétée par le protocole du 6 juillet 1884, et promulguée en France par le décret du 7 juillet.

Parmi les articles de cette convention, à laquelle ont pris part ou adhéré les Gouvernements des principaux pays, nous citerons l'article 12, en vertu duquel « chacune des parties contractantes s'engage à établir un service « spécial de la propriété industrielle et un dépôt central pour la communi- « cation au public des brevets d'invention, des dessins ou modèles industriels « et des marques de fabrique ou de commerce. » En outre, dans l'article 5 du protocole additionnel, il est dit que « l'organisation du service spécial « de la propriété industrielle comprendra, autant que possible, la publi- « cation, dans chaque État, d'une feuille officielle périodique. »

Il n'est pas douteux que le Gouvernement français se montrera l'un des plus empressés à exécuter, pour ce qui le concerne, les dispositions prescrites à la suite de négociations dont il a eu l'initiative et dont le succès lui fait honneur. Il en a donné une première preuve en créant le *Bulletin officiel de la Propriété industrielle et commerciale*, qui est publié sous la direction du Ministère du commerce et qui fournit hebdomadairement l'indication des brevets délivrés ainsi que des marques de fabrique déposées conformément à la loi. Les inventeurs, les industriels et les négociants demandaient avec instances que ce mode de publicité authentique et rapide, qui existe depuis longtemps dans d'autres pays, fût pratiqué en France. Le ministère du Commerce, devançant la date d'exécution de la convention du 20 mars 1883, leur a donné satisfaction par la publication du *Bulletin officiel*, qu'il s'appliquera certainement à rendre aussi complet et aussi instructif que possible, au profit de tous les intéressés, à l'étranger comme en France.

Une égale sollicitude sera sans doute apportée pour l'exécution de l'article 12 de la convention de 1883, relatif à l'établissement d'un service spécial de la propriété industrielle et d'un dépôt central des brevets, dessins et marques de fabrique. Sur ce point, la note qui nous a été communiquée par l'Association des inventeurs et artistes industriels, tout en reconnaissant que l'admi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nistration de ces divers services est dès à présent concentrée dans les attributions d'un bureau spécial dépendant du ministère du Commerce, signale des complications et des difficultés, dont quelques-unes sont très sérieuses, dans l'accomplissement des formalités imposées aux inventeurs et dans l'étude des brevets. Elle indique, comme étant supérieure et digne d'être imitée, l'organisation des *Patent-offices* qui existent en Angleterre et aux Etats-Unis, et elle conclut à ce que le Conservatoire des Arts et Métiers soit institué, pour tous les détails de l'administration et de l'exécution, le siège unique du service spécial qu'il s'agirait de créer à Paris.

Votre comité de commerce n'a point à insister sur chacune des critiques énumérées dans la note. Il est certain que le mécanisme actuel comporte d'utiles réformes. Le Gouvernement, qui a provoqué l'amélioration du régime international, ne saurait méconnaître les obligations inscrites dans la convention de 1883, et il possède, outre le bon vouloir, tous les moyens de s'éclairer sur le choix des mesures les plus efficaces pour atteindre le but, comme aussi sur le choix du local qui serait le mieux approprié. Nous n'avons aucune objection contre l'installation au Conservatoire des Arts et Métiers, telle qu'elle est sollicitée dans la note et appuyée sur d'excellentes raisons ; il résulte même des renseignements les plus autorisés que l'extension du Conservatoire et l'aménagement des bâtiments nouveaux se prêteraient complètement à l'installation du service spécial de la propriété industrielle et à l'organisation du dépôt central pour les brevets, modèles et marques de fabrique. Le Conseil de la Société d'encouragement peut donc, sous la garantie de ces renseignements qui seront confirmés par l'un de ses membres, récemment directeur du Conservatoire (M. Hervé Mangon), appuyer le vœu exprimé par l'Association des inventeurs quant au choix du local. Quelle que soit à cet égard la décision du Gouvernement, le Conseil doit espérer que, conformément aux engagements inscrits dans la convention internationale, l'ensemble du service sera, pour la France, organisé dans les conditions les plus favorables et les plus larges ; car il est permis d'ajouter que la dépense sera amplement couverte par les produits mêmes du service des brevets.

En répondant avec sa bienveillance habituelle à des observations que le Conseil de la Société avait cru devoir lui adresser au sujet de la communication des brevets d'invention, le Ministre du commerce nous écrivait récemment : « Les brevets rapportent, il est vrai, à l'Etat, une somme qui « dépasse deux millions par année ; mais cette somme rentre dans le budget

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« des recettes et ne saurait être affectée spécialement au service des brevets « d'invention, qui n'a à sa disposition que le crédit inscrit au budget des « dépenses du Ministère du commerce. » Et, dans cette même lettre, le Ministre faisait remarquer que l'exécution, rendue plus stricte, des formalités concernant la communication des brevets, augmentait sensiblement, de plus du double, le chiffre des recettes provenant des délivrances de copies authentiques. Il résulte de ces déclarations que les ressources fournies par la législation des brevets ne feraient pas défaut pour installer complètement le service. Faut-il nous rendre à cet argument : que le produit des brevets appartient au budget général des recettes, que le Ministère du commerce n'en dispose pas, et que dès lors il ne peut être affecté au service spécial ? Non : nous ne devons voir dans cette réponse que l'explication de l'impuissance dans laquelle le Ministre regrette de se trouver, quand il s'agit d'améliorer, au prix d'un supplément des dépenses,le service de la propriété industrielle. Les règles de la procédure budgétaire veulent, en effet, qu'il soit fait état distinctement de chaque recette et de chaque dépense, sans qu'il y ait compensation directe. Si respectables que soient ces règles, elles ne sauraient avoir pour conséquence que le labeur de l'esprit, que le génie de l'invention soit taxé comme une matière à impôt. L'Etat ne doit prétendre qu'à se faire rembourser les frais de l'authenticité et de la protection qu'il donne à l'invention ; il lui est permis de calculer largement le taux préalable des redevances, de manière à être indemne ; mais, s'il y a excédent de la recette sur la dépense, si cet excédent de recette peut trouver un emploi pour augmenter les garanties et les encouragements dus aux inventeurs, l'État ne peut pas hésiter à l'affecter à l'amélioration du service des brevets ; ce n'est point une dépense, c'est une restitution. Les inventeurs qui échouent se ruinent, après avoir payé à la communauté le prix d'une protection qui ne leur a pas été utile ; ceux qui réussissent, enrichissent la communauté souvent plus qu'ils ne s'enrichissent eux-mêmes, et les services qu'ils rendent, les bénéfices qu'ils procurent, bien qu'ils ne soient pas inscrits au budget des recettes, dotent largement les budgets des générations à venir. Si l'on pouvait établir par *Doit* et *Avoir* le compte des inventeurs et des brevets au regard de la communauté et de l'État, l'on verrait à quels chiffres s'élèverait la balance au profit des premiers, et combien il est essentiel, dans un grand pays, même au point de vue budgétaire, de ne point étouffer sous des taxes, d'encourager au contraire, les esprits qui inventent, qui perfectionnent, et qui ouvrent ainsi de nouvelles voies au travail et à l'impôt.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces réflexions, qu'il est superflu de développer devant le Conseil de la Société d'encouragement, nous sont inspirées non seulement par la lettre du Ministre du commerce, mais encore par la communication qui nous a été faite de la note de l'Association des inventeurs et par les termes de la convention internationale de 1883. Pour exécuter dignement cette convention, pour répondre aux vœux de l'Association des inventeurs, pour seconder la bienveillance non douteuse du Ministère du commerce, le Gouvernement et les pouvoirs publics, qui règlent nos budgets, doivent être convaincus que la question d'argent ne saurait faire obstacle. La création du service spécial doit être promptement décidée et généreusement dotée. Elle ne coûtera rien à l'État. Les brevetés seuls en feront les frais.

Le comité de commerce propose au Conseil d'adresser le présent Rapport à l'Association des inventeurs, en réponse à la note dont il nous a été donné communication, et de l'insérer dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : C. LAVOLLÉE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 25 juillet 1884.

AGRICULTURE.

RAPPORT *fait par* M. LAVALARD, *au nom du comité d'agriculture, sur des* SPÉCIMENS DE FERRURES A GLACE *envoyés à la Société nationale d'encouragement pour l'industrie nationale, par* M. AUREGGIO, *vétérinaire en premier au 4e régiment de cuirassiers, à Lyon.*

Messieurs, M. Aureggio, vétérinaire en premier au 4e régiment de cuirassiers, à Lyon, vous a adressé des spécimens de ferrures à glace nouvelles, avec cinq brochures explicatives, publiées de 1880 à ce jour, et intitulées :

N° 1. *Études sur la Ferrure à glace en Europe* (Publiées dans le Journal de la réunion des officiers).

N° 2. *La Ferrure à glace dans les armées européennes* (Extrait du journal *les Sciences militaires*).

N° 3. *Nouvelle Ferrure à glace à chevilles mobiles dite à croissants*, et consistant dans l'introduction d'une fiche carrée en acier, légèrement pyramidale, dans une étampure cylindro-conique.

N° 4. *Conférences sur la Ferrure dans les armées et en France.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

N° 5. *La Chaussure rationnelle du fantassin.*

Je ne reproduirai pas devant vous, messieurs, le Rapport si bien étudié et si complet que vous a présenté l'année dernière notre collègue M. Dailly, sur le système de ferrure à glace de M. Delpérier, à qui vous avez bien voulu accorder une médaille d'or. Dans ce travail, si consciencieusement fait, notre honorable collègue vous a décrit combien étaient minutieuses les opérations de la ferrure du cheval, et avec quelle économie il fallait savoir les diriger. Ma tâche est donc devenue très facile, et je me bornerai à analyser le plus succinctement possible l'œuvre de M. Aureggio, en me bornant à l'étude des différents systèmes de ferrures à glace employées par les armées européennes.

L'importance des études de cette nature est malheureusement démontrée par l'histoire des guerres du premier et du second Empire.

L'historien illustre du Consulat et de l'Empire retrace en termes saisissants la terrible retraite de Russie : « A chaque montée rendue glissante par « la neige, nos chevaux d'artillerie, même en doublant et triplant les atte- « lages, ne parvenaient pas à tirer les pièces du plus faible calibre. On les « battait, on les mettait en sang, ils tombaient les genoux déchirés et ne « pouvaient surmonter l'obstacle, privés qu'ils étaient de force et de *moyen « de tenir sur la glace.* »

Le colonel Poulet, dans son livre : *l'Invasion de l'Est,* cite, à la page 21, l'impossibilité où s'est trouvée l'artillerie de déplacer ses pièces pendant la guerre de 1870, pendant les temps de neige et de verglas.

Enfin, pour prendre un exemple plus saisissant encore, vous n'avez pas oublié le coup d'œil original de Paris lorsque, par suite du verglas tombé dans la soirée du 1er janvier 1875, toutes les voitures, fiacres et omnibus, furent dételées et immobilisées sur la voie publique, parce que les ateliers de maréchalerie étant fermés, les chevaux n'avaient pu être cloutés.

M. Aureggio, en se consacrant tout particulièrement à l'étude des différentes ferrures à glace employées par les armées européennes, rend donc un grand service à l'armée et à son pays. Au reste, il n'est pas le seul qui ait pris cette initiative, et nous pourrions citer les noms d'un grand nombre de ses collègues civils et militaires qui sont les auteurs des projets les plus variés de ferrure. C'est surtout depuis 1877 que beaucoup d'inventeurs ont soumis aux Comités de cavalerie et d'hygiène hippique différents spécimens paraissant, à leurs yeux, remplir les conditions exigées pour une bonne ferrure à glace.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A la suite de ces demandes, la Commission d'hygiène hippique, au Ministère de la guerre, fixa un programme d'expériences, qui a paru au *Journal officiel* (1881, page 619); il comporta quatre systèmes de ferrure à glace mobile, choisis *après essai* comme les plus pratiques. Ce sont :

1° La ferrure à vis (système russe) ;

2° La ferrure à chevilles carrées dans mortaises carrées (système allemand Dominick);

3° La ferrure à chevilles rondes dans mortaises rondes (système américain Judson et système hanovrien) ;

4° La ferrure à chevilles carrées dans mortaises rondes, dite encore ferrure à croissants (système français Aureggio).

Nous ne croyons pas que l'expérimentation de ces ferrures, qui a été faite pendant les premiers jours de l'année 1882, ait donné de bons résultats, et que l'armée française soit aujourd'hui pourvue d'une excellente ferrure à glace. C'est que le problème est très complexe. Les études dont nous venons de parler supposent toujours les armées en campagne dans les pays les plus septentrionaux de l'Europe, et ne se préoccupent que des différents systèmes employés par les armées étrangères dans des pays où la neige et le verglas existent pendant près de six mois. Et certainement, si nous nous reportons aux différentes périodes des guerres en Europe, nous verrons que bien souvent les grandes luttes ont eu lieu dans des pays à climat plus tempéré, et que, dans ces cas, l'application des ferrures usitées dans le Nord peuvent avoir de graves inconvénients. Nous regrettons beaucoup que le programme ministériel n'ait pas jugé à propos de joindre aux ferrures qui devaient être expérimentées celle de M. Delpérier, dont je vous ai parlé plus haut. La Commission d'hygiène hippique ignore peut-être que plusieurs régiments, entre autres un en garnison sur la frontière de l'Est, et un autre en garnison à Paris, ont obtenu des résultats très satisfaisants avec le clou Delpérier.

En tout cas, à Paris, cette ferrure est aujourd'hui très connue et très appréciée, et nous pourrions citer plusieurs ateliers de maréchalerie qui ferrent même en ce moment les chevaux de cette façon, pour éviter les glissades sur le pavé en bois, qui devient dangereux quand il commence à être mouillé.

M. Aureggio demanda, en 1880, l'autorisation d'aller en Allemagne étudier l'hygiène et la maréchalerie des corps de troupe à cheval. C'est à la suite de ce voyage qu'il proposa la ferrure qu'il vous présente aujourd'hui.

Je ne veux nullement entrer dans la partie technique, qui pourrait vous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

paraître plus ou moins aride, et je vais seulement vous faire connaître les raisons qui ont fait croire à M. Aureggio qu'il avait résolu le problème d'une bonne ferrure à glace.

Il n'a pas tenu suffisamment compte de l'observation que nous avons faite au début de ce Rapport, c'est que les ferrures ne peuvent être les mêmes pour les différents pays de l'Europe où les armées sont appelées à faire campagne. Il est bien évident que les chevaux ne seront pas ferrés de la même façon dans les pays du Nord et dans les pays méridionaux. Il serait donc imprudent de faire des approvisionnements par trop considérables de l'une de ces ferrures. La neige et le verglas ne tiennent jamais bien longtemps dans les pays tempérés. La difficulté est donc pour nous d'armer suffisamment le pied du cheval, à un moment donné, sans lui détériorer le sabot et sans fausser ses aplombs. Le poids de l'outillage nécessaire pour ferrer à glace doit aussi entrer en ligne de compte, car on ne peut indéfiniment charger le cheval et le cavalier.

Peut-être M. Aureggio, en passant en revue tous les différents systèmes préconisés, a-t-il été un peu sévère pour le procédé Delpérier qui, comme nous l'avons déjà dit, rend tous les jours d'immenses services à ceux qui l'emploient. M. Aureggio a voulu faire mieux, et nous ne pouvons que le féliciter de ce zèle. Il a beaucoup travaillé pour perfectionner les systèmes de ferrure à vis et à cheville en temps de neige et de verglas, et a cherché surtout à les mettre à la portée de tous les ouvriers maréchaux.

En conséquence, votre rapporteur vous propose d'adresser une lettre de félicitations à M. Aureggio pour son importante communication, et de le prier de tenir la Société au courant de ses travaux ultérieurs qui peuvent avoir une si grande influence sur le sort des armées en campagne.

Signé : LAVALARD, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 25 *juillet* 1884.

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *présenté par* M. CARNOT, *au nom du comité des arts chimiques, sur* L'ALLIAGE DE CUIVRE ET DE MANGANÈSE, *de* M. Pierre MANHÈS.

Le cuivre du commerce renferme toujours une certaine quantité d'oxyde, conséquence à peu près inévitable du travail même, auquel on le soumet

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour le purifier. Le cuivre brut, en effet, contient différentes substances étrangères, que l'on ne parvient à éliminer que par un affinage, c'est-à-dire par fusion dans une atmosphère oxydante. L'oxydule de cuivre formé à la surface se dissout dans le métal fondu et, se mélangeant dans toute sa masse, arrive au contact des matières étrangères, plus oxydables que le cuivre, qui passent à l'état d'oxydes dans les scories. La purification n'arrive à être complète que lorsque le métal est chargé d'une certaine quantité d'oxydule de cuivre. Il est alors d'un rouge violacé; il présente une texture grenue et ne possède pas les qualités de ductilité et de malléabilité que l'on exige dans les arts.

On cherche à lui rendre ces qualités essentielles par une réduction ménagée, en couvrant de charbon de bois le bain métallique et déterminant, par l'immersion d'une perche de bois vert, un bouillonnement et un brassage énergique qui facilitent le contact du métal oxydé et du charbon. On suit d'ailleurs avec soin la marche de la réduction, en prélevant souvent de petits échantillons de métal, jusqu'à ce que l'essai montre une cassure soyeuse et une belle couleur rose.

Si l'on dépassait ce point, le cuivre ne tarderait pas à prendre une couleur d'un rouge jaunâtre avec une texture grenue et un défaut complet de malléabilité, caractères que l'on attribue à une carburation du métal et qui le rendent impropre à tout usage. Comme la présence du carbone paraît être encore bien plus à redouter que celle de l'oxygène, on arrête toujours l'action de la perche, et on procède à la coulée dès que le cuivre est devenu bien malléable, avant que la réduction soit tout à fait complète.

L'oxydule restant se trouve alors disséminé d'une façon plus ou moins irrégulière dans le métal; il lui enlève un peu de sa ductilité, surtout à froid, et le rend aussi plus facilement altérable sous l'action de l'eau et particulièrement de l'eau de mer.

La destruction rapide à la mer des feuilles de cuivre employées au doublage des bâtiments a été, depuis une cinquantaine d'années, l'objet des plaintes et de la sollicitude des officiers et des ingénieurs de la marine française, en même temps que de l'Amirauté anglaise. Les expériences faites, en 1851, au port de Cherbourg, par M. l'ingénieur Corrard et M. le pharmacien de la marine Basnau, ont établi que la véritable cause de l'altération du métal devait être rapportée à la présence de l'oxydule de cuivre, qui facilite, dans l'eau salée, la formation de sels solubles, même à l'abri de l'air (1).

(1) *Mémorial du Génie maritime.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Manhès rendit la démonstration plus complète encore en opérant sur des feuilles de métal à différents degrés d'oxydation, préparées dans son usine de Vedènes (Vaucluse). Il publia, sur ce sujet, une étude fort bien faite (1), dans laquelle, après avoir analysé les causes d'altération du cuivre dans l'eau de mer, il proposait un moyen d'y remédier et d'obtenir une plus grande durée des feuilles de doublage.

Ce moyen, d'après ce que nous venons de dire, il devait naturellement le chercher dans une réduction complète des composés oxygénés du cuivre. Il eut pour cela recours à l'introduction d'une substance capable, en s'oxydant elle-même au détriment de ces composés, d'amener la purification complète du métal. Il essaya d'abord l'emploi du phosphore, puis celui du zinc, et enfin celui du manganèse, qui a l'avantage d'unir à une grande affinité pour l'oxygène une fixité presque absolue à la température de fusion du cuivre.

Les résultats furent très favorables.

M. Manhès constata :

1° « Que le manganèse métallique, ajouté en minime proportion au cuivre affiné, et à la condition d'un mélange intime, réduit complètement la petite quantité d'oxydule qui restait dans le cuivre, en se transformant lui-même en silicate au contact des parois et de la sole du four;

2° « Que si, pour être certain de la réduction complète de l'oxydule de cuivre, on est obligé de mettre un léger excès de manganèse, les quelques millièmes de ce métal qui restent dans le cuivre ne modifient en rien sa malléabilité, soit à chaud, soit à froid, et sont sans influence sur la marche de la corrosion par l'eau de mer. »

C'est sous forme d'alliage avec le cuivre que se fait l'introduction du manganèse. On fabrique dans l'usine de M. Manhès un alliage à 75 pour 100 de cuivre et 25 pour 100 de manganèse, auquel il a donné le nom de *cupro-manganèse.*

Pour purifier le cuivre affiné suivant la méthode ordinaire, lorsqu'il est prêt à être coulé, on y verse la quantité voulue de cupro-manganèse préalablement fondu dans un creuset de graphite sous une couche de charbon de bois concassé; on y ajoute un peu de flux alcalin, pour scorifier l'oxyde de manganèse; on produit un brassage énergique au moyen de la perche de bois vert et, après un repos de quelques instants, on procède à la coulée.

---

(1) *Études sur la conservation du cuivre à doublage.* Lyon, 1878.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La quantité d'oxydule à détruire dans le cuivre affiné étant ordinairement très faible, il suffit, pour atteindre ce résultat, d'une minime proportion de cupro-manganèse. Cette proportion peut varier, suivant le degré d'affinage préalable, entre 400 grammes et 1 kilogramme pour 100 kilogrammes de cuivre.

Cette quantité est assez faible pour ne pas influer sensiblement sur la valeur du cuivre affiné, bien que le prix de revient du cupro-manganèse soit relativement élevé, et, d'un autre côté, les résultats obtenus, au point de vue de la qualité du cuivre, paraissent être des plus importants.

Le métal, complètement exempt d'oxydule et contenant à peine quelques millièmes de manganèse, présente à la cassure une homogénéité parfaite, sans aucune des petites cavités sphériques brillantes qui apparaissent dans la cassure du cuivre affiné par les procédés ordinaires. Des expériences prolongées d'immersion dans l'eau de mer ont montré que la corrosion était réduite dans une proportion considérable, en sorte que les feuilles de doublage des navires ainsi préparées pourraient avoir, à la mer, une durée beaucoup plus grande que les feuilles fabriquées avec le cuivre ordinaire.

Quant aux propriétés physiques, elles ont été l'objet de nombreux essais comparatifs de la part de M. Michel Levitzky, directeur du contrôle des armes à feu pour la marine à Toula, l'un des principaux centres de l'industrie du cuivre en Russie (1).

Il a trouvé que le cuivre pur, coulé avec 1 pour 100 de cupro-manganèse, avait un poids spécifique de 8,843 et une résistance à la rupture par traction de 48 kilogrammes par millimètre carré ; tandis que le même cuivre, fondu sans agent de réduction, présentait un poids spécifique de 8,762 et une résistance de 37 kilogrammes par mètre carré.

Le phosphure de cuivre et le ferro-manganèse peuvent aussi être employés comme agents de réduction du cuivre affiné; mais ils donnent, d'après M. Levitzky, des résultats un peu moins satisfaisants que le cupro-manganèse.

Les alliages du cuivre avec le zinc et avec l'étain prennent aussi des qualités meilleures, au point de vue de la résistance, de la ténacité et de la malléabilité, lorsqu'ils ont été soumis à l'action de l'un des réducteurs, et, parmi ceux-ci, le plus parfait paraît être le cupro-manganèse ; telle est, du moins, la conclusion des études de M. Levitzky.

M. Manhès nous a, de son côté, communiqué un tableau des résultats

(1) *Revue universelle des mines*, Liège.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'essais à la traction faits comparativement sur des bronzes ordinaires à 90 de cuivre et 10 d'étain, et sur des bronzes préparés au cupro-manganèse avec 90 de cuivre, 9,5 d'étain et 0,5 pour 100 de manganèse, ou avec 90 de cuivre, 9 d'étain et 1 pour 100 de manganèse. Il ressort de ce tableau que la rupture des premiers s'est produite sous une charge de 19 kilog. avec un allongement de 4 pour 100, tandis que les derniers ne se sont rompus que sous une charge de 23 kilog. avec un allongement de 15 à 18 pour 100.

En résumé, nous voyons que l'emploi du cupro-manganèse permet, en faisant disparaître entièrement l'oxydule de cuivre, de donner soit au cuivre, soit à ses alliages principaux, des qualités notablement supérieures à leurs qualités habituelles.

Votre comité des arts chimiques vous propose, messieurs, de remercier M. Manhès de sa très intéressante communication, et de voter l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : Ad. Carnot, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 25 *juillet* 1884.

ARTS MÉCANIQUES.

Rapport *fait par* M. le colonel Goulier, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* appareil destiné au tracé des courbes rampantes des limons d'escaliers, *présenté par* MM. Boucher, Noizet et Comp., 33 *bis, rue du Moulin-Vert* (1).

On sait que, dans les escaliers en bois dits *à jour*, les marches sont portées, du côté du jour, par un *limon* formé de plusieurs pièces de bois disposées de telle sorte que les fibres de chacune d'elles soient dans la direction moyenne du rampant. Ces pièces sont réunies ensemble par des tenons et mortaises et des boulons d'assemblage. Le limon est compris entre la surface verticale qui limite le jour, surface composée en général de plans raccordés par des portions de cylindres et une seconde surface parallèle à celle-ci. Son épaisseur est donc constante.

Les portions du limon qui sont comprises entre les parties planes de ces

(1) Les figures votées par le Conseil de la Société n'accompagnent pas ce Rapport, parce que le dessinateur n'a pu avoir connaissance de l'appareil ; MM. Boucher, Noizet et Comp. ayant quitté leur atelier de la rue du Moulin-Vert, 33 *bis*, sans faire connaître leur nouvelle adresse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

surfaces sont d'un tracé et d'une exécution facile; mais l'exécution des parties appelées *courbes rampantes*, qui correspondent aux portions arrondies du jour, est assez compliquée. Voici les opérations qu'elles nécessitent habituellement :

On construit d'abord, en grandeur naturelle, une épure comprenant un plan et des projections diverses. D'après cette épure on reporte sur des pièces de bois *grossièrement équarries*, les intersection des surfaces de ces pièces, non seulement avec les deux cylindres parallèles qui doivent comprendre entre eux la partie courbe du limon (partie que certains auteurs nomment *échiffre*), mais encore des portions des parties planes que ces cylindres raccordent. L'irrégularité habituelle des surfaces des billes de bois rend ce tracé long et délicat. On débillarde alors les pièces, avec la *scie à chantourner*, en se laissant guider par les tracés, et l'on obtient des pièces ayant l'épaisseur voulue, mais dont les tranches supérieures et inférieures n'ont pas les formes requises. Sur ces pièces on reporte les tracés des assemblages. On exécute ceux-ci et l'on assemble les diverses pièces, en les montant dans leurs positions naturelles. Alors on y trace, avec le niveau et le fil à plomb, les marches et les contremarches. De ces tracés on déduit ceux des arêtes des faces inférieures et supérieures du limon, faces que l'on exécute en débitant ou délardant les les pièces selon ces tracés.

Des divers tracés dont il vient d'être question le plus délicat et le plus long est le premier, c'est-à-dire celui qui doit donner les intersestions des surfaces du bois avec les faces cylindriques des *courbes rampantes;* car ce tracé exige la détermination, par l'épure, d'un certain nombre de points, et leur report minutieux sur le morceau de bois dans lequel chaque courbe rampante doit être débitée. Avec l'appareil de MM. Boucher, Noizet et comp. ces tracés graphiques sont remplacés par une opération mécanique très facile et très rapide. Voici en quoi consiste cet appareil :

Il comprend, montées sur des chaises en fonte, portées par des cales en bois et simplement posées sur l'aire du chantier, deux parties identiques, placées dans le prolongement l'une de l'autre. Chacune d'elles se compose d'un arbre horizontal de fer à section carrée, tournant autour des deux tourillons qui le terminent. Sur cet arbre peuvent glisser librement les boîtes carrées d'une pièce nommée *porte-règle*, composée de deux bras formés chacun de deux barres de fer distantes de 30 millim. Le long de ces bras se meuvent des curseurs que l'on fixe sur eux de telle sorte que la distance de leur face supérieure à l'axe de rotation soit égale au rayon de la surface cylindrique du jour. Entre les deux barres de chaque bras et portant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur les curseurs se place une règle en sapin dont l'épaisseur est égale à l'écartement des barres (30 millim.) et dont la largeur est égale à l'épaisseur adoptée pour le limon. Cette règle, dont les arêtes sont alors parallèles à l'axe de rotation de l'arbre carré, porte, à l'une de ses extrémités, une garniture en fer de forme pointue, dans laquelle se fixe un traçoir (*pointe à tracer* ou mieux *rainette*), dont le bout correspond au milieu de la tranche de la règle posée sur les curseurs.

Cela étant, si l'on fait tourner l'arbre autour de ses tourillons, sans déplacer la règle longitudinalement, le traçoir décrira une circonférence ayant un rayon égal à celui de la surface cylindrique du jour. Si, pendant cette rotation de l'appareil, on déplace la règle longitudinalement sur les curseurs, on pourra faire décrire au traçoir une courbe quelconque située sur la même surface cylindrique. Puis, si l'on retourne la règle sens dessus dessous, le traçoir s'éloignera de l'axe de rotation d'une longueur égale à la largeur de la règle que nous avons dit être égale à l'épaisseur du limon; et, par les mêmes mouvements que tout à l'heure, on pourra faire décrire à ce traçoir une autre courbe quelconque située sur une deuxième surface cylindrique qui représentera la face postérieure du limon : avec cette différence que pour le limon mis en place, les génératrices des surfaces cylindriques antérieures et postérieures sont verticales, tandis que les cylindres engendrés par l'appareil ont leurs génératrices horizontales.

Si l'on règle de la même manière les curseurs des bras du deuxième arbre, lequel a été disposé dans le prolongement du premier, le traçoir d'une deuxième règle posée sur ces nouveaux curseurs décrira, à volonté, des courbes situées sur des surfaces cylindriques formant les prolongements des premières. Ajoutons qu'entre les deux arbres dont il vient d'être question est installée une table solide, *indépendante de l'appareil*, et sur laquelle doivent être posées les pièces de bois à tracer.

Ceci compris, voici comment on emploie l'appareil. D'abord on détermine, par l'épure, non pas des points nombreux des arêtes de la courbe rampante, mais seulement des points importants desquels on puisse conclure : 1° les dimensions de la pièce de bois nécessaire; et 2° l'angle que doit faire la longueur de cette pièce de bois avec l'axe de la surface cylindrique du jour. Puis on relève cet angle avec une *fausse équerre* ou *sauterelle*, avec laquelle on trace, sur la table disposée entre les deux arbres, la direction à donner à la pièce de bois, que l'on met alors en chantier en la couchant sur des cales posées sur la table. Enfin on fait pivoter les deux arbres autour de leurs tourillons, et l'on fait glisser en même temps les règles sur les curseurs de telle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sorte que leurs traçoirs marquent, sur les deux faces opposées du bois, d'abord les traces de la surface cylindrique du jour, puis, après le retournement de la règle, celle de la surface postérieure du limon courbe. Les tracés se font ainsi avec une rapidité et une précision beaucoup plus grandes que ceux qu'on obtient habituellement par le report de l'épure sur le bois (1).

Dans ce qui précède, on suppose que la pièce à tracer devait fournir seulement la partie cylindrique du limon; mais s'il en était ainsi, l'assemblage de cette courbe rampante avec le limon droit devrait être situé en entier dans la partie courbe, et il faudrait faire, aux limons droits, des *crossettes* qui obligeraient à débiter ces limons dans des pièces ayant une épaisseur supérieure à celle qui a été admise pour eux. Les praticiens évitent cette exagération dans l'épaisseur du bois et le travail qu'elle nécessiterait, en disposant les assemblages en entier sur les limons plans. Mais cela exige que le bois destiné à la courbe rampante puisse fournir, non seulement cette pièce cylindrique, mais encore des portions des parties planes avec lesquelles la première se raccorde. Pour pouvoir faire mécaniquement le tracé de ces parties planes, MM. Boucher, Noizet et Comp. ont disposé, sur leur appareil, des bras rectilignes articulés, que l'on peut fixer dans des directions telles que leurs faces supérieures soient tangentes au cylindre du jour qui est décrit par le traçoir. Alors après avoir fait le tracé de la partie cylindrique, il suffit de promener les règles sur ces bras en poussant le traçoir contre la pièce de bois, pour obtenir, sur celle-ci, le tracé des prolongements plans de la courbe rampante.

Il est bon de faire remarquer que ces tracés sont obtenus corrects, même sur une pièce de bois, pour laquelle l'imperfection de son ébauche compliquerait notablement le tracé géométrique déduit de l'épure. On doit faire remarquer encore que, avec l'appareil, il est toujours facile de *tâter* une pièce de bois calée sur la table, pour reconnaître si elle a les dimensions convenables pour fournir la courbe rampante demandée. Il y a plus, dans le cas d'un limon à crémaillère sur les crans de laquelle les marches et contremarches doivent être clouées, on peut tolérer quelques défauts ou flaches, pourvu que ceux-ci soient masqués par les marches et contremarches.

(1) Il ne semble pas impossible de donner à la scie et au bois des déplacements relatifs convenables pour obtenir directement les surfaces cylindriques, avec une perfection plus grande que celle que peut donner une scie à chantourner, manœuvrée à la main. Cela pourrait dispenser d'exécuter les tracés nécessaires pour guider l'ouvrier qui fait le débillardement du bois, et ferait probablement économiser, non seulement ces tracés, mais encore des heures de travail manuel.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Or, dans le cas où la pièce à tracer renferme des défauts inadmissibles ou a des dimensions un peu trop faibles, ce que l'on ne constate, avec les procédés ordinaires, qu'après un travail de tracés assez laborieux, on peut souvent, avec l'appareil et en déversant un peu la pièce avec des cales, obtenir un tracé tel que les faces apparentes soient sans défaut; ce qui permettra d'utiliser un morceau de bois qui, par le tracé ordinaire, eût été trouvé insuffisant. C'est ainsi que, souvent, l'appareil permet d'utiliser, pour une deuxième courbe rampante, le déchet d'une première courbe, tandis que ces déchets, appelés *veaux* par les charpentiers, sont habituellement considérés comme rebuts, à cause de la dépense de temps qu'exigent les tracés au moyen desquels on pourrait constater s'ils peuvent fournir cette seconde courbe.

Ainsi, on le voit, l'appareil de MM. Boucher, Noizet et Comp. n'a pas seulement pour effet de faire économiser une bonne partie de temps habituellement employé pour des tracés graphiques; il permet encore d'utiliser des pièces de bois qui, d'après ces tracés, paraîtraient insuffisantes, ou même seraient mises au rebut à cause de la difficulté de reconnaître si elles sont utilisables. Ce sont ces avantages qui ont engagé le comité des arts mécaniques à vous prier de remercier ces messieurs pour leur intéressante communication, et d'ordonner l'insertion du présent Rapport au *Bulletin* de la Société, avec figures et légendes explicatives.

Signé : colonel GOULIER, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 14 *décembre* 1883.

NÉCROLOGIE.

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. LOUIS PASSY, AU NOM DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE D'AGRICULTURE, AUX OBSÈQUES DE M. J.-A. BARRAL

Après le discours éloquent du pasteur que vous venez d'entendre, permettez-moi, au nom de la Société nationale d'agriculture et de notre illustre président M. Chevreul, d'adresser à celui qui n'est plus quelques paroles d'adieux et de remercîments.

Il est impossible de ne pas ressentir une vive émotion au moment suprême où nous allons pour toujours nous séparer de notre cher et infatigable confrère, M. Barral. Nous l'avons vu depuis des mois s'épuiser dans des efforts surhumains pour surmonter les souffrances d'une impitoyable matadie. En

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vain, nous lui disions de se soigner, de se reposer, de résister à son propre courage. Il marchait toujours, parlait toujours, écrivait toujours. Il était mourant quand il partit ces jours derniers pour l'exposition d'Amsterdam, et il n'en est revenu que pour rendre le dernier soupir. Le spectacle de cette volonté, qui s'acharne contre le péril et ne céda que devant la mort, a quelque chose d'imposant qui attire le respect. On dirait un blessé qui se fait porter sur le champ de bataille pour mourir d'une balle ennemie. Il est mort sur la brèche. Il est mort debout.

Barral était un lutteur. Il avait dans l'esprit toutes les qualités d'un savant, mais dans le tempérament il avait toutes les ardeurs d'un homme d'action. Il n'était pas de ces intelligences profondes qui s'absorbent dans l'étude spéciale d'un ordre de faits et qui, commençant par régner sur eux-mêmes, finissent par régner dans la science. Il était de ces esprits admirablement doués et perpétuellement ouverts dans lesquels s'introduisent les travaux des autres, pour en sortir au profit de tous avec une clarté nouvelle et un charme qui les fait valoir. Aussi, le vit-on d'abord s'adonner à des travaux de physique et de chimie qui relevaient de la science pure. Ses études sur la composition des eaux de pluie aux différentes époques de l'année lui avaient acquis une notoriété bien méritée. Quand il compléta avec son ami Bixio ses observations sur les variations atmosphériques, dans une ascension célèbre, le public accueillit cet acte de courage avec une vive sympathie.

Il fallait qu'il fût entré dans l'estime des savants et des plus illustres savants, puisqu'il devint l'exécuteur testamentaire de François Arago, dont il publia les œuvres complètes. Mais peu à peu l'avidité de savoir s'unit chez lui à l'ardeur d'agir, et on le vit s'engager dans des voies où son talent d'écrivain et sa capacité de travail devaient lui assurer de rapides succès.

C'est ainsi qu'avec Bixio il dirigea le *Journal d'agriculture pratique*, qui le conduisit à publier tant d'ouvrages excellents dans lesquels il vulgarisa la science agricole et fit faire de réels progrès à l'agriculture.

L'agriculture fut, en effet, la pensée maîtresse, ou plutôt la passion de sa vie. Dans ce cadre, il trouvait groupés tous les problèmes de la nature et de la société, et son ardeur naturelle pouvait s'exercer sur les sujets les plus divers sans jamais se fatiguer ou s'épuiser.

Les services qu'il a rendus sont incontestables. On consultera toujours avec fruit les articles, discours, rapports, mémoires, éloges, qu'il publia dans le *Journal de l'agriculture* ou dans le *Recueil* de notre Société. Le gouvernement l'honorait de sa confiance. Toujours en mouvement, toujours en mis-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sion, toujours prêt à la peine et au travail, il parcourait sans cesse la France, inspectant des concours, dirigeant les enquêtes, faisant des rapports, et il tenait la presse, le gouvernement et notre Société au courant de tous les changements que le cours du temps amène dans les conditions de la culture et des cultivateurs.

La Société nationale d'agriculture, en lui confiant le poste éminent de secrétaire perpétuel, couronna ses efforts. Il répondit à ce témoignage de confiance par un dévouement absolu.

On sait la part considérable qu'il prit à la réorganisation de notre Compagnie et à son installation dans l'hôtel que nous a généreusement légué M. de Béhague; mais ce qui mérite particulièrement notre reconnaissance, c'est qu'il lutta énergiquement pour maintenir au premier rang des institutions savantes la plus ancienne et, oserai-je dire, la plus célèbre des Sociétés d'agriculture.

La science ne pouvait pas confisquer un homme d'une pareille ardeur, et la politique devait tenter son ambition. Il était membre du conseil général de la Moselle, quand de cruels événements vinrent arrêter sa carrière politique en surexcitant son patriotisme.

Il y a quelques semaines, le visage livide et la voix affaiblie, il se levait comme par un dernier effort et il prononçait l'éloge de notre regretté confrère Delesse. Avec quelle émotion il nous parlait de l'année terrible et de la patrie perdue! On sentait que son cœur était déchiré et qu'il parlait de Delesse comme il eût aimé qu'on parlât de lui-même. Aussi en vous annonçant à tous la triste cérémonie qui nous rassemble, son billet de faire-part rappelle cette phrase que je me plais à répéter parce qu'elle est de lui et qu'elle s'applique bien a lui :

« Son cœur était lorrain, c'est-à-dire essentiellement patriotique, car nulle part le patriotisme n'est aussi grand, aussi profond, aussi pur qu'en Lorraine, en Alsace et dans notre pays messin. Au moment de s'en aller vers Dieu, son âme eût voulu pouvoir sonder l'avenir et deviner le jour où notre terre natale redeviendra libre et rejettera bien loin l'étranger qui pèse sur elle sans pitié. »

Séparons-nous, messieurs, sur ces paroles. Le silence est l'expression la plus noble de toutes les douleurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

FRAGMENTS DE BIOGRAPHIE.

LE LABORATOIRE ET L'ENSEIGNEMENT DE J. B. DUMAS, PAR M. FÉLIX LE BLANC, PROFESSEUR A L'ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES, MEMBRE DU CONSEIL (1).

L'énumération des titres et qualités inscrits dans la note ci-dessous (2) suffit à démontrer que la biographie et une étude complète de l'illustre savant, dont les mérites présentent des faces si multiples, ne pourraient être que difficilement l'œuvre d'un seul et même auteur. Après la Notice publiée, récemment, dans le *Génie civil,* par notre collègue, M. de Comberousse (octobre 1884), qu'il soit permis à l'un des élèves d'un maître vénéré de rappeler quelques circonstances de cette belle carrière, de cette vie si bien remplie. Il sera, surtout, question, ici, de ce qui touche à l'enseignement de Dumas, aux travaux de son laboratoire et à des relations dont le souvenir nous sera

(1) Extrait du *Génie civil*, 25 octobre 1884. (Il a été fait quelques additions.)

(2) J. B. Dumas, né à Alais, le 14 juillet 1800, mort à Cannes le 11 avril 1884.

1823. — Professeur à l'Athénée de Paris; répétiteur à l'École polytechnique.

1824. — Prix de physiologie de l'Académie des sciences de l'Institut de France.

1829. — Professeur-Fondateur à l'École centrale des arts et manufactures.

1832. — Professeur de chimie à la Faculté des sciences de Paris; membre de l'Académie des Sciences (section de chimie).

1835. — Professeur de chimie à l'Ecole polytechnique.

1836. — Suppléant de Thenard au Collège de France (*Leçons de philosophie chimique*).

1839. — Professeur de chimie organique à la Faculté de médecine de Paris.

1843. — Médaille de Copley de la Société Royale de Londres.

1845. — Président des Conseils des Etudes et de Perfectionnement à l'Ecole centrale des arts et manufactures; Président du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

1849. — Député du département du Nord à l'Assemblée législative.

1849. — Ministre de l'agriculture et du commerce, sous la Présidence.

1853 et années suivantes. — Sénateur; Vice-Président du Conseil supérieur de l'instruction publique; Président du Conseil municipal; Président de la Commission des Monnaies. Grand'croix de la Légion d'honneur, etc.

1868. — Médaille de Faraday de l'Institution Royale de Londres; Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences de l'Institut de France.

1876. — Membre de l'Académie française.

Nota. — Rappelons qu'une Notice étendue, sur la vie et les travaux de J. B. Dumas, a été rédigée par le célèbre chimiste M. Hofmann, du vivant de l'illustre chimiste français. Cette Notice, qui a paru dans le journal anglais, *la Nature*, a été traduite et publiée en France par le *Moniteur scientifique*, dirigé par M. Quesneville. Constatons l'accord des savants français et étrangers, pour rendre hommage à leur confrère français.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toujours précieux. Les renseignements qui suivent ne doivent être considérés que comme des *fragments de biographie*.

Nous passerons, immédiatement, à l'indication des fonctions scientifiques remplies par J. B. Dumas, à partir de l'époque de son arrivée à Paris, venant de Genève, et à la mention de ses divers travaux.

École polytechnique (1823). — Dumas a longtemps occupé les fonctions modestes de répétiteur du cours professé, à l'École polytechnique, par Thenard. En cette qualité, il a, plusieurs fois, suppléé ce célèbre chimiste. Les anciens élèves de cette École qui ont connu Dumas, à cette époque, ont conservé le souvenir de son dévouement à l'enseignement, de l'élévation de ses vues et de son talent d'exposition (1).

Collège de France (1836). — Ses leçons de *philosophie chimique* au Collège de France, recueillies par un de ses élèves (2) et publiées, ont eu un immense retentissement en France et à l'étranger. Récemment réimprimées, elles n'ont rien perdu de leur importance et de leur intérêt.

Le professeur y abordait les questions et les théories les plus élevées de la science. La pénétration de ses vues, sa clarté, sa méthode, le charme de sa parole captivaient les auditeurs.

Dans ces leçons, Dumas a, plus que tout autre, mis en lumière le génie de Lavoisier; dès cette époque, il prenait l'engagement de réunir et de publier tous ses travaux. Cette promesse a été tenue. Quatre volumes des œuvres de Lavoisier ont été publiés par les soins de J. B. Dumas, sous les auspices de M. le Ministre de l'instruction publique (1864-68) (3).

1832 à 1852. — Pendant vingt ans, Dumas a professé, avec éclat, la chimie générale, à la Faculté des sciences. Le vaste amphithéâtre de la Sorbonne suffisait, à peine, à contenir les auditeurs nombreux, attirés par la profondeur de ses leçons, son talent d'exposition et le prestige de sa parole. Que d'idées éveillées, chez les travailleurs, à l'audition de ces leçons ! On peut affirmer que bien des vocations se sont déclarées parmi ces jeunes élèves, amis des sciences, que les aperçus du maître amenaient à méditer sur les pas à faire dans la voie des découvertes.

1840. — A cette époque, Dumas, déjà membre de l'Academie des sciences, pro-

---

(1) Pendant cette période, Dumas a exécuté de nombreuses recherches, publié des Mémoires importants. Dans ce laboratoire de l'Ecole polytechnique ont travaillé des élèves qui ont pris un rang élevé dans la science : MM. Boullay, Peligot, Laurent, Malaguti.

(2) Bineau d'Aligny, de la première promotion de l'Ecole centrale, devenu, plus tard, professeur à la Faculté des sciences de Lyou.

(3) Un cinquième volume, dont une partie des matériaux était déjà réunie, sera publié par les soins de notre savant collègue M. Debray, sous les auspices de M. le Ministre de l'instruction publique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fesseur à la Faculté des sciences et à l'École polytechnique, descendit dans l'arène et vint concourir, comme docteur en médecine, pour la chaire de chimie organique, à la Faculté de médecine de Paris, qu'il s'agissait de créer.

Dans ce mémorable concours, il fit preuve de ces qualités solides et brillantes qui lui avaient conquis la sympathie et l'admiration de ses auditeurs de cours publics. Sa thèse, au lieu d'être une simple dissertation, contenait l'exposé d'importants travaux originaux. L'immense auditoire du grand amphithéâtre de la Faculté de médecine éclatait en applaudissements, à la lecture de sa thèse, à l'audition de ses leçons, dont les sujets lui avaient été imposés par le jury. Sa nomination fut accueillie par le public et par ses concurrents, eux-mêmes, comme un acte de haute justice.

Dans cet enseignement, entièrement nouveau à l'École de médecine, pour le fond comme pour la forme, Dumas développait des vues nouvelles, ouvrait à ses élèves des horizons nouveaux. Il signalait, en véritable initiateur, les progrès, les découvertes qui attendaient la physiologie, la biologie, avec le secours du levier puissant de la chimie. Ces progrès, ces découvertes pressenties ne sont pas restés lettre morte. Dumas les a vus s'accomplir, de son vivant. A l'égard de la science chimique, proprement dite, il développait ses vues théoriques sur les substitutions, qui devaient régénérer la chimie organique. Ces aperçus ont suscité, depuis, des travaux de premier ordre, entre les mains de MM. Malaguti, Wurtz, Melsens (1), etc. Ils occupent, aujourd'hui, les chimistes du monde entier.

Dans l'hémicycle de l'amphithéâtre de l'École de médecine, où des savants et des professeurs venaient écouter son enseignement, on pouvait parfois surprendre quelques sourires et l'expression du doute, en présence de la hardiesse de ses vues. Depuis, l'expérience est venue sanctionner, de plus en plus, ses opinions, à la suite de ses brillants travaux sur les substitutions (2).

Dumas a publié, en 1841, avec M. Boussingault, sous le titre d'*Essai de statique chimique des êtres organisés,* la leçon de clôture de la première année de son cours à l'École de médecine. Cette leçon est accompagnée de documents nombreux, servant de pièces justificatives aux propositions exposées. Dans ce discours, d'un style élevé, saisissant (que l'on a rapproché, avec raison, de celui de Georges Cuvier *sur les révolutions du globe*), Dumas s'incline devant le génie de Lavoisier et se montre son digne émule dans une voie que signalait déjà, dans sa pénétration, le grand chimiste du XVIII^e^ siècle.

L'essai de statique chimique des êtres organisés a eu un succès universel ; il a eu

(1) *Substitutions inverses* (Melsens).

(2) Ces leçons ont été recueillies par l'un des élèves de Dumas, revues par le maître et imprimées, en partie. Dumas se proposait de continuer cette publication, pour faire suite aux leçons de philosophie chimique au Collège de France, récemment réimprimées, ainsi que le fait pressentir la préface de cette dernière publication.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de nombreuses éditions françaises et a été traduit dans toutes les langues. Cette œuvre peut être considérée comme l'un de ses titres au fauteuil de l'Académie française.

1826-1846. — Dumas est, certainement, l'homme qui a exercé le plus d'influence sur la science de son époque. Initiateur de la jeunesse laborieuse, heureux de montrer la voie, en soutenant et encourageant les débuts des jeunes travailleurs, il a, plus que tout autre, contribué à faire surgir cet essaim de chimistes distingués, qui, depuis quarante ans, ont apporté leur contingent d'efforts aux progrès de la chimie (1).

C'est ici le lieu de mentionner l'ouverture du laboratoire particulier de Dumas, après l'abandon de sa chaire de l'École polytechnique. Rue Cuvier, vis-à-vis le Jardin des Plantes, dans une maison mise à sa disposition par son savant et digne beau-père, Alexandre Brongniart (de l'Institut), Dumas installa un laboratoire et accueillit quelques élèves français et étrangers, heureux de l'assister dans ses recherches et d'étudier sous sa direction. Entretenu à ses frais, pendant dix ans, ce laboratoire, indépendant de l'État, servit aux travaux de Dumas et aux élèves qu'il avait formés et dirigés.

Les principaux savants de l'Europe, de passage à Paris : de Humboldt, Faraday, Œrsted, de La Rive, Bunsen, Matteucci, R. Kane, de Marignac et beaucoup d'autres, ont visité cet atelier de la science, où s'élaborèrent les principaux travaux de Dumas sur les substitutions, les types chimiques, les équivalents chimiques, l'analyse rigoureuse de l'air, la densité des gaz, etc. Plusieurs de ces travaux furent publiés, soit en collaboration avec M. Boussingault, son savant confrère, soit avec Piria, soit avec M. Stas, soit avec M. Cahours. A l'époque où Dumas fonda ce laboratoire, son savant élève et collaborateur, M. Peligot, devenu maître à son tour, publiait d'importants travaux qu'il exécutait, désormais, dans son propre laboratoire (2).

Qu'il soit permis à celui qui trace ces lignes, d'affirmer que le souvenir de ces années passées au contact de l'enseignement de Dumas, en assistant à l'éclosion de ses travaux, en profitant des précieux conseils qu'il savait prodiguer si affectueusement, ne peut s'effacer du cœur de ses élèves respectueux et dévoués, devenus ses amis.

Il est de toute justice de mettre ici en lumière un trait du caractère de Dumas. Ce savant a toujours cherché à propager la science autour de lui, au lieu de s'en faire un apanage exclusif (3). Avant tous les autres, en France, il avait senti et compris l'utilité

---

(1) Citons, entre autres, MM. Boullay, Peligot, Bineau, et (plus tard, comme élèves de son laboratoire particulier) Piria, Stas, Melsens, Wurtz, Delalande, Lévy, Bouis. Combien n'avons-nous pas été nous-même, heureux de travailler au milieu de la plupart d'entre eux et d'assister notre illustre maître dans quelques-uns de ses travaux !

(2) De cette époque date son important travail sur l'*uranium*, qui précéda de peu sa nomination à la chaire du Conservatoire des arts et métiers. Il avait, alors, pour préparateur particulier, son digne élève, P. A. Favre, de regrettée mémoire, dont les travaux sont, plus tard, devenus classiques.

(3) Nous reproduirons, ici, un passage du discours prononcé par M. Jamin, alors président de l'Académie des sciences, dans la séance du 4 décembre 1883. Le président offrait, en séance, à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la création de ces laboratoires des hautes études, où les connaissances théoriques, préalablement acquises dans les cours et les livres, devaient recevoir leur complément indispensable, sous peine de rester stériles et incapables d'engendrer des découvertes dans les sciences physiques, chimiques et naturelles. Il exprimait, souvent, le regret de voir notre patrie, en raison des difficultés tenant à l'organisation budgétaire, obligée de rester en retard sur les pays étrangers, où existaient déjà de vastes laboratoires d'élèves, payant directement leurs frais de laboratoire et trouvant, ainsi, à leur disposition l'outillage indispensable aux recherches expérimentales.

Ce que l'État ne fournissait pas encore à la jeunesse scientifique, Dumas a essayé de le créer, en ouvrant, le premier, un laboratoire particulier, gratuit, véritable école de chimie, où tout jeune homme de talent était le bienvenu. Plus tard, il obtint de l'État l'installation de laboratoires de recherches à la Faculté des sciences de Paris. Il a dirigé lui-même, pendant quelques années, le laboratoire de chimie (*de recherche et de perfectionnement*) de la Sorbonne, où furent admis plusieurs chimistes français et étrangers (1).

Ces innovations n'étaient que le prélude de ce qu'il espérait du zèle et du bon vouloir d'un ministre, qui avait ainsi formulé sa pensée : « *Il faut créer le Louvre des sciences* (2). » Plus tard, la bienveillance éclairée d'un ministre de l'instruction publique (3) décida la création de laboratoires des hautes études, pour les sciences expérimentales. Il nourrissait, avec les savants, l'espoir d'attribuer, dans la suite, à cette création des ressources plus étendues, permettant d'atteindre le niveau élevé de ces établissements à l'étranger. Un juste concert d'éloges s'éleva dans le public scientifique,

---

son illustre confrère, une médaille commémorative, à l'occasion de sa *cinquantaine* académique :

« ... Il ne m'appartient pas de parler de vos innombrables travaux. L'élève ne peut s'arroger, « sans irrévérence, le droit de louer, ni de critiquer ; il n'a, vis-à-vis du maître, que le devoir du « respect. Mais, il lui est permis de se souvenir, et qui ne se souvient du charme et des merveilles « de votre enseignement, à l'Athénée, à l'Ecole polytechnique, à la Sorbonne, à l'Ecole de méde- « cine, au Collège de France, à l'Ecole Centrale ? Partout où vous vous êtes montré (et vous vous « êtes montré partout), la jeunesse et l'âge mûr étaient attirés, retenus, charmés, entraînés, à tel « point qu'il est permis de dire que vous avez rendu encore plus de services par les vocations que « vous avez décidées que par les travaux que vous avez exécutés vous-même... »

(1) Dans la période de fonctionnement de ce laboratoire de recherches, ont travaillé, sous la direction de Dumas, parmi les Français : MM. Aimé Girard, de Luynes, de Clermont. M. Collinet était le préparateur de ce laboratoire ; il eut pour successeur M. Paul Bérard. Tous les deux assistèrent Dumas, dans ses recherches sur les poids atomiques. M. Alfred Riche était, alors, chef des travaux chimiques à la Faculté des sciences. M. de Luynes devint chef des laboratoires de recherches, et M. Paul Bérard succéda à M. Riche dans ses fonctions. Citons, parmi les étrangers, qui ont travaillé, dans ce laboratoire, sous la direction de Dumas : MM. Schitchkoff et Békétoff (de Russie), M. Rosing (de Norwège).

(2) M. Fortoul.

(3) M. Duruy, auquel les savants ont voué un souvenir reconnaissant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à cette occasion; il est de toute équité de rapporter à Dumas la première impulsion scientifique réalisée dans cette direction.

Quelques mots, seulement, au sujet du rôle de Dumas dans la fondation de l'*École Centrale des arts et manufactures*, dont notre collègue, M. de Comberousse, a si bien tracé l'intéressante histoire.

Dumas a, plus que tout autre, contribué à la fondation et au développement des études de cette École, qui, depuis plus de quarante ans, a doté les industries diverses, d'ingénieurs distingués. On peut dire que les élèves de l'École centrale sont, maintenant, répandus sur toute la surface du globe. Toutes les nations étrangères ont, ou ont eu, des élèves à l'École centrale de Paris.

Lors de l'ouverture de cette École, Dumas professait, avec un zèle infatigable, la chimie générale, la chimie industrielle et la chimie analytique, qui constituent, aujourd'hui, trois chaires distinctes. Il a exercé une grande et puissante influence sur le mouvement industriel, en général, et sur les progrès de la chimie industrielle, en particulier (1).

Cette influence s'est encore exercée, pendant quarante ans, avec éclat, à la *Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, dont il était le président depuis 1845. Son savant confrère, M. Debray, de l'Académie des sciences, a, dans une notice pleine d'intérêt, mis en lumière les services rendus à notre Société par son illustre président (2).

Il était difficile qu'un savant d'un esprit aussi pénétrant et doué d'une si puissante faculté de généralisation, n'entrât pas, forcément, en lutte d'opinions avec d'autres savants de son époque. Ces discussions, dans lesquelles Dumas a toujours su présenter ses arguments avec courtoisie, éclatèrent, d'abord, entre lui et le célèbre Berzélius, chimiste *illustre entre les plus illustres* (pour employer l'expression de Dumas, lui-même, dans son argumentation).

---

(1) Un savant chimiste italien, M. le professeur Cannizzaro, dans le discours qu'il a prononcé le 4 mai 1884, en l'honneur de J. B. Dumas, à l'Académie des *Lyncéens*, à Rome, s'est exprimé ainsi, en parlant du *Traité de chimie appliquée aux arts* par J. B. Dumas :

« Dans cet ouvrage, l'auteur ne s'est pas uniquement astreint à décrire les procédés manufac-
« turiers, mais il s'est appliqué à en donner l'explication et à faire l'éducation des industriels par
« les notions de la science, susceptibles de les guider et de les faire progresser dans leur fabrica-
« tion. Signaler la part qu'a eue ce traité, traduit dans toutes les langues, dans le magnifique
« développement des industries chimiques, serait aussi difficile que de séparer dans une rivière
« les ruisseaux et les affluents qui ont concouru à sa formation. Ce que l'on peut affirmer, c'est
« que cet ouvrage a grandement contribué *à infuser l'esprit scientifique dans la technologie*, en
« cimentant l'alliance de la science et de l'industrie. Dumas a, aussi, puissamment contribué à ce
« résultat, par son intervention dans l'organisation de l'Ecole centrale, Ecole d'où sortirent tant
« d'ingénieurs qui ont bien mérité de l'industrie. » (*Bulletin de la Société chimique*, 5 août 1884.)

(2) *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, avril 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Habitué aux théories électro-chimiques et à considérer, dans les minéraux, deux éléments, ou deux groupes, doués de propriétés antagonistes et, par cela même, associés avec plus ou moins de stabilité, le chimiste suédois ne pouvait se résoudre à abandonner son hypothèse de chimie *dualistique*, lorsqu'il s'agissait des corps de la chimie organique, c'est-à-dire extraits des végétaux, ou des animaux, ou dérivés par le chimiste des substances de cette origine. En suivant *ce fil conducteur*, comme il l'appelait, Berzélius était arrivé, vers la fin de sa carrière, à multiplier les hypothèses, créant pour les besoins de la cause (ainsi que Laurent, éminent chimiste français, le lui reprochait, avec sa fougue habituelle), une foule de groupes hypothétiques, qui jouaient, en chimie organique, le rôle des corps simples en chimie minérale, introduisant, ainsi, une grande complication dans la représentation des formules chimiques. Berzélius attaquait, surtout, la théorie des substitutions et des types chimiques de Dumas. Pour ce dernier, une substance organique constituait un groupement, assimilable à un édifice, dont la structure générale n'était pas détruite, lorsqu'à un élément on en substituait un autre, à peu près comme si, après la soustraction d'un moellon à un édifice en pierre, on lui substituait un autre solide, de même forme et de même volume, mais constitué par une autre substance, telle que le fer, par exemple. L'arrangement général ne serait pas détruit par là, et, suivant l'expression heureuse de Dumas, *le type chimique se trouve conservé*, bien que l'édifice ne soit plus constitué par des matériaux de nature ideutique.

Liebig qui, à cette époque, faisait, aussi, école dans son pays, se rangea du côté de Dumas dans cette discussion restée célèbre. Mais, bientôt, des dissidences de vues se produisirent entre eux. Une polémique des plus vives retentit dans le monde savant. Elle se compliquait de revendications du chimiste allemand, à l'occasion des propositions résumées dans l'*Essai de statique chimique des êtres organisés*. Toutefois, Liebig revint, bientôt, et spontanément, à une appréciation plus juste des faits. La lettre suivante, qui honore à la fois son auteur et celui à qui elle s'adresse, en est la preuve. Cette lettre est de 1851 et appartient à l'histoire. Liebig la fit imprimer, comme dédicace, dans ses *Nouvelles Lettres sur la chimie* (1).

A M. Dumas, membre de l'Académie des sciences, à Paris, etc.

« Mon cher Dumas,

« Depuis plus d'un quart de siècle, une destinée particulière imprime la même « direction à nos efforts dans la science à laquelle nous avons consacré notre vie. « Bien que les moyens d'arriver au but commun aient, souvent, été différents, nous

(1) *Nouvelles Lettres sur la chimie, considérée dans ses applications à l'industrie, à la physiologie et à l'agriculture*, par Justus Liebig. — Edition française publiée par Gerhardt, 1852.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« nous sommes, cependant, toujours rencontrés et nous nous sommes tendu la main,
« au moment même de l'atteindre.

« Non seulement votre pays, mais le monde scientifique entier, reconnaît l'éten-
« due, la profondeur, l'importance de vos travaux et de vos découvertes. Personne,
« toutefois, n'apprécie mieux que moi les difficultés que votre génie a eu à surmon-
« ter, pour parvenir aux résultats précieux qui forment, en grande partie, la base de
« notre science moderne. Vous n'êtes jamais descendu dans l'arène, sans triompher
« des obstacles contre lesquels vous aviez à lutter.

« Permettez-moi, en témoignage de ma haute estime pour les services que vous
« avez rendus à la science et au monde, de vous dédier ce petit ouvrage, où j'ai essayé
« de populariser les doctrines auxquelles vous avez une si large part, en faisant con-
« naître les applications les plus importantes que leur doit la chimie. Je considère
« votre suffrage comme la plus belle récompense que je puisse ambitionner.

« Signé : J. Liebig. »

« Giessen, juin 1851. »

. . . . . .

Le 11 avril 1884, une perte cruelle est venue frapper la famille, les confrères, amis, élèves et admirateurs de J. B. Dumas. Ce savant illustre et vénéré succombait, avec toute sa connaissance, entouré des membres de sa famille, accourus, près de lui, à Cannes. Il s'y était rendu, avec la digne compagne de sa vie, dès l'approche de l'hiver de 1883, sur l'avis des médecins, à la suite d'une affection des bronches, contractée à Paris, et dont il s'était déjà presque remis, lors de son départ. Dans les premiers mois de 1884, Dumas avait mis la dernière main à la rédaction des Éloges académiques de Charles et Henri Sainte-Claire Deville, qu'il se proposait de lire à la séance annuelle de l'Académie des sciences. Tous espéraient le voir rentrer à Paris, bien rétabli, au retour du printemps, lorsqu'une rechute, survenue dans les premiers jours d'avril, prit subitement des caractères alarmants.

J. B. Dumas a succombé avant d'entrer dans sa quatre-vingt-cinquième année. Malgré son grand âge, il avait conservé intactes ses belles facultés. Il avait continué ses fonctions de secrétaire perpétuel à l'Académie des sciences et il y analysait, avec le même talent et la même lucidité d'esprit, la correspondance scientifique. Bien qu'admis, sur sa demande, dès 1871, à faire valoir ses droits à la retraite, l'Administration du pays, appréciant sa haute valeur, le consultait constamment et le nommait Président de toutes les commissions qui avaient à traiter des questions scientifiques, commerciales, industrielles, agricoles, ou économiques. Sa haute compétence, son esprit conciliant, son tact incomparable, pour décider les meilleures solutions, étaient universellement appréciés (1).

(1) Dans son discours d'ouverture de la *Conférence internationale des unités électriques*, en 1884 (2e session), M. J. Ferry, président du Conseil des Ministres, s'exprimait ainsi :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ses funérailles ont eu lieu, à Paris, le 15 avril dernier. Un immense concours de personnes, douloureusement recueillies, étaient venues lui rendre les derniers devoirs. Sur sa tombe plusieurs discours ont été prononcés (1).

On sait qu'un comité international s'est formé pour recueillir, par souscription, les fonds destinés à l'érection d'une statue à J.-B. Dumas, à Alais, sa ville natale; d'autre part, son buste en marbre, dû au ciseau de M. Guillaume (de l'Institut), et exécuté par les soins du Comité supérieur de rédaction du *Génie civil*, a été offert, par ce Comité, à l'École Centrale; il figurera dans les nouveaux bâtiments, où l'École, reconstruite, vient de s'installer.

ÉLECTRICITÉ.

SUR LES PROGRÈS DE L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE, PAR M. WILLIAM HENRY PREECE (2).

M. W. H. Preece commence par examiner, au point de vue financier, les résultats obtenus à la suite des progrès réalisés dans l'éclairage électrique. Ces résultats, très préjudiciables, sont dus aux spéculations insensées dont cette industrie a été l'objet, et qui jettent un discrédit sur les entreprises à venir; aussi ont-ils eu pour effet de provoquer un acte du *Board of Trade* qui a reçu l'assentiment royal et qui, par conséquent, a force de loi. Cet acte avait pour objet de prévenir la possibilité de la formation de monopoles aussi gigantesques que ceux de l'eau et du gaz, ce qui a lieu effectivement, mais en étranglant la Société naissante, car l'effet réel est l'augmentation considérable de certaines dépenses. Cette mesure provoqua aussi divers règlements qui permettent le contrôle et peuvent donner plus de sécurité.

Au point de vue des progrès scientifiques, on doit reconnaître que l'éclairage électrique est sorti de la période d'enfance pour entrer dans celle de la pratique; les

« ... Pourquoi faut-il que nous ayons le regret de constater les vides douloureux qui se sont produits dans vos rangs?.....

« Enfin, et, surtout, l'homme illustre, qui fut l'inspirateur et l'âme de nos premiers travaux, M. J. B. Dumas, ce doyen vénéré de la science européenne, ce profond et lumineux esprit, qui ne se montra jamais plus fécond, plus alerte et plus jeune (à si peu de distance du terme de sa longue carrière) que dans le Congrès des électriciens, comme si la puissance intellectuelle pouvait, chez lui, s'accroître indéfiniment avec les années; vigoureux et beau génie, qu'au nom de l'Europe savante, ici représentée, nous saluons, aujourd'hui, dans la tombe... »

(1) Parmi les notabilités qui ont fait entendre, sur cette tombe, des accents émus, citons l'éminent chimiste M. A. Wurtz (de l'Institut), enlevé depuis, et prématurément, à la science, à sa famille et à ses nombreux élèves et amis. Rappelons, seulement, ces paroles de son discours :

« ..... *Notre deuil est un deuil public, et par-dessus les voix que nous écoutons, il me semble entendre la grande voix de la France.....* » (*Comptes rendus de l'Académie des sciences, séance du 14 avril* 1884).

(2) Conférence faite à la Société des arts de Londres, le 5 mars 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conditions qui déterminent sa production, les lois qui règlent son fonctionnement, les moyens employés pour son contrôle, ont tous été recherchés et trouvés avant que la pratique soit venue montrer ce que l'on pouvait faire.

On sait comment engendrer l'électricité, comment distribuer les courants, comment produire la lumière ; il reste maintenant à savoir obtenir tout cela par des moyens économiques, avantageux et sans dangers : c'est à la pratique qu'il faut maintenant s'adresser.

L'éclairage électrique a eu besoin de moteurs spéciaux, et les machines à vapeur, à gaz et à eau, ont été amenées à un grand état de perfection : il est très facile maintenant de calculer la force qu'il faut pour produire le courant nécessaire à une installation donnée. Les machines à gaz sont très usitées, et il est remarquable que le travail produit par la combustion du gaz donne plus de lumière par sa transformation en électricité, que le même volume n'en produirait par sa combustion directe, et cependant ces machines sont loin d'être parfaites ; elles sont bruyantes et ont une marche irrégulière (1).

L'électricité n'est que l'agent au moyen duquel on transforme l'énergie contenue dans la vapeur, l'eau ou le gaz, et qui doit servir à produire la lumière ; en sorte que la quantité de lumière électrique dépend de la perfection avec laquelle cette transformation a lieu, et c'est dans ce genre d'appareils, nommés machines dynamo-électriques, qu'ont été déployées le plus d'inventions ingénieuses et que les plus grands progrès ont été réalisés. En somme, on possède aujourd'hui des moyens qui permettent d'obtenir un rendement économique considérable d'une force donnée.

La distribution du courant est un des problèmes qui demande le plus grand savoir de l'ingénieur, non seulement pour la question du meilleur rendement, mais pour celle du rendement le plus économique ; car il ne suffit pas de convertir la plus grande quantité d'énergie en courant électrique, mais il faut distribuer celui-ci avec le moins de perte possible. La transmission produit une perte qui peut être amoindrie par le choix de conducteurs en métal pur et de dimensions proportionnées à l'importance de la force électromotrice, de manière à recueillir le maximum d'effet pour le minimum de dépense.

Le métal le plus employé est le cuivre, mais peu de personnes s'assurent de sa pureté ; on va au meilleur marché, et l'on s'expose à ne recueillir que 70 pour 100 de la conductibilité que l'on devrait obtenir, et l'on augmente considérablement le coût du travail. Le cuivre impur ne donne pas seulement une perte inutile ; la résistance produit de la chaleur, et par suite du danger. La perte de courant provient aussi d'une ligne mal isolée, et il coûte cher de bien isoler les fils.

Un très grand perfectionnement a été fait par le Dr John Hopkinson et M. Edison, chacun indépendamment l'un de l'autre : le poids du cuivre nécessaire pour trans-

(1) Il existe depuis quelques temps des machines à gaz qui fonctionnent régulièrement et sans bruit.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mettre un travail d'une station centrale a été diminué de 60 pour 100. Ce moyen est dû à l'emploi de deux machines dynamo-électriques réunies en séries, et à une troisième, ou à un conducteur de compensation placé d'une certaine manière entre les deux machines, comme l'indique la figure ci-contre (fig. 1).

Le poids de fil de cuivre nécessaire pour un conducteur est aussi diminué par l'emploi de courants de haute tension ; ceux-ci peuvent être utilisés à charger des batteries secondaires ou à exciter des bobines d'induction ; cependant l'emploi de hautes tensions pour l'éclairage domestique est regardé comme dangereux ; il est avantageux pour l'éclairage public des rues. Une croisade insensée a été entreprise dans certains quartiers contre les fils aériens ; ces fils, s'ils sont bien construits, sont préférables particulièrement pour l'éclairage électrique ; c'est l'abus de ce mode de propagation d'électricité qui est cause de son discrédit. Autrement, les conducteurs sont enfouis dans le sol ; et avec les nombreuses demandes de télégraphe, de téléphone et d'éclairage électrique, il est regrettable que l'on n'augmente pas cet utile réseau de conducteurs souterrains, qui a été partiellement mis en place à Londres, de manière à pouvoir être facilement posé et visité. Le mode actuel, qui consiste à poser des tuyaux dans des tranchées, est coûteux et dangereux, et il a produit plus d'accidents que ceux qui ont été occasionnés par les conducteurs aériens. Les rues sont souvent bouleversées pour la pose et la réparation des conduites de gaz, d'eau, de télégraphe ou de téléphone, et cela va en augmentant, et augmentera encore avec l'éclairage électrique.

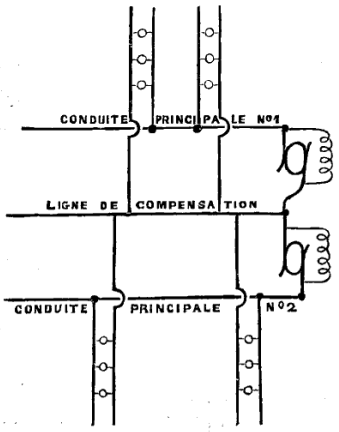


Fig. 1.

Le progrès fait pendant ces deux dernières années dans les lampes à arc ou à incandescence n'est pas très marqué. Dans les lampes à arc, la tendance a été de simplifier le mécanisme et à augmenter la régularité de leur action. Les lampes Crompton, Pilsen et Fyfe-Main laissent un peu à désirer à cet égard. A l'Exposition de Vienne, il y avait dans la section française une lampe remarquable par la régularité de sa marche. La lampe à arc a de sérieux défauts, qui circonscrivent beaucoup son usage, mais elle est très bien disposée pour les ateliers, les gares de chemins de fer et les grands espaces où l'on peut dresser des supports élevés.

En général, pour l'éclairage domestique, les lampes à incandescence, telles que les lampes Swan ou Edison, sont les seules convenables. On voyait aux Expositions de Vienne et de Munich une lampe remarquable de Cruto, de Turin ; elle est composée d'une pièce creuse en carbone et de haute résistance ; elle donne un bon résultat, et absorbe peu de courant ; mais elle n'est pas dans le commerce. A Vienne, la lampe

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de Bernstein a beaucoup attiré l'attention. Elle comporte aussi un filament creux, obtenu par la carbonisation d'un morceau de soie; mais sa résistance est faible, et elle absorbe plus de courant. Elle donne un pouvoir lumineux beaucoup plus élevé que celui que nous sommes habitués à voir : ainsi une lampe qui prend 5 ampères et 30 volts donne 60 bougies; une autre de 8,5 ampères et 35 volts donne 100 bougies. Elle absorbe normalement 2,5 watts par bougie, ce qui est très peu, tandis que la lampe Swan en absorbe 3,5, et celle d'Edison 4; sa durée est, paraît-il, très grande.

Toutes les lampes à incandescence donnent des résultats très économiques avec de forts courants, mais leur durée est assez courte; le filament est désagrégé, et le verre se recouvre d'un dépôt noir. C'est pourquoi l'on est obligé de leur demander un rendement assez bas pour avoir une durée convenable.

La lampe Bernstein, cependant, à cause de son poids gênant et parce qu'elle est mieux disposée pour l'éclairage des rues ou des larges espaces, ne peut, quant à présent, être utilisée dans les appartements. Elle est plutôt disposée pour remplacer les lampes à arc que les lampes à incandescence ordinaires; néanmoins, elle montre dans quel sens on peut réaliser une économie, et l'on peut espérer que des perfectionnements lui permettront de faire concurrence aux petites lampes.

Des maisons particulières et des établissements ont installé récemment la lumière électrique, et l'expérience a montré des dangers et des difficultés qu'elle permet d'éviter. Des précautions sont bien indiquées pour procéder à ces installations; mais le mieux est de s'adresser à des entrepreneurs expérimentés et soigneux : on évitera ainsi tout danger.

M. Killingworth Hedges s'est beaucoup occupé de sûreté, et a certainement donné le meilleur moyen que l'on connaisse; une tige ou lame de plomb ou d'alliage est intercalée dans le circuit, et fond dès que le courant dépasse une certaine quantité; la sécurité prime les inconvénients d'une rupture brusque de circuit.

Il est utile d'avoir dans chaque installation électrique des instruments pour mesurer la quantité et la tension du courant; ces instruments, ammètres et voltmètres, sont nombreux. Ceux de sir William Thomson sont bien connus, mais les plus nouveaux sont ceux du capitaine Cardew : ils indiquent l'intensité et le potentiel par l'extension d'un fil de platine échauffé par le courant.

Un point de vue économique important est celui de la distribution de la lumière.

Le vrai moyen permettant d'éclairer isolément les maisons ne sera assuré que lorsque l'on possèdera des batteries secondaires suffisamment parfaites. L'accumulateur de Planté, perfectionné par Faure, Sellon et Volckmar, n'a pas encore le degré de perfection que l'on voudrait voir, mais on peut espérer y parvenir. M. Planté a lui-même fait un pas décisif en formant ses lames de plomb dans l'acide nitrique, et les essais qui ont été faits ont été très satisfaisants. Une batterie secondaire a cet avantage que l'électricité accumulée peut être utilisée dès qu'on en a besoin et à tout

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

instant. Dans les habitations ordinaires, ces batteries peuvent ne demander d'entretien qu'un jour par semaine, et renfermer ainsi la quantité d'électricité nécessaire pour tout cet intervalle de temps.

Les essais d'éclairage électrique faits dans les lieux publics permettent de déterminer les systèmes qui paraissent préférables, mais il est remarquable de voir la faveur accordée à cet éclairage dans les théâtres. Il y a lieu de croire que le prix, à l'Opéra de Vienne, ne reviendra à guère plus de 37 fr. 50 par lampe et par an pour éclairer brillamment ce magnifique édifice, et donnera un large bénéfice à ceux qui ont accepté l'entreprise.

Il y a en Angleterre plusieurs stations centrales d'éclairage, mais toutes sont montées sur une petite échelle. A New-York, il y en a plusieurs. La première station, celle de la Compagnie Edison, éclaire 431 maisons et a 10 300 lampes, et l'on en installe deux autres pour 50 000 et 70 000 lampes. A Londres, il y en a une en fonction à Holborn-Viaduc, une autre à Brixton, et une troisième, de 5 700 lampes, sera bientôt ouverte à Victoria-Station; beaucoup d'autres installations fonctionnent encore. En somme, l'éclairage électrique est un véritable succès pour ceux qui s'en servent; il est pur et salubre, il ne vicie pas l'air, il ne produit qu'une quantité de chaleur insignifiante, et il écarte tout danger d'incendie ou d'asphyxie.

Des efforts ont été faits pour employer les piles à la génération du courant nécessaire à l'éclairage électrique, mais ils n'ont pas encore été couronnés de succès; les frais sont nécessairement trop coûteux, le renouvellement des appareils est fréquent et la main-d'œuvre considérable. Cependant il existe de petites installations temporaires qui sont montées dans ces conditions. Des trains ont été éclairés à la lumière électrique alimentée par des piles, des batteries secondaires et des machines; il semble naturel que l'on fasse usage du mouvement du train pour produire l'électricité.

Les Expositions ont beaucoup favorisé la manie de l'électricité; mais elles ont, d'autre part, beaucoup encouragé les inventions et provoqué l'émulation. Les insuccès nombreux que l'on a éprouvés dans certaines entreprises tiennent principalement à des appareils défectueux et à l'inexpérience de ceux qui ont fait les installations.

Il est difficile de formuler une opinion sur l'économie de l'éclairage électrique, les essais n'ont pas été encore faits sur une assez vaste échelle; aucune comparaison ne peut être faite avec le gaz, qui entretient des centaines de mille becs, tandis qu'une installation électrique n'alimente pas plus de 10 000 lampes. A New-York, le prix du az est le même que celui de l'électricité; mais le gaz coûte 65 centimes le mètre cube.

Nous ne sommes peut-être pas loin du moment où l'électricité supplantera le gaz, mais il faut tenir compte que l'on ne compare pas le coût d'éclairages de même intensité : on doit payer en conséquence un éclairage plus luxueux et qui présente certains avantages, et il faut être satisfait d'un prix considéré comme raisonnable. Le véritable rôle du gaz est de fournir de la chaleur, et celle-ci peut être transformée en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

électricité et donner un éclairage de luxe; mais les progrès sont si rapides et leur champ est si vaste, que bientôt il se pourrait que cet éclairage ne soit plus considéré comme un luxe, mais comme une nécessité.

SUR LES PILES POUR L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE, PAR M. I. PROBERT (1).

M. I. Probert rappelle la découverte, remontant à 1802, de l'arc électrique faite par Humphry Davy. La batterie était formée d'éléments zinc-cuivre plongés dans de l'acide dilué. La même année, le citoyen Robertson montra en public l'arc éclatant entre deux pôles de charbon; le courant était fourni par une pile de 120 éléments zinc-argent.

Quelques années après, Davy obtint une lumière électrique qui a été peu surpassée en éclat avec une batterie de 2 000 éléments qu'il devait à la munificence de quelques membres de la Royal Institution. Puis l'électricien Children construisit sa batterie de 20 éléments, contenant des lames de $1^m,20$ sur 60 centimètres; c'étaient les plus grands éléments qui aient été construits pour constater les effets de grande surface. Les effets lumineux produits étaient remarquables et excitaient l'admiration, mais il n'y avait là rien de pratique : les piles étaient incapables de soutenir la constance du courant, et les charbons, faits de charbon de bois, étaient rapidement consumés ; on ne connaissait pas les magnifiques régulateurs auxquels nous sommes aujourd'hui accoutumés.

Le défaut de constance du courant est dû à la polarisation des éléments, c'est-à-dire au dépôt du gaz hydrogène sur la lame de cuivre. Pendant le travail, le zinc est oxydé, se transforme en sulfate de zinc, et l'hydrogène mis en liberté se porte sur la lame de cuivre, où il forme une couche extrêmement mince, mais d'une grande résistance au passage du courant, et réduit ainsi la quantité d'électricité disponible.

Il est évident qu'une batterie, pour être d'un usage pratique dans l'éclairage électrique, doit produire un courant constant; mais, de plus, elle doit posséder une force électromotrice élevée et constante et avoir une résistance intérieure faible et constante. Elle doit employer des produits peu coûteux, et ne rien consommer quand il n'y a pas de courant ; les pièces doivent pouvoir être facilement nettoyées et changées. Malheureusement aucune pile ne remplit encore toutes ces qualités.

Aussi longtemps que les piles à courant constant furent inconnues, la lumière électrique resta à l'état de curiosité scientifique ; mais l'invention de Grove en 1836 donna un nouvel élan. La constance du courant est due en grande partie, mais non exclusivement, au dépôt d'hydrogène sur la lame de cuivre ; les inventeurs tournèrent

---

(1) Conférence faite à la Société des arts de Londres, le 22 mai 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leurs recherches sur le moyen de parer à cet inconvénient. M. Alfred Smee trouva dans cette voie qu'en rendant rugueuse la lame de cuivre les bulles d'hydrogène se dégageaient facilement; il remarqua qu'il n'était pas nécessaire que ces aspérités fussent visibles, et abandonna les lames de cuivre pour les remplacer par des lames de platine recouvertes de platine très divisé, obtenu en exposant la lame à l'action d'une dissolution de chlorure de ce métal. L'argent platiné employé aujourd'hui a été substitué par une fausse idée d'économie.

La pile de Smee, relativement aux anciennes, était d'une constance remarquable, mais elle est encore loin de la perfection. Le moyen employé n'était qu'un palliatif au dépôt d'hydrogène, et les inventeurs durent chercher un moyen préventif. Le professeur J. F. Daniell, du King's College, inventa une batterie dont la constance n'a pas encore été dépassée; elle est le type de toutes celles qui contiennent un dépolarisant chimique. L'hydrogène, au lieu de se déposer sur la lame de cuivre, est oxydé et transformé en eau par la solution de sulfate de cuivre et le cuivre métallique à la place de l'hydrogène est précipité sur la lame de cuivre, la polarisation est ainsi complètement évitée.

Si la constance du courant était seule requise, cette pile remplirait parfaitement le but proposé, mais une force électromotrice élevée et une faible résistance intérieure sont aussi essentielles, et celles-ci font défaut dans la pile Daniell. Ce professeur eut l'idée d'employer le platine à la place du cuivre, et une solution de chlorure de platine à la place de sulfate de cuivre; mais la dépense élevée rendait impraticable l'avantage ainsi obtenu. Il était réservé à sir W. R. Grove, un des juges de Sa Majesté, mais alors professeur de chimie à la London Institution, de vaincre la difficulté et de produire une pile d'une force électromotrice élevée, d'une faible résistance intérieure, en employant un liquide dépolarisant à un prix relativement bas.

Daniell avait apprécié l'effet d'une lame de platine; mais, renfermé dans son idée première, et croyant à la nécessité d'une solution métallique comme liquide dépolarisant, ne songea pas qu'une solution non métallique pouvait intervenir. Grove en vit cependant la possibilité : il substitua l'acide nitrique concentré, et obtint le succès que Daniell cherchait vainement.

A partir de ce moment, la production de la lumière électrique devint possible pratiquement, et elle a été employée dans les théâtres, à l'Opéra de Paris particulièrement.

Les inventions de Cooper, Walker, Bunsen et Archereau se succédèrent rapidement, et en peu d'années la pile à acide nitrique devint ce qu'elle est aujourd'hui. L'une des applications à noter fut l'emploi qu'on en fit à l'éclairage des docks de Cherbourg, pendant leur construction en 1858, où 1,800 hommes purent travailler pendant la nuit, temps pendant lequel sans cela les travaux eussent été forcément suspendus.

En 1831, Faraday fit l'importante découverte de l'induction, qui permit de transformer la force mécanique par l'intermédiaire d'un aimant et de bobines de fils métalliques en courant électrique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette découverte donna naissance aux machines dynamo-électriques, lesquelles, comme générateurs d'électricité pour l'éclairage, ont toujours laissé loin derrière elles les batteries voltaïques. La cause en est dans le prix de revient de ces deux sources d'électricité.

L'énergie électrique, dans une pile ou dans une machine dynamo-électrique, est finalement empruntée à une combustion ou action chimique ; dans l'un et l'autre cas, il y a la substance combustible et l'oxygène, ou une substance équivalente, pour entretenir la combustion et le moyen de recueillir ou d'utiliser l'énergie dégagée. Dans une pile, le combustible est ordinairement le zinc et la substance oxygénée l'eau acidulée. Dans la machine dynamo-électrique, ou mieux, dans le foyer de la machine qui la met en mouvement, le combustible est le charbon, et l'oxygène provient de l'air atmosphérique ; alors est-il plus économique, pour récolter une certaine énergie, de consommer du zinc et de l'acide ou du charbon dans la machine attenant à la machine dynamo-électrique ? Pour répondre, il suffit de consulter les prix du zinc et du charbon rapportés à leurs équivalents thermiques, c'est-à-dire qu'il faut tenir compte de la chaleur dégagée par un kilogramme de chacun de ces deux corps et des corps qui contribuent à oxyder le zinc, mais par contre il y a possibilité, dans ce dernier cas, d'utiliser les sous-produits.

Pour prendre un exemple, supposons un bâtiment qui doive être éclairé par 100 lampes à incandescence demandant chacune 0,75 ampères et 100 volts. La quantité d'énergie à dépenser par lampe, exprimée en volt-ampères ou watts, dont il faut 7 pour faire un cheval-vapeur, sera de 0,75 à 100 ou 75. L'énergie dépensée dans les 100 lampes sera donc de 7,500 watts ou 10,20 chevaux-vapeur; mais l'énergie qu'il faudra développer sera plus grande, en tenant compte du rendement des machines. Admettons que les pertes dues à l'échauffement des fils, au frottement des axes, etc., soient de 20 pour 100, il faudra que la machine à vapeur développe 10.20×0.80, ou 12,75 chevaux-vapeur. Or, on sait qu'un cheval-vapeur consomme environ 2 kilogrammes de charbon par heure pour sa production ; donc, 12,75 chevaux consommeront 25 kil. 5 de charbon au prix de 30 fr. la tonne, ce qui revient à 0 fr. 765. Si l'on ajoute que les lampes doivent éclairer 1,800 heures par an, ce qui correspond à peu près à cinq heures par jour, le prix du charbon par an sera de 1,375 francs. Le prix d'achat d'une machine dynamo avec la machine à vapeur et la chaudière est environ de 7,500 francs, dont l'intérêt à 4 pour 100, l'amortissement à 10 pour 100 et 1,500 fr. de main-d'œuvre, feront 2 550 fr., soit en tout 39.25 fr. par lampe.

Si l'on veut remplacer la machine dynamo par une pile électrique, il faudra, pour un effet utile d'énergie estimé à 10.20 chevaux, en produire le double, soit 20.40 ; car le rendement d'une pile dépend du rapport de sa résistance à celle du circuit extérieur. Quand les résistances sont égales, on obtient le maximum d'effet; mais la moitié de l'énergie est seulement utilisée, l'autre moitié produit l'échauffement de la pile et des conducteurs. Quand la résistance extérieure est grande, comparée à la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

résistance de la pile, le courant utilisable est faible, mais la perte est également faible.

Pratiquement, il faut s'arranger de manière que la résistance extérieure soit plus grande que la résistance intérieure de la pile, de manière que le rendement soit aussi près de 100 pour 100 que l'on voudra. On peut admettre que, pour l'installation dont il s'agit, le rendement soit le même que celui de la machine dynamo-électrique, 80 pour 100. Pour produire un cheval d'énergie par heure, il faut consommer un poids de 0 kil. 916 de zinc, divisé par la force électromotrice du couple employé. On pourrait calculer que la force électromotrice la plus élevée que l'on puisse obtenir pour un élément zinc et acide sulfurique est 2 248 volts, mais une certaine partie devra être déduite pour le travail de la dépolarisation ; cette quantité à déduire dépend du liquide dépolarisant: il est de 0,708 volt pour le nitrate de soude et l'acide sulfurique, 0,284 volt pour l'acide nitrique fumant, et 0,343 volt pour le bichromate de potasse. Ainsi, dans le cas d'acide nitrique, la force électromotrice résultante est de 1 964 volt, qui correspond à une consommation de 0 kil. 465 de zinc par cheval et par heure ; d'où, pour 12,75 chevaux-heure, il faut 5 kil. 92 ou 6 kil. de zinc. Le prix de ce métal étant environ de 55 fr. les 100 kilogr. conduit à une dépense de 3 fr. 30 par heure, dépense à laquelle il faut ajouter celle de l'acide.

Pour oxyder 1 kilogramme de zinc, il faut 1 kil. 5 d'acide sulfurique, comme l'indiquent les équivalents : par suite, pour les 6 kilogr. de zinc, il faut 9 kilogr. d'acide à 0 fr. 15, ce qui fait 1 fr. 35. Mais il faut encore tenir compte de l'acide nitrique comme dépolarisant ; si l'on suppose que ce corps soit transformé en bioxyde d'azote ($Az\,0^2$), 1 équivalent d'acide correspondra à 4 équivalents d'hydrogène formant de l'eau. On trouve alors que la dissolution de 1 kilogr. de zinc demande la décomposition 0,66 d'acide nitrique. Pour 12,75 chevaux-heure, il faudra 4 kilogr. d'acide nitrique à 0,65, soit 2 fr. 60. Ce chiffre doit être ajouté à celui du zinc et de l'acide sulfurique ; ce qui porte la dépense à 7 fr. 95 par heure.

Cela ne suffit pas encore : l'expérience a démontré que l'on n'utilisait pas plus de 20 pour 100 d'acide ; au delà, le courant faiblit au point de ne pouvoir fournir l'effet voulu. Mais on peut supposer que par certains procédés on récupère une partie de l'acide, les deux tiers environ ; dans ce cas le produit par heure sera de 9 fr. 50 au lieu de 7 fr. 25, et donnera 17 100 francs pour 1 800 heures, et, ajoutant l'intérêt à 4 pour 100 et l'amortissement à 10 pour 100 du prix de la batterie, estimée à 3 000 francs, on obtient 17 520 francs. Il faut à ce chiffre ajouter celui de la main-d'œuvre ; seulement on ne peut que l'estimer, parce que l'expérience n'a pas indiqué ce qu'elle pouvait être pour le cas supposé, les essais de ce genre n'ayant pas été faits sur une échelle suffisante. Admettons que la main-d'œuvre coûte autant que pour la machine dynamo-électrique, la dépense totale par an sera de 17 570 et 1 500 francs, c'est-à-dire 19 020 francs, ou 190 fr. 20 par lampe. La différence est grande en comparaison du prix calculé plus haut ; aussi des piles ne peuvent avoir de chance d'être utilisées que pour de petites

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

installations de 10 à 20 lampes. Beaucoup de personnes, n'ayant besoin que de quelques lampes, préféreront ce système quoique plus cher à l'inconvénient d'avoir une machine.

On peut réduire le prix de l'éclairage électrique au moyen de piles voltaïques dans quatre sens différents : 1° en utilisant une substance oxydable meilleur marché que le zinc; 2° en employant un oxydant meilleur marché que l'acide, 3° en trouvant un moyen d'utiliser complètement les solutions acides, et 4° en tirant parti des sous-produits dans les arts.

On a essayé de remplacer le zinc par le plomb ou le fer, l'acide sulfurique ou le dissolvant du métal par l'acide chlorhydrique, comme dans la batterie de M. Ross. Quant aux sous-produits contenant le zinc, ils ont peu de valeur ou demandent un prix élevé pour être régénérés.

Dans le service télégraphique du Post Office, on ne tire parti que des résidus qui contiennent une forte proportion de cuivre ; l'année dernière, 69 323 éléments Daniell ont rapporté pour les sous-produits une somme de 4 192 fr. 50, presque un sou par élément. Ceci peut donner une idée de ce que l'on pourrait retirer dans une maison ordinaire des résidus de zinc de dix ou vingt éléments, que l'on jette comme sans valeur au Post Office.

On a inventé bien des systèmes de piles à dépolarisant acide ou salin, qui se distinguent par des dispositions d'éléments permettant de les vider ou de changer facilement les dissolutions. On a compté l'année dernière en Angleterre près de 150 brevets pour des inventions de ce genre.

Une dernière question reste à faire. N'y a-t-il pas moyen d'effectuer une économie sur les lampes en leur demandant plus de lumière pour une même quantité d'énergie? Certainement la chose est possible, et sans entrer dans aucun détail, il suffit de dire que le conducteur incandescent devrait affecter une forme sphérique, sa masse devrait être très faible ainsi que sa surface, et la matière dont il serait fait devrait résister longtemps à un courant intense sans être détérioré. Le carbone provenant d'un pur hydrocarbure est le meilleur corps que l'on ait trouvé, et la confection de cette matière peut faire encore des progrès. L'auteur, associé à MM. Boullon et Soward, a pris un brevet en novembre 1882 pour déposer du carbone pur par courant électrique et lui donner une forme théorique ; on obtient ainsi des conducteurs très légers, mais leur durée est aussi très courte : le tout est de savoir quelle épaisseur leur donner pour réaliser les meilleures conditions d'économie.

Il faut noter en passant que les corps d'une grande résistance (on peut les faire de 400 ohms et plus par centimètre) ont l'avantage important d'exiger un courant très faible mais d'une force électromotrice élevée, de sorte que les conducteurs de cuivre peuvent être minces et par suite meilleur marché que si l'on avait besoin d'un courant plus intense. MM. Woodhouse et Rawson ont fabriqué récemment une lampe appelée *lampe à filament capillaire;* il paraît être fait de charbon déposé, mais la prépara-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion est tenue secrète pour éviter les contrefaçons toujours faciles. Ces filaments sont réputés pour donner de bons résultats; les essais que l'on en a faits semblent le prouver, sans toutefois donner beaucoup mieux que des filaments plus forts et capables de donner plus de lumière.

ARTS CHIMIQUES.

SUR LES PROPRIÉTÉS ANTISEPTIQUES DU SULFURE DE CARBONE.

NOTE DE M. CKIANDI-BEY (1).

M'occupant depuis vingt ans de l'emploi du sulfure de carbone pour l'extraction des corps gras et le traitement d'autres produits, j'ai été amené à faire diverses observations qui, dans les circonstances actuelles, peuvent offrir une grande importance comme moyen de combattre l'épidémie cholérique. Ces observations, que j'ai développées dans un Mémoire adressé au mois de juillet à M. le maire de Marseille, sont les suivantes :

1° Le sulfure de carbone est *soluble dans l'eau*, contrairement à ce qui est indiqué dans la plupart des ouvrages de chimie.

Son degré de solubilité, que j'ai été appelé à déterminer sur des volumes d'eau considérables, a varié de $0^{gr},002$ et $0^{gr},003$ de sulfure de carbone *par* 1 000 *grammes d'eau*, à la température de 18 à 20 degrés. En battant du sulfure de carbone pur dans un flacon complètement plein d'eau, j'ai obtenu une solution contenant environ $0^{gr},50$ de sulfure de carbone par litre; mais je ne puis garantir l'exactitude de ce chiffre, n'ayant aucun moyen pratique pour doser d'aussi petites quantités de sulfure de carbone.

2° Le sulfure de carbone à l'état de dissolution dans l'eau et, à plus forte raison, à l'état pur, *arrête toutes les fermentations : il tue les microbes,* il est un *antiseptique des plus énergiques*, il est en outre doué *d'une puissance de pénétration très considérable.*

3° Le sulfure de carbone pur, en dissolution dans de l'alcool pur et neutre à 96 degrés, *se décompose* lentement et donne naissance à divers produits, notamment à de *l'hydrogène sulfuré* (on sait que les dissolutions de caoutchouc sont préparées avec du sulfure de carbone et de l'alcool).

4° Contrairement à l'opinion émise par divers auteurs, je n'ai jamais eu à constater, depuis vingt ans (sur un personnel d'environ deux mille ouvriers), *aucun cas de paralysie* des membres inférieurs ou supérieurs, sur des ouvriers constamment pla-

(1) Note présentée à l'Académie des sciences le 22 septembre 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cés au milieu d'émanations de sulfure de carbone; je n'ai pas non plus constaté de destruction de leurs facultés viriles : les contremaîtres et ouvriers attachés à poste fixe dans les usines ont presque tous une nombreuse famille.

5° Les vapeurs de sulfure de carbone, respirées dans une certaine proportion, déterminent des phénomènes analogues à ceux de l'éthérisation, sans d'autres malaises qu'une lourdeur de tête de peu de durée.

6° Le sulfure de carbone, ingurgité à l'état de dissolution dans l'eau, présente une saveur sucrée et chaude, puis de la chaleur dans l'estomac, et, au bout de trois quarts d'heure environ (expérience faite sur moi-même en vue du choléra), des picotements dans les muqueuses du nez, analogues à ceux produits par de l'acide sulfureux; le tout suivi de légères lourdeurs de tête, mais sans durée.

7° Le sulfure de carbone pur, *appliqué sur la peau* (en imbibant de la ouate de coton avec du sulfure de carbone), *est un des révulsifs les plus énergiques;* son action est presque instantanée, et *la douleur* produite est analogue à celle qui est déterminée par de l'eau bouillante; mais elle *cesse immédiatement* par une simple insufflation d'air, qui vaporise le sulfure restant.

C'est en raison de ces constatations que je recommande le sulfure de carbone pour combattre le choléra et toutes les maladies microbiennes (typhus, diphtérie, phtisie, etc.). Son emploi peut rendre de grands services comme médication *à l'usage interne*, soit à l'état de dissolution dans de l'eau, soit sous forme de perles d'éther, comme *révulsif énergique, comme désinfectant* pour les déjections des cholériques, leurs vêtements, les objets de literie, etc.

La solution aqueuse peut servir pour l'arrosage des rues et pour le lavage des maisons. Cette solution s'obtiendrait économiquement en plaçant, aux prises d'eau des villes, des tonneaux disposés en appareils de Woolf et contenant du sulfure de carbone au travers duquel passerait l'eau, avant de se rendre à la lance du jet.

Le sulfure de carbone pour médication doit être purifié en le battant avec du mercure métallique, jusqu'à ce qu'il ne produise plus de précipité noir; pour préparer la dissolution de sulfure de carbone dans l'eau, il suffit de battre énergiquement une quantité quelconque de sulfure de carbone avec de l'eau potable.

Le sulfure de carbone pur a une odeur qui rappelle celle du chloroforme. Les dissolutions aqueuses constituent un des médicaments le meilleur marché de tous ceux que l'on connaît; il revient en effet à *un centime* les 10 litres.

Je terminerai cette Note en disant que, dans les applications des solutions aqueuses du sulfure de carbone, administrées à l'intérieur, M. le Dr Dujardin-Baumetz a déjà reconnu que, pour les cas de typhus, les diarrhées étaient arrêtées, les déjections désinfectées, ainsi que l'haleine des malades. Le sulfure de carbone pur, appliqué comme révulsif, a donné des résultats inattendus par son instantanéité et par sa réaction énergique, sans produire d'ulcérations et sans laisser de douleur dès que l'insufflation d'air sec a été faite.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOTE SUR LE SULFURE DE CARBONE ET SUR L'EMPLOI DE SA DISSOLUTION DANS L'EAU POUR LE TRAITEMENT DES VIGNES PHYLLOXÉRÉES, PAR M. EUG. PELIGOT (1).

Dans une de nos précédentes séances, M. Ckiandi-Bey, ingénieur, a adressé à l'Académie d'importantes observations sur les propriétés du sulfure de carbone. Il a mis en relief un fait qui avait échappé à l'attention des chimistes qui se sont occupés de ce corps : à savoir, sa solubilité dans l'eau. D'après M. Ckiandi, l'eau en dissoudrait par litre $0^{gr},002$ à $0^{gr},003$ et $0^{gr},50$, en agitant du sulfure de carbone pur dans un flacon complètement plein d'eau.

Il était intéressant de vérifier les résultats indiqués par l'auteur de ce travail. En ce qui concerne les propriétés antiseptiques de cette dissolution, M. Pasteur a bien voulu se charger de ce soin : d'après les premières expériences faites dans son laboratoire, ces propriétés sont fort remarquables. Il est possible que cette dissolution devienne l'antiseptique le plus efficace, comme elle est déjà l'antiseptique le moins coûteux ; elle revient, en effet, à quelques centimes le litre.

A l'égard de la solubilité du sulfure de carbone dans l'eau, j'ai constaté qu'elle est notablement plus grande que celle indiquée ci-dessus. A la température ordinaire, l'eau dissout par litre $3^{cc},5$ de sulfure de carbone, soit, en poids, $4^{gr},52$, la densité de ce corps étant égale à 1,293.

Ce résultat a été obtenu en agitant vivement et à plusieurs reprises du sulfure de carbone pur dans un flacon à moitié rempli d'eau distillée; il est le même avec de l'eau ordinaire; bien qu'il représente la moyenne de huit expériences, il n'est qu'approximatif. A défaut du dosage direct du sulfure dissous, j'ai dû me borner à mesurer dans un petit tube gradué le volume de ce corps qui restait après son contact avec un volume d'eau connu, le sulfure de carbone étant employé en excès. La forte tension de vapeur du sulfure de carbone, qui bout, comme on le sait, à 45 degrés, et, d'autre part, la nécessité d'opérer avec de l'eau déjà saturée d'air, rendent cette détermination un peu incertaine.

Cette liqueur, alors même que la saturation n'est pas atteinte, présente une saveur sucrée, puis brûlante; son odeur, qu'elle conserve longtemps lorsqu'elle est soumise à l'évaporation spontanée, rappelle celle du chloroforme. Portée à l'ébullition, elle laisse dégager le sulfure de carbone; ce corps ne devient libre qu'autant que cette ébullition est vive et prolongée : l'eau, qui se condense en même temps, renferme des traces d'acide sulfhydrique et colore en noir un sel de plomb. La dissolution, avant d'être soumise à l'action de la chaleur, ne fournit aucune coloration.

La dissolution aqueuse du sulfure de carbone prend rapidement une couleur jaune

(1) Note présentée à l'Académie des sciences le 13 octobre 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lorsqu'on la met en contact avec la potasse, la soude ou l'ammoniaque. En agitant du sulfure de carbone avec de l'eau de chaux ou de baryte bien limpide, la liqueur se colore en jaune au bout de quelques minutes et fournit bientôt un dépôt blanc de carbonate de ces bases : il y a, en même temps, formation de sulfocarbonates. En évaporant, en présence de l'air, la dissolution barytique, on obtient du carbonate et de l'hyposulfite de baryte.

Lorsqu'on ajoute de la levure de bière à une liqueur contenant du sulfure de carbone dissous et du sucre, aucune trace de fermentation alcoolique ne se produit.

Les propriétés de la dissolution aqueuse du sulfure de carbone donneront à ce dernier corps une importance nouvelle. Le sulfure de carbone est, comme on sait, l'insecticide par excellence, et tout le monde connaît les services qu'il rend pour la destruction du phylloxera,

En 1869, M. Paul Thenard, que la mort vient d'enlever à la science et à notre affection, essayait timidement à Florac, près Bordeaux, l'emploi du sulfure de carbone enfoui *en nature* dans le sol : jusqu'en 1876, ce remède était peu employé; la période des essais a été longue; mais aujourd'hui cette période est terminée et 30 000 hectares de vignes reçoivent annuellement plus de 4 millions de kilogrammes de sulfure de carbone.

De plus, la viticulture doit à notre illustre et regretté maître et confrère Dumas l'indication et l'emploi du sulfocarbonate de potassium. Ce sel a une double action : il tue l'insecte par le sulfure de carbone qu'il renferme, et il ajoute au sol un élément essentiellement fertilisant, la potasse.

De plus, il oblige à donner à la plante, qui en profite. une assez grande quantité d'eau, chaque cep recevant 80 grammes de ce sel dilué dans 20 litres d'eau. Avec un prix de revient moins élevé, le sulfocarbonate de potassium serait devenu d'un usage beaucoup plus général.

C'est, en définitive, sous ces deux formes que le sulfure de carbone est employé. Le plus souvent, ce corps est versé dans des trous pratiqués dans le sol à une certaine distance des ceps de vigne : ces trous sont creusés au moyen du *pal.* Comme il s'agit de produire une atmosphère chargée de vapeurs sulfureuses, on consomme une quantité de sulfure de carbone très considérable; cette quantité varie entre 20 et 40 grammes par mètre carré, soit 200 à 400 kilog. par hectare. Au prix de 40 francs les 100 kilog., la dépense pour l'achat du sulfure de carbone est de 80 à 160 francs. En rendant délétère toute la masse d'air confiné, on atteint l'insecte qui vit sur les racines de la plante. La perméabilité du sol, son état de sécheresse ou d'humidité, ont une grande influence sur le succès de l'opération. Parfois, sous l'influence d'une trop forte dose de sulfure de carbone, la plante périt en même temps que le phylloxera.

Il est permis d'admettre que la portion de sulfure de carbone qui agit utilement se dissout préalablement sous l'influence de l'eau que renferment la plante et l'insecte. Cette portion est assurément fort minime. En conséquence, on peut espérer, *a priori*,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'en substituant au mode actuel d'opérer la dissolution du sulfure de carbone dans l'eau, on réalisera une énorme économie, tant pour l'achat de cette matière que pour la main-d'œuvre qu'exige actuellement son introduction dans le sol.

Il ne s'agirait plus, en effet, que d'arroser chaque cep de vigne avec quelques litres de la dissolution plus ou moins saturée, celle-ci étant versée dans une cavité pratiquée au pied du cep. En suivant la tige et les racines, le liquide atteindra l'insecte par la voie la plus directe et la plus sûre. Nul doute pour moi que, si la propriété que possède le sulfure de carbone de se dissoudre dans l'eau avait été connue plus tôt, ce mode d'opérer aurait été expérimenté avant tout autre ; en cas de succès, il aurait évité bien des pertes d'argent et de temps.

En ajoutant à la dissolution une petite quantité d'un sel de potasse (chlorure ou sulfate), soit, par exemple, 1 ou 2 grammes par litre, on réaliserait en même temps l'un des avantages attribués au sulfocarbonate de potassium. J'estime, de plus, que l'addition de quelques décigrammes d'un sel de magnésie aurait également un effet utile, en introduisant dans le sol un autre principe tout aussi nécessaire à sa fertilisation.

Il n'est pas utile d'insister plus longuement, quant à présent, sur une opération dont l'expérience n'a pas fait connaître la valeur. Si celle-ci est favorable, la quantité de sulfure de carbone dont on fait usage pour le traitement des vignes phylloxérées *pourra être réduite dans une énorme proportion.*

Il est bien désirable que les délégués du Ministère de l'agriculture et de l'Académie, les membres des syndicats et des comités d'études et de vigilance qui fonctionnent dans les départements envahis par le phylloxera prennent en considération les données qui précèdent, et ne tardent pas à instituer les essais qu'elles réclament.

De même que pour les méthodes actuellement usitées, il faudra passer par la série d'épreuves et de tâtonnements qu'accompagne toujours une nouvelle pratique agricole. Dans les pays entièrement dépourvus d'eau, on continuera à faire usage du sulfure de carbone en nature, bien que l'eau, dont la consommation sera d'ailleurs assez minime, soit encore de tous les remèdes celui qui coûte le moins. La difficulté la plus sérieuse, au premier abord, est celle que présente la préparation de la liqueur sulfureuse : il ne s'agit pas là d'un simple mélange ; il est nécessaire que les deux liquides soient fortement brassés, leur action mutuelle étant entravée par la différence qui existe entre leurs densités. Il est probable que cette opération devra être faite sur place, dans une sorte de baratte close, mobile sur des roues ou portée à dos d'homme. Un robinet, placé à une certaine hauteur, permettra la distribution du liquide plus ou moins chargé de sulfure de carbone, celui-ci se maintenant au fond du vase et devant être ensuite agité avec une nouvelle quantité d'eau. La construction d'un appareil de ce genre ne doit pas offrir des difficultés bien sérieuses à nos habiles fabricants d'instruments agricoles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'INDUSTRIE DE LA RÉSINE DANS LES LANDES, PAR ADOLPHE RENARD (1).

Le département des Landes est, en France, le centre le plus important de la production de la résine. Ce grand espace triangulaire d'environ 14 000 kilomètres carrés, limité d'un côté par l'Océan et des autres par l'Adour, les hauteurs cultivées du Lot-et-Garonne et les vignobles de Bordeaux, est un ancien lit de la mer recouvert par les sables de l'époque pliocène. Les masses sableuses, qui en maints endroits ont plus de 80 mètres d'épaisseur, renferment seulement quelques couches d'argile ; mais, à peu de profondeur, on rencontre une couche compacte appelée *alios* que les racines des arbres ne traversent que très difficilement et qui est un des plus grands obstacles à la végétation forestière. Les eaux pluviales, retenues par cette couche compacte de grès, séjournaient autrefois sur le sol et avaient transformé toute la surface des Landes en un vaste marais. Aujourd'hui, de nombreux fossés d'écoulement ont été creusés et reçoivent le trop-plein des eaux pour le porter aux étangs du littoral. La surface de la Lande s'est trouvée ainsi presque complètement desséchée, les marécages ont disparu et les habitants de ces contrées ne sont plus forcés de se hisser sur des échasses pour parcourir ces vastes étendues de terrain qui alors étaient infranchissables pour des piétons ordinaires.

Il n'est pas douteux qu'avant le moyen âge la plus grande partie de la Lande ait été couverte de forêts, au moins sur les bords de la mer. Mais, par suite de l'imprévoyance des habitants, ces bois avaient été anéantis et les sables avaient repris leur marche envahissante vers l'ouest, menaçant d'engloutir tout ce qu'ils rencontraient sur leur passage.

Les premières tentatives qui furent faites pour la fixation des dunes datent du commencement du XVIII^e^ siècle, mais c'est Brémontier qui, de 1787 à 1793, résolut définitivement le problème de la plantation des Landes. Il parvint à consolider d'une façon définitive plus de 250 hectares de dunes mouvantes. Aujourd'hui, une immense forêt de pins couvre toute cette vaste étendue de terrains jadis incultes et marécageux et a mis une barrière infranchissable à l'empiètement des dunes du littoral.

Le pin maritime est l'arbre choisi, à l'exclusion de presque tous les autres, par les sylviculteurs landais. Sa reproduction s'effectue, soit par semis, soit par plantation ; mais les plus beaux arbres sont toujours ceux obtenus par semis et c'est aussi le mode le plus employé.

L'ensemencement se fait à la volée. Tous les quatre ou cinq ans on éclaircit, en coupant tous les jeunes arbres les moins vigoureux, de façon à permettre aux autres de se développer dans de meilleures conditions. Au bout de vingt-cinq à trente ans,

(1) Extrait du *Moniteur scientifique*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les arbres se trouvent alors distants les uns des autres de $1^m,50$ à 2 mètres. Tous ceux qui, à cette époque, doivent encore être abattus, sont *gemmés à mort*. Cette opération consiste à faire à l'arbre deux grandes entailles à l'opposé l'une de l'autre ; on recueille la gemme qui en découle par l'un des procédés que nous indiquerons plus loin. Dans ces conditions, l'arbre s'épuise vite, et au bout de quatre ou cinq ans on l'abat. Enfin, on choisit encore une dernière fois dans la *pignada* les arbres les plus beaux que l'on se propose de conserver pour l'exploitation régulière, en ayant soin de les prendre équidistants d'environ 8 mètres, et tous les autres sont gemmés à mort et abattus au bout de cinq à sept ans. Quand les arbres que l'on a conservés, et auxquels on donne le nom de *pins de place*, ont atteint un diamètre de 30 à 35 centimètres, on peut alors commencer l'exploitation.

A l'aide d'une lame tranchante, légèrement courbe et fixée perpendiculairement à l'extrémité d'un manche en bois, on pratique, sur la base de l'arbre du côté du levant, une incision que l'on rafraîchit tous les trois ou quatre ans. La taille commence au mois d'avril et se continue jusqu'à la fin de septembre ; elle doit avoir acquis dans ce laps de temps une hauteur d'environ $0^m,50$. On a soin, du reste, au commencement de la saison, c'est-à-dire vers le mois de mars, d'en limiter l'étendue en enlevant la surface externe de l'écorce sur toute la partie de l'arbre qui devra être mise à nu.

L'année suivante, on continue l'entaille au-dessus de la première et ainsi de suite pendant cinq années consécutives, jusqu'à ce que l'on soit arrivé à une hauteur de $2^m,50$ à 3 mètres. On recommence alors la même opération sur la partie de l'arbre exposée au midi, et après en avoir fait le tour, on revient à l'emplacement de la première entaille qui a eu le temps de se cicatriser.

Dans une exploitation bien conduite, un arbre peut ainsi être gemmé pendant plus de deux cents années consécutives.

Deux procédés sont employés pour recueillir la gemme. L'ancien procédé, qui est le plus simple, consiste à pratiquer dans le sol, à la base de l'arbre, une petite cavité dans laquelle la gemme vient se réunir. Quand l'entaille est voisine du sol, la récolte se fait dans d'assez bonnes conditions, mais, au bout de deux ou trois ans, quand l'incision a acquis une longueur un peu considérable, la gemme n'arrive plus que très difficilement jusqu'à terre. Sous l'influence du vent et de la chaleur solaire, la plus grande partie de l'essence se volatilise ou se résinifie et la récolte devient insignifiante.

Le second procédé, dit procédé Hughes, du nom de son inventeur, remédie en partie à ces inconvénients et présente en outre l'avantage de fournir une gemme beaucoup plus pure et exempte de terre et de débris végétaux. Ce nouveau procédé, aujourd'hui adopté dans un grand nombre d'exploitations, consiste à appliquer contre l'arbre, à l'aide d'une pointe en fer, un petit pot que l'on place chaque année au-dessous de l'entaille nouvelle. La gemme ainsi récoltée, ayant un chemin moindre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à parcourir pour se rendre dans son récipient, est toujours plus riche en essence que celle recueillie par l'ancien système.

La cueillette de la gemme se fait tous les quinze ou vingt jours. Le pot est d'abord vidé dans un récipient de 40 à 50 litres de capacité que l'on transvase dans un bassin plus grand enfoncé dans le sol, de la contenance de 4 à 500 litres, où l'on vient remplir les barriques au moment de la vente.

Au mois d'octobre, on récolte en outre sur les pins la gemme restée solide à la surface des entailles. Cette gemme peut être réunie à la précédente pour être soumise comme elle à la distillation, mais, en général, elle est conservée dans cet état pour être livrée directement au commerce sous le nom de *galipot* ou *barasse*.

Fabrication de l'essence de térébenthine. — La gemme est la matière première de la fabrication de l'essence de térébenthine, c'est un mélange, ou plutôt une dissolution de colophane dans l'essence. Sous l'influence de la chaleur celle-ci se volatilise, et la colophane reste comme résidu.

La distillation industrielle de la gemme s'effectue dans de petites usines situées le plus souvent au milieu même de la forêt. La campagne commence au mois de mai pour se terminer en octobre.

La gemme, à son arrivée à l'usine, est transvasée dans deux grandes barques en bois de la contenance de 100 barriques de 340 litres. A l'aide d'une sorte de casserole fixée à l'extrémité d'un manche en bois, on puise la matière dans ces bacs pour l'introduire dans deux chaudières en cuivre, dites chaudières préparatoires, de la contenance de 6 à 8 barriques et chauffées à feu nu. On fait bouillir à petit feu la gemme dans ces chaudières pendant toute une journée; l'eau vient se réunir à la partie inférieure, tandis que les matières étrangères, telles que les copeaux de bois, les branches, etc., remontent à la surface. On les enlève à l'aide d'une écumoire et on les met égoutter sur des filtres en paille disposés au-dessus de la seconde chaudière.

Le soir, on laisse tomber le feu et on abandonne la chaudière à elle-même. Le lendemain matin, la gemme, ainsi débarrassée de l'eau qu'elle retenait en suspension et dont la proportion s'élève souvent à 12 ou 15 pour 100, ainsi que des matières terreuses et ligneuses qu'elle contenait, est introduite dans un récipient en cuivre de la contenance fixe de 300 litres. Ce bassin porte à sa partie inférieure un tuyau muni d'un robinet qui vient déboucher à 20 centimètres du fond de l'alambic dans lequel doit s'effectuer la distillation. Cet alambic est en cuivre, chauffé à feu nu ou sur voûte, et muni d'un serpentin qui plonge dans un récipient en bois plein d'eau. On y fait arriver les 300 litres de gemme et on chauffe fortement. L'essence distille, et au bout de quinze à vingt minutes on fait arriver dans l'appareil, par un robinet placé à sa partie supérieure, environ 80 à 100 litres d'eau chaude.

Cette addition d'eau a pour but de faciliter la volatilisation de l'essence. Le produit distillé est reçu dans un récipient en tôle muni, à sa partie supérieure, d'un tuyau de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trop plein par lequel l'essence, plus légère que l'eau, va se rendre dans les fûts destinés à la recueillir.

Lorsque le liquide sortant du serpentin ne renferme plus d'essence en quantité notable, on arrête l'arrivée de l'eau, on continue encore la distillation pendant quelques instants et l'opération est terminée. Le rendement en essence varie avec la saison et est d'environ **15** à **18** pour **100** du poids de la gemme. On débouche alors le tuyau de vidange posé au fond de la chaudière et on coule le brai dans un bac en tôle après l'avoir fait passer sur une plaque en cuivre percée de trous pour éliminer les diverses impuretés qu'il pourrait contenir. L'appareil est alors prêt pour une nouvelle opération que l'on recommence aussitôt sans le laisser refroidir. On peut ainsi effectuer huit à dix distillations par jour.

Quant au brai, après l'avoir laissé refroidir quelque temps, on le coule dans des fûts en bois où il se solidifie. Celui provenant de la gemme, recueilli par le procédé Hughes, est livré au commerce sous le nom de colophane jaune, et celui obtenu avec la gemme recueillie par l'ancienne méthode est vendu sous le nom de brai clair. Les brais de qualité inférieure ou brais noirs sont obtenus par la même méthode, mais résultent de la distillation de la partie la moins pure de la gemme que l'on recueille au fond des chaudières préparatoires.

Le brai, au lieu d'être introduit directement dans les tonneaux, est quelquefois utilisé pour la fabrication de la résine. Dans ce cas, au sortir de la chaudière, on le coule dans un bac spécial où on lui ajoute, alors qu'il est encore liquide, par portions de **10** à **20** litres à la fois, une proportion de **12** à **15** pour **100** d'eau chaude. On brasse énergiquement le mélange avec des bâtons jusqu'à ce que toute la masse soit devenue opaque et bien homogène, puis on la coule par un conduit en sable dans des moules de forme cylindro-conique également en sable où elle se solidifie. La résine ainsi obtenue est de nuance jaune pâle et est employée, sous le nom de résine jaune ou résine de boutique, pour la confection des chandelles de résine.

Enfin, les filtres de paille sur lesquels ont été déposées toutes les impuretés recueillies à la surface des chaudières préparatoires sont encore utilisés pour la préparation d'une gemme de qualité inférieure. Pour cela, on introduit ces filtres avec les détritus restés à leur surface dans un four, à peu près semblable à nos fours à chaux, désigné sous le nom de four à *pégle*. On y met le feu. Une partie du produit brûle et détermine la liquéfaction de la gemme qui s'écoule par un orifice, placé à la partie inférieure du four, dans un récipient plein d'eau. Cette gemme, soumise à la distillation, fournit environ **10** pour **100** de son poids d'essence.

Fabrication des huiles de résine. — Cette industrie remonte à une cinquantaine d'années et a pris aujourd'hui un assez grand développement. En **1832**, M. Dives, en distillant de la gemme pour en extraire l'essence de térébenthine, remarqua, par hasard, qu'en continuant l'opération alors qu'il ne restait plus dans l'alambic que la colophane, celle-ci, en se décomposant, donnait naissance à une huile. Il remplaça

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

alors les alambics en cuivre par des cornues de fonte, et le mode de distillation dont il fit usage est encore celui qui est employé aujourd'hui.

Dans de grandes chaudières hémisphériques en fonte, chauffées sur voûte, on introduit 1 800 kilogrammes de brai et 1 1/2 ou 2 pour 100 de chaux, qui ont pour but de donner plus de fluidité aux huiles. On recouvre la chaudière d'un dôme en cuivre qu'on lute avec de l'argile et que l'on met en communication avec un serpentin, également en cuivre, disposé dans une cuve en bois remplie d'eau froide. Le combustible employé pour le chauffage des chaudières est le bois de pin. On commence l'opération à trois heures du matin, on chauffe fortement au début, et au bout de deux ou trois heures la distillation commence ; on modère alors le feu, que l'on maintient jusqu'à sept heures du soir. Les produits distillés sont reçus dans un petit récipient en tôle muni, à sa partie supérieure, d'un tube qui permet de les envoyer dans les fûts destinés à les recueillir. Au commencement de l'opération, il se dégage de l'eau que l'on fait écouler par un petit robinet placé à la partie inférieure du récipient en tôle, puis on recueille environ 25 kilogrammes d'essence et 9 à 10 fûts d'huile du poids de 160 kilogrammes ; à la fin de l'opération, le fond de la chaudière doit être porté à la température du rouge sombre. Il reste alors un résidu solide et charbonneux qu'on est obligé d'enlever à coups de pic après chaque distillation.

Le rendement total en huile et essence est d'environ 80 à 85 pour 100 ; la principale cause de perte est due aux gaz combustibles qui se dégagent en abondance pendant tout le temps de l'opération et qui, jusqu'à présent, n'ont pas encore été utilisés.

Les huiles de résine, ainsi obtenues, ne sont pas identiques pendant tout le temps de la distillation. On les classe en général, d'après leur couleur, en trois catégories : les huiles blondes, les huiles bleues et les huiles vertes.

Les huiles blondes sont les plus abondantes, leur proportion s'élève à 1 100 ou 1 200 kilogrammes par opération. Elles sont de couleur jaune brunâtre, assez fluides.

Leur densité varie de 990 à 1 000. Elles sont incongelables, même par les plus grands froids ; elles possèdent des propriétés éminemment lubrifiantes, mais présentent le grave inconvénient de se résinifier assez rapidement au contact de l'air, ce qui, avec leur odeur, en a toujours limité considérablement l'emploi. Les Compagnies de chemins de fer et les exploitations de mines en font une assez grande consommation pour le graissage de leurs machines, après les avoir mélangées dans une proportion de 25 à 50 pour 100 d'huile de colza ou d'huile minérale. Elles sont également employées, soit seules, soit en mélange avec l'huile de lin, pour la confection des encres d'imprimerie.

Les huiles bleues sont constituées par les produits qui passent à la distillation immédiatement après l'huile blonde. Ces huiles sont plus colorées et présentent une fluorescence bleue très prononcée. Leur densité est d'environ 990 à 1 000. Enfin, lorsque l'opération touche à sa fin, on recueille les huiles vertes qui sont encore de nuances plus foncées et douées d'une très forte fluorescence verte. Elles sont tou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jours mélangées à une forte proportion d'eau dont il est souvent difficile de les débarrasser.

Ces huiles, ainsi que les précédentes, sont plus fluides que les huiles blondes; elles contiennent en effet une plus forte proportion d'essence, dont la présence est due à un commencement de pyrogénation que subit la colophane par suite de la haute température à laquelle sont alors soumis les appareils distillatoires.

Les huiles bleues et les huiles vertes sont surtout employées pour le graissage des wagonnets dont on fait usage dans les exploitations de mines.

Quant aux essences, dont la proportion est d'environ 1 à 2 pour 100 du poids de la colophane, leur emploi est très limité. Elles possèdent une odeur très prononcée, sont de couleur brunâtre, leur densité est d'environ 950 ; elles se résinifient assez rapidement à l'air, à la façon de l'essence de térébenthine. On les utilise quelquefois pour remplacer cette dernière dans quelques unes de ses applications, spécialement pour la confection des peintures extérieures et surtout pour le nettoyage des pièces de machines.

Les huiles de résine, obtenues par la méthode que nous venons d'indiquer, sont en général livrées dans cet état au commerce. Elles sont alors assez souvent troubles et légèrement opalines par suite de la présence d'une petite quantité d'eau interposée dans la masse. Pour les rendre limpides, M. Durou, de Mont-de-Marsan, a proposé de les abandonner pendant quelque temps dans de vastes réservoirs disposés sous des toitures vitrées, exposées au soleil. Sous l'influence de la chaleur et de la lumière, l'huile se clarifie assez rapidement, surtout en été, et subit en même temps une légère décoloration. On peut encore arriver au même résultat par une rectification. On fait usage dans ce cas des mêmes appareils que ceux employés pour la distillation de la colophane. L'opération doit être conduite lentement. On recueille d'abord une certaine quantité d'essence que l'on met de côté, puis l'huile distille parfaitement claire.

Cette distillation donne de très bons résultats, mais occasionne toujours un déchet de 6 à 8 pour 100. La densité des huiles rectifiées est de 972.

Enfin, de nombreux procédés ont encore été proposés pour enlever aux huiles de résine leur odeur, qui, dans bien des cas, constitue un obstacle à leur emploi dans l'industrie. Un lavage à la soude, suivi d'un battage à l'acide sulfurique, est, de tous les procédés, celui qui paraît fournir les meilleurs résultats, mais ce mode d'épuration n'a reçu jusqu'à présent aucune application industrielle.

Les produits de la distillation du brai, en dehors de leur emploi comme huile de graissage, sont encore utilisés en assez grande quantité pour la préparation des graisses à voitures ; mais les huiles, pour être propres à cet usage, doivent avoir été fabriquées d'une façon spéciale. La distillation du brai, au lieu d'être conduite lentement, doit au contraire être menée très rapidement et ne pas durer plus de quatre heures. L'huile obtenue dans ces conditions renferme alors une forte proportion de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

résine entraînée mécaniquement, est visqueuse, épaisse et porte le nom d'huile forte. Pour préparer la graisse, on commence d'abord par délayer une partie de chaux éteinte en poudre dans deux parties environ d'huile maigre, provenant d'une distillation lente, puis on incorpore une partie de la bouillie épaisse ainsi obtenue dans quatre à cinq parties d'huile forte. La résine contenue dans cette dernière se combine à la chaux pour former un résinate de chaux; on brasse bien le mélange, et quand la pâte est encore fluide, on la coule dans les barils ou les boîtes où elle doit être logée et où elle acquiert rapidement la consistance voulue. Ces graisses sont quelquefois colorées par une addition de substances en poudre ; elles sont aujourd'hui très employées pour le graissage des voitures, des camions, des charrettes et des wagonnets de mines.

Le Gérant, J. H. GINESTOU.

PARIS. — IMPRIMERIE JULES TREMBLAY, RUE DE L'ÉPERON, 5 ;
MADAME VEUVE TREMBLAY, NÉE BOUCHARD-HUZARD, SUCCESSEUR.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

83e année. Troisième série, tome XI. Novembre 1884.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. H. TRESCA, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* SYSTÈME DE TIGE DE SUSPENSION A ARRÊT AUTOMATIQUE, *de* M. JACQUET.

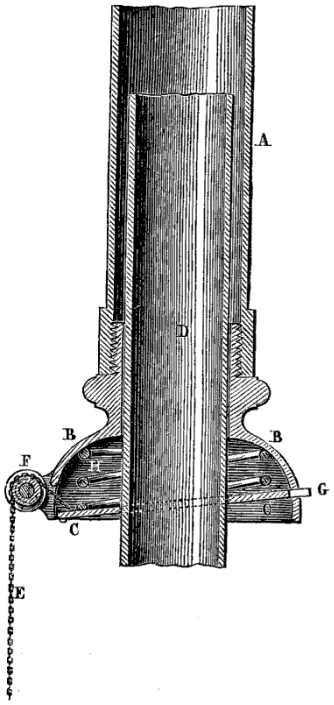
Une tige de suspension, formée de deux tubes concentriques, peut être à volonté allongée ou raccourcie par le jeu du glissement de l'un de ces tubes par rapport à l'autre. Si l'ajustement est bien fait et si le tube mobile n'a à supporter qu'une faible charge, le frottement suffira pour maintenir cette charge en position, à quelque hauteur qu'on l'ait tout d'abord amené. Mais si le poids à soutenir ainsi est un peu grand, il faut nécessairement recourir à quelque mode d'arrêt par pression, à vis ou à ressort, qui assure que l'extrémité du tube mobile se maintiendra exactement à la hauteur voulue.

M. Jacquet, ancien chef de division à la préfecture de Chambéry, propose d'employer, dans ce but, une disposition automatique analogue, sinon identique, celle de l'encliquetage Saladin.

Si c'est le tube intérieur que l'on veut rendre mobile, on le munit d'une sorte de bague plate, d'un diamètre un peu plus grand, et fixé au bas du tube extérieur par un mode quelconque d'articulation. Lorsque cette bague est libre, elle vient, en s'inclinant sous l'action de son propre poids et du frottement, former frein sur la paroi cylindrique du tube mobile, et empêche tout déplacement relatif, l'emboutement qui en résulte augmentant même à mesure que la charge deviendrait plus grande. En dégageant au contraire cet anneau, toute résistance disparaît, et le tube intérieur ayant repris sa liberté, on peut, après l'avoir remonté ou lui avoir permis de descendre,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'arrêter dans sa position nouvelle en abandonnant la bague à elle-même.



Tige de suspension de M. Jacquet.

Pour mieux encore assurer la prise immédiate de l'encliquetage ainsi réalisé, M. Jacquet presse en outre sur la plaque formant anneau avec un ressort à boudin dissimulé dans une sorte de godet, et qui remplace le ressort à virgule de la disposition primitive. Pour redresser la position de la bague, il se sert d'un cordon de tirage passant, s'il y a lieu, sur la gorge d'une petite poulie de renvoi.

Plusieurs autres dispositions montrent, dans les dessins joints à la communication de M. Jacquet, comment les différents organes que nous venons d'indiquer pourraient être disposés, dans le cas où le tube fixe serait à l'intérieur et dans ceux où la combinaison devrait être appliquée à une canalisation d'eau ou de gaz, avec piston à garniture étanche.

Parmi les applications les plus usuelles, l'auteur cite avec raison les tiges de suspension des appareils d'éclairage et ceux qu'exige l'étalage dans les magasins, celles des règles de métrage, etc., etc. Il ne craint pas d'employer encore son système à des tiges multiples, fussent-elles même inclinées; mais l'exécution et l'observation des conditions d'équilibre doivent alors être l'objet des plus grands soins. Il ne l'a toutefois appliqué, un peu en grand, que pour l'éclairage au gaz, auquel il est facilement et utilement propre. Les appareils déjà exécutés sont d'un agencement très simple et très pratique.

En conséquence, votre comité vous propose, messieurs, d'insérer le présent Rapport dans votre *Bulletin*, avec la seule figure de la disposition qui y est décrite, et de remercier M. Jacquet de sa communication.

Signé : H. Tresca, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 24 *octobre* 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *de* M. DE LABOULAYE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur la* GRAMMAIRE DE LA COMPOSITION, *ouvrage offert par* M. TOUREAUX, *de Chartres*,

L'enseignement professionnel est, à juste titre, la préoccupation de toutes les personnes qui s'intéressent au succès de l'industrie française. Sans ouvriers habiles, une fabrication ne peut donner que des produits grossiers, et ne saurait acquérir quelque supériorité sur les industries rivales de l'étranger.

C'est au moyen d'un long apprentissage que se formaient, autrefois, les ouvriers qui ont produit, au siècle dernier, tant d'œuvres d'une excellente exécution, et qui ont longtemps fait rechercher, dans toute l'Europe, les meubles, l'orfévrerie et tant de produits divers réputés comme appartenant à des styles particuliers, dits de Louis XIV, Louis XV et Louis XVI.

L'établissement des manufactures, la destruction des corporations, le changement des mœurs, qui empêchent l'apprenti de s'incorporer en quelque sorte dans la famille du patron, sont venus détruire un état de choses que l'on n'a pas su remplacer jusqu'ici, et nous ont fait perdre une des causes de supériorité de notre industrie.

Parmi les moyens de remédier à cet état de choses, un des plus précieux et des plus compatibles avec les mœurs modernes, croyons-nous, est la publication de bons ouvrages consacrés à l'enseignement professionnel : non d'ouvrages où l'on expliquera à l'apprenti menuisier ce que c'est qu'un établi ou une varlope, etc.; ou à l'apprenti serrurier ce que c'est qu'un étau et une lime : toutes choses que l'on saura en quelques heures passées à l'atelier; mais des ouvrages analysant pour l'ouvrier, ayant déjà quelque pratique d'une profession, la manière de conquérir assez d'habileté pour effectuer le mieux possible toute opération qui lui offre des difficultés.

C'est à cette catégorie d'ouvrages qu'appartient la *Grammaire de la composition* que nous a adressée M. Toureaux, qui est destinée à faire d'un compositeur ordinaire un ouvrier capable d'exécuter, avec autant de goût que de perfection, les opérations les plus complexes qu'il peut rencontrer dans son travail.

Dans une première partie, M. Toureaux donne les règles de la composition

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

proprement dite, d'abord pour texte ordinaire, puis pour les opérations, sommaires, additions, etc., qui se rencontrent dans le texte.

La seconde partie traite de la mise en page et de l'imposition ; et la troisième, des ouvrages de ville et des tableaux, dont l'exécution offre souvent assez de difficultés.

Mais sans suivre l'auteur dans les nombreuses indications qu'il fournit au compositeur, pour les divers cas qui peuvent se rencontrer, nous le féliciterons surtout d'avoir présenté d'une manière ingénieuse et nouvelle les règles qui doivent être observées pour composer des titres ayant une certaine élégance, et de l'heureuse idée qu'il a eue d'imprimer en couleur les contours du vase étrusque qui doivent être indiqués par les extrémités des lignes de ce titre, ce qui rend tout à fait probante une règle assez douteuse sans cela.

Ses exemples de composition d'ouvrages de ville sont aussi du meilleur goût, comme du reste l'exécution du livre, qui fait grand honneur à la maison Garnier, de Chartres, à laquelle est attaché l'auteur.

Ce petit ouvrage prendra sa place à côté du *Guide du compositeur* de M. Théotiste Lefebvre, le doyen respecté de l'imprimerie Firmin Didot, de ceux de Fournier et de Claye, les habiles imprimeurs, et sera comme eux très utile pour former d'habiles ouvriers et contribuer ainsi à la perfection des produits de la typographie française.

Nous venons, en conséquence, messieurs, vous demander de vouloir bien remercier M. Toureaux de son envoi, et d'insérer ce Rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : DE LABOULAYE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 novembre 1884.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. ROUSSELLE, *au nom du comité des arts économiques, sur un* NOUVEAU SYSTÈME DE LIT PLIANT *présenté par* M. ANQUETIN, *fabricant de literie, rue de Cléry*, 64, *à Paris.*

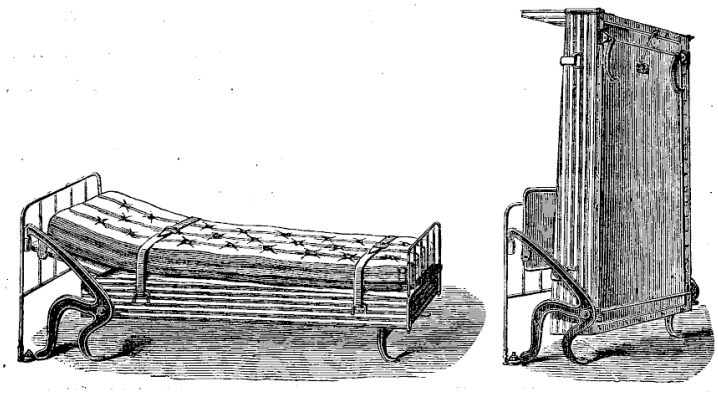
M. Anquetin a demandé à la Société d'encouragement d'examiner un système de lit pliant en fer pour lequel il a pris un brevet d'invention. Le but qu'il a poursuivi consiste à obtenir un meilleur coucher qu'avec les procé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dés actuellement en usage, et, en même temps, à faire en sorte que le lit, une fois replié, occupe sur le plan horizontal une surface aussi faible que possible. Voici comment M. Anquetin a résolu ce double problème.

La carcasse en fer et fonte du lit se compose de deux parties distinctes, l'une pour la tête, l'autre pour le pied. Au dossier, du côté de la tête, sont rattachés deux supports latéraux en fonte reliés entre eux par une tringle transversale en fer rond, pièce qui constitue l'axe de rotation lorsqu'on veut replier le lit. Du côté du pied, se trouve un dossier bas et un support en fonte malléable, le tout adhérent au sommier élastique. Ce sommier n'a pas la longueur totale du lit, et laisse, du côté de la tête, un vide dont la largeur surpasse de quelques centimètres l'épaisseur du sommier. Ce vide est couvert par une sorte de pupitre rembourré, articulé avec le dossier. Le coucher est complété par un matelas recouvrant le sommier et le pupitre et par un oreiller.

Lorsqu'on veut replier le lit, on assujettit l'oreiller contre le matelas, du



Lit pliant de M. Anquetin.

côté du pied, à l'aide d'une courroie disposée à cet effet; on replie le matelas sur lui-même, du côté de la tête, et on le retient dans cette position au moyen d'une courroie semblable à la précédente; on relève le pupitre contre le dossier, puis, en saisissant le lit par le pied, on le redresse de manière que les pièces en fer du côté de la tête restant fixes, le sommier et le matelas soient placés verticalement. Le dessous du sommier se présente alors en dehors, et c'est contre ce dessous que se rabat le support du pied du lit.

Dans les échantillons, assez nombreux, que M. Anquetin nous a présentés,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nous avons constaté que la largeur occupée par son lit, quand il est replié, est de $0^m,54$; cette même largeur atteint $0^m,64$ pour les lits pliants en fer les plus usités, c'est-à-dire ceux qui sont nommés lits-cages. Nous avons reconnu aussi que, dans le système de l'inventeur, le sommier et le matelas peuvent être d'aussi bonne qualité que dans les meilleurs lits fixes, avantage qui n'est pas assuré dans les lits cages, le sommier adhérent à la carcasse en fer étant sujet à se détériorer et le matelas devant être mince pour que le lit puisse se refermer.

M. Anquetin, qui est un ancien ouvrier horloger, a étudié avec soin les détails de son système; les divers métaux : fer, fonte ordinaire, fonte malléable, sont employés d'une manière judicieuse. L'inventeur a évité tout assemblage compliqué et même toute charnière. La plupart des pièces sont simplement posées l'une sur l'autre, en sorte qu'il suffit de dévisser quelques boulons pour que toutes les pièces se séparent. Les déplacements et déménagements sont ainsi rendus très faciles.

Pour cacher le lit, quand il est replié, M. Anquetin emploie deux systèmes : 1° Il dispose, au-dessus de la tête, un petit baldaquin supportant deux rideaux; ceux-ci, en se repliant, dissimulent complètement le lit. 2° Il renferme le lit dans une armoire, sur les portes de laquelle sont placés, intérieurement, un miroir, un porte-manteau, etc., et où l'on trouve aussi une planche pour recevoir des vêtements (1). L'appareil, ainsi combiné, est nommé, par l'inventeur : lit d'administration, parce qu'il peut être placé dans un bureau, dans une caisse, dans un magasin. Cette destination est en effet rationnelle, puisque le lit, tout en offrant un coucher commode et confortable à l'agent qui doit l'occuper, peut être complètement dissimulé, surtout si l'on prend le soin de mettre l'aspect extérieur de l'armoire en harmonie avec le mobilier de la pièce où elle est placée.

En résumé, messieurs, l'invention de M. Anquetin, conçue dans un esprit pratique et judicieux, étudiée avec soin par son auteur, peut rendre d'utiles services lorsque l'on doit établir des lits dans des chambres exiguës ou à usage multiple, et surtout quand on veut exercer une surveillance de nuit dans des bureaux, des caisses ou des magasins. Aussi votre comité des arts économiques vous propose-t-il de remercier M. Anquetin de la communi-

(1) Et ajoutant quelques centimètres à la largeur du type qui nous a été soumis, l'armoire pourrait contenir une table de nuit et un lavabo.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cation qu'il vous a faite, et d'insérer le présent Rapport dans votre *Bulletin* avec les dessins à l'appui.

Signé : ROUSSELLE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 *novembre* 1884.

NÉCROLOGIE.

NOTICE SUR M. BERTIN, PAR M. MASCART, MEMBRE DU CONSEIL.

Au commencement de septembre, une note très succincte publiée dans les journaux, et à laquelle nous hésitions à ajouter foi, annonçait la mort subite de M. Bertin. Notre collègue s'est éteint en quelques minutes, presque seul, dans une auberge de village, sans qu'aucun des siens fût là pour consoler son dernier regard, et au moment où il allait revoir un des plus beaux sites des vallées du Jura où il avait passé sa jeunesse.

Ramené à Nancy, il fut conduit à la tombe par une famille dont il était le chef aimé et par les rares amis qui purent, à cette époque de l'année, lui donner ce témoignage d'affection; mais aucune parole ne s'éleva pour exprimer les regrets qu'il laissait dans le cœur de tous ceux qui l'ont connu.

Si les circonstances l'eussent permis, la Société d'encouragement n'aurait pas manqué à cette cérémonie funèbre, pour retracer les mérites du savant et prendre une part sympathique au chagrin de sa famille si cruellement éprouvée; nous tâcherons du moins, par un hommage tardif, de conserver le souvenir de sa mémoire dans le *Bulletin* de la Société.

Pierre Augustin Bertin-Mourot naquit à Besançon, le 13 février 1818. Après des études brillantes au collège de cette ville, qu'il quitta à l'âge de dix-sept ans, muni de son diplôme de bachelier, il accepta les fonctions de précepteur dans une honorable famille franc-comtoise. Par un triste retour de sa destinée, il n'avait près de lui, au moment de sa mort, que le fils de son premier élève.

Nommé plus tard régent de mathématiques au collège de Luxeuil, il s'y prépara, sans aucun secours étranger, aux examens de l'École normale, où il entra le premier en 1841. Ses succès universitaires à partir de cette époque présageaient un savant distingué et un professeur de premier ordre.

Il fut rappelé à l'École normale en 1846 comme préparateur, et bientôt

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

après chargé du cours de physique; il publia, comme sujet de thèse, un travail important sur le pouvoir rotatoire magnétique. Il occupa ensuite pendant dix-huit ans la chaire de physique à la Faculté des sciences de Strasbourg; il revint à Paris, en 1866, pour prendre à l'École normale la redoutable succession de Verdet, et pour suppléer son maître Regnault dans le cours de physique expérimentale au Collège de France. Il fut nommé, l'année suivante, sous-directeur de l'École normale, où il termina sa carrière, et on pourrait dire son existence, puisqu'il venait à peine de se décider à demander sa mise à la retraite quand la mort l'a surpris.

Les travaux scientifiques de M. Bertin portent le caractère d'un esprit fin, qui aimait à chercher les problèmes délicats, les questions en quelque sorte énigmatiques, pour en donner les solutions les plus élégantes.

Pour l'étude du pouvoir rotatoire magnétique récemment découvert par Faraday, il améliora les procédés d'observation, caractérisa l'action spécifique des corps par un coefficient particulier auquel Verdet attacha son nom après l'avoir précisé davantage, fit connaître l'action énergique de certaines substances, comme le sulfure de carbone et le bichlorure d'étain, et remarqua enfin que, si la plupart des sels augmentent le pouvoir rotatoire magnétique de l'eau, ce pouvoir rotatoire est, au contraire, diminué par le nitrate d'ammoniaque et le sulfate de fer. On ne peut donner une meilleure idée de la sincérité de M. Bertin qu'en citant le jugement qu'il portait lui-même sur ce travail important.

« Avec un peu plus de perspicacité, dit-il, j'aurais pu conclure de là que certains corps, tels que les sels de fer, reçoivent du magnétisme une action de signe contraire à celle de l'eau. Mais cette déduction m'a échappé, et j'ai touché ainsi, sans le savoir, à la belle découverte faite plus tard par M. Verdet. »

M. Bertin a publié, sur l'électricité et le magnétisme, un grand nombre de Mémoires dans lesquels il a étudié plusieurs phénomènes curieux et donné la description d'appareils élégants pour réaliser des principales expériences d'électro-dynamique. Deux de ces Mémoires surtout ont leur place marquée dans la science.

Le premier renferme la démonstration expérimentale de cette propriété que les aimants cylindriques creux et les bobines de même forme ont des actions de signes contraires dans l'intérieur du cylindre, quand leurs actions sont de même signe à l'extérieur. L'annonce de ce résultat, si facile à interpréter aujourd'hui par la notion des lignes de force, provoqua cepen-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dant l'incrédulité et la controverse de physiciens distingués qui n'avaient pas compris d'une manière correcte les idées d'Ampère sur l'assimilation des aimants et des courants.

Le second travail auquel je faisais allusion est une étude sur les propriétés des courants interrompus. Une expérience célèbre de Pouillet avait montré que l'action d'un courant interrompu est proportionnelle au rapport de la durée réelle du courant à la somme des durées et des interruptions. La loi, ainsi énoncée, n'est exacte que si ces durées sont très grandes par rapport au temps nécessaire pour l'établissement définitif du courant; mais, lorsque le circuit renferme des électro-aimants qui augmentent beaucoup les effets de self-induction, le courant moyen peut être atténué dans de très grandes proportions par les extra-courants induits. Les expériences de M. Bertin sont un contrôle remarquable de la théorie de M. Helmholtz dans un des cas les plus compliqués qui puissent se présenter.

Toutefois, ce sont les phénomènes d'optique qui ont principalement attiré l'attention de M. Bertin. Je citerai d'abord une série d'expériences ingénieuses sur les miroirs dits magiques. Il y a quelques années, MM. Ayrton et Perry ont rapporté du Japon une riche collection de miroirs métalliques qui donnaient, par réflexion de la lumière sur la face polie, une image quelquefois assez parfaite des dessins en relief ou en creux ménagés dans le moulage sur la face opposée, et ce genre d'expériences, peu connu alors, fit quelque sensation. M. Govi avait expliqué autrefois ces phénomènes par une relation qui s'établit pendant le travail mécanique du polissage, entre les imperfections de la surface réfléchissante et la forme de la surface opposée, et il avait montré que les défauts sont exaltés par l'échauffement de la plaque. Avec le concours de M. Duboscq, M. Bertin a multiplié les expériences pour expliquer dans tous leurs détails les apparences du faisceau de lumière réfléchie et pour les reproduire à volonté par la manière de fabriquer les miroirs et les changements de pression auxquels on les soumet.

En optique cristallographique, M. Bertin était une autorité. La surface isochromatique qu'il a imaginée et construite, en 1861, permet d'obtenir géométriquement la forme si complexe des franges que l'on observe dans la lumière polarisée à travers des lames de cristaux à un axe ou à deux axes taillées dans différentes directions.

Plusieurs Mémoires sur les propriétés optiques de la glace, sur les franges des cristaux à un axe taillés perpendiculairement à l'axe, quand ils sont précédés et suivis d'une lame de mica d'un quart d'onde, sur les propriétés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des cristaux idiocyclophanes et sur les couleurs des lames cristallines dans la lumière polarisée elliptiquement, dénotent le même esprit ingénieux, le même caractère de précision et de clarté dans les démonstrations.

En même temps qu'il succédait à Verdet à l'École normale, M. Bertin le remplaçait également aux *Annales de chimie et de physique* pour la Revue des travaux de physique publiés à l'étranger. Dans un esprit différent de celui qui avait guidé son prédécesseur, il a entrepris pendant quinze années la tâche laborieuse de résumer les principaux mémoires parus dans les différentes langues, d'en exposer la méthode et les résultats, avec une sûreté de jugement que tous les physiciens se plaisaient à reconnaître. Un travail si difficile et si continu ne trouvait sa récompense que dans les services rendus au public scientifique.

Comme professeur, M. Bertin était un modèle achevé. Il apporta dans son enseignement à l'École normale une clarté d'exposition, une simplicité de méthode et un soin dans l'ordonnance des matières qui étaient le meilleur exemple à offrir à de futurs professeurs. A ses conférences régulières, il ajouta pendant de longues années des cours supplémentaires qu'il croyait utiles; on ne lui sut peut-être pas assez de gré du travail qu'il s'était ainsi imposé. Là encore ne se bornait pas son rôle, il s'intéressait aux travaux et à l'avenir de chacun des élèves sortis de ses mains. « Les nombreuses générations d'hommes instruits et distingués, a écrit M. About, qui ont écouté ses leçons de 1866 à 1884, sont là pour rendre hommage à son dévouement et à sa bonté. »

M. Bertin fit plusieurs communications à la Société de physique, mais à de trop rares intervalles, au gré de son auditoire. C'était une véritable fête d'entendre cette parole sympathique, d'une clarté limpide, avec les remarques humoristiques et les saillies d'esprit franc-comtois dont le discours était émaillé. La Société de physique est d'ailleurs une création à laquelle son nom doit rester attaché.

Dès l'année 1868, M. Bertin réunissait, à intervalles réguliers, un certain nombre d'amis, d'anciens élèves, de personnes s'intéressant au progrès de la physique, pour provoquer un échange d'idées sur les recherches inédites ou sur les Mémoires publiés dans différents recueils. Le laboratoire de physique de l'École normale, dont M. Bertin faisait les honneurs avec sa bonne grâce accoutumée, fournissait tous les moyens matériels pour répéter les expériences, et servait de lieu de réunion pour les invités.

Mais les locaux dont on pouvait disposer à l'Ecole normale ne tardèrent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas à devenir insuffisants, et on éprouva le besoin de constituer une société définitive dont l'avenir fût mieux assuré. La prospérité croissante de la *Société de physique* montre aujourd'hui combien l'initiative de M. Bertin a été féconde.

A la *Société d'encouragement*, où il faisait partie du comité des arts économiques depuis 1879, M. Bertin a conquis aussitôt toutes les sympathies. Ses rapports étaient clairs, précis et spirituels comme sa parole, et on le trouvait toujours prêt à donner son temps et son zèle à des questions quelquefois très éloignées de ses travaux habituels.

L'homme privé avait des qualités rares de bonté et de dévouement ; on en trouve la preuve dans le sentiment général d'affection dont il a été entouré dans toute sa carrière.

Il aimait souvent à cacher, sous une forme paradoxale, une réflexion grave, un témoignage d'amitié ou un service rendu, comme s'il avait cherché à s'en défendre ; mais ce genre de plaisanterie ne lui semblait plus de mise quand il s'agissait des siens, et il trouvait pour parler de ses enfants des expressions d'une sensibilité pénétrante.

Sa conversation était pleine de charme, avec la répartie prompte, le trait malin, mais la bienveillance était si bien la marque dominante de son caractère, que jamais l'amour-propre le plus chatouilleux n'eut à souffrir de son esprit. Les souvenirs qu'il a laissés parmi nous sont encore si vifs, qu'il me suffira d'y faire appel un instant, et je suis assuré de traduire votre pensée en exprimant à sa famille les regrets profonds que nous inspire la perte d'un tel homme de bien.

NOTICE SUR M. EUGÈNE BOURDON, PAR M. HENRI TRESCA (1).

La mort imprévue de M. Eugène Bourdon n'a été connue que d'un petit nombre d'entre nous, la plupart même étaient absents de Paris au moment de ses funérailles, et je ne saurais mieux exprimer le regret d'avoir été moi-même empêché, pour la même cause d'absence, qu'en vous demandant la permission de vous rappeler les services rendus par cet homme de bien, dont l'activité pour les progrès des arts mécaniques n'a pas un instant cessé depuis cinquante ans. Quoique de constitution peu robuste en apparence,

(1) Cette Notice a été lue à la Société des ingénieurs civils.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

il ne craignait pas d'expérimenter personnellement ses appareils, et c'est au moment où il étudiait encore la marche de son nouvel anémomètre qu'il fit, le 29 septembre, la chute qui devait lui être fatale.

Le grand âge de M. Bourdon (il était né, à Paris, le 8 avril 1808), sa longue participation aux développements des arts mécaniques, ses inventions nombreuses, dont quelques-unes d'un grand éclat, l'extrême droiture de son caractère et son aménité constante lui assuraient le respect de tous.

Ce n'est qu'à son retour de Nuremberg, où il avait séjourné deux ans pour apprendre la langue allemande, qu'il pensa à s'adonner à la mécanique, d'abord dans les ateliers de l'opticien Jecker, puis, en 1832, et comme volontaire, dans ceux du premier des Calla.

Cette même année il fonda, rue de Vendôme, un petit établissement, qu'il transféra trois années plus tard au faubourg du Temple, où il se trouve encore aujourd'hui, et où il s'est successivement agrandi.

On voit ainsi que M. Bourdon, loin d'être préparé par les longues études qui nous sont aujourd'hui si faciles, était plutôt un mécanicien de sentiment comme l'ont été les Cavé, les Pihet, les Joly, les Farcot et les Laborde ; mais il avait cependant acquis, comme ces deux derniers, certaines connaissances générales qui lui sont grandement venues en aide. Initié chez Jecker aux difficultés de la petite mécanique, M. Bourdon n'aura pas toute la hardiesse de ses émules ; il ne se jettera pas dans les plus grandes entreprises, et il restera pour notre génération comme le Cavé de la mécanique de précision.

Si jusqu'en 1849 il a confectionné des machines de dimensions moyennes, on le voit se complaire ensuite à des objets de moindre apparence, mais tous choisis, quant à l'importance de leurs applications, avec un discernement d'une étonnante sûreté.

Il est déjà devenu bien difficile d'acquérir une notion exacte de ce qu'était, il y a un demi-siècle, la vraie situation de la machine à vapeur dans l'industrie parisienne. Sans doute il en existait quelques-unes que l'on citait avec raison, mais on pouvait citer aussi, car ils étaient en petit nombre, ceux qui les comprenaient et qui les exécutaient suivant les règles. M. Bourdon fut un des premiers à les bien faire connaître, et le modèle en verre qu'il présenta, en 1832, à la Société d'encouragement, et qui lui valut sa première médaille d'argent, fut, pour cette époque encore, une sorte de révélation. C'est surtout sur les appareils accessoires de la machine à vapeur que la sagacité de M. Bourdon s'est exercée, et ses travaux incessants, couronnés à l'Exposition de 1849 d'une médaille d'or, en 1851 de la décoration de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Légion d'honneur, peu prodiguée alors aux industriels, l'ont porté bien vite à une réputation méritée. On peut estimer à 200 environ le nombre des machines à vapeur qu'il a construites, et elles représentent seulement une puissance totale de 3,000 chevaux environ.

Mais à côté de cette production principale de machines toujours irréprochables, il est presque impossible d'indiquer tous les objets particuliers, et particulièrement utiles, dont la nomenclature se trouve à chaque page dans le *Recueil des brevets d'invention :* en 1837, la pompe alimentaire sans soupape ; en 1839, un nouvel indicateur de niveau, avec sifflet de sûreté, pour les chaudières à vapeur ; en 1848, l'application d'un jet de vapeur aux machines fixes, comme aux locomotives et aux bateaux ; en 1849, un système de manomètre sans mercure, dit *manomètre métallique*, applicable aux baromètres, thermomètres, etc., nous initient déjà à la seconde manière de M. Bourdon. Il s'est désormais consacré plus spécialement à la construction des manomètres métalliques qui portent définitivement son nom et que nous retrouvons encore : en 1855, dans les applications des tubes métalliques à sections non circulaires ; en 1856, sous forme d'une addition à un brevet Charton et Velut, dont M. Bourdon avait fait l'acquisition ; et jusqu'en 1869, pour l'emploi si fécond des doubles tubes à la confection des manomètres pour presses hydrauliques. On ne rencontrerait nulle part ailleurs un pareil soin de tous les détails, une pareille conscience dans la vérification de chacun des instruments livrés à l'industrie, une pareille perfection dans les indications obtenues. La fortune a sanctionné l'œuvre du constructeur, et ce n'était vraiment que stricte justice. M. Bourdon a d'ailleurs tiré un excellent parti de ses tubes à section elliptique à la construction d'un indicateur pour machines à vapeur, destination à laquelle il paraît avoir encore mieux réussi avec un tube contourné en hélice.

Dans les directions diverses, nous devons encore citer comme inventions de M. Bourdon : sa valve ou robinet en cuir pour le débit des fluides (1867), ses paliers à graissage automatique au moyen d'une rondelle qui remonte l'huile (1856), ses ventilateurs à siphon et autres (1855), l'emploi de la fraise pour le travail de certaines surfaces que l'on ne pouvait exécuter avec le tour (1866), son horloge atmosphérique (1867).

Observateur minutieux et attentif, il ne négligeait aucune question de détail, et c'est ainsi qu'il fut amené à la fabrication des épingles de toilette, à tige ondulée, par suite du bon usage auquel avait donné lieu une épingle un peu pliée par hasard.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On doit aussi à M. Bourdon un système particulier de monte-charge à parachute, dont il a installé un certain nombre d'exemplaires.

A titre de parfaite exécution, le Conservatoire des arts et métiers possède plusieurs beaux modèles construits par M. Bourdon.

La question qui a le plus préoccupé M. Bourdon, et qui n'a pas laissé que d'apporter quelque chagrin dans son existence, est celle de l'utilisation des tubes coniques. Son premier brevet de 1857 a pour titre :

Perfectionnements et application des tubes à cônes divergents pour transformer la vitesse des courants d'air, de vapeur, d'eau et d'autres fluides, et pour activer le tirage des cheminées.

Il faut d'ailleurs le remarquer, le brevet de 1848 et la machine qui devait, à cette date, prendre part au concours de la Société d'encouragement utilisait déjà la propriété de la succion par cônes, en même temps que la distribution par came extérieure et un nouveau système de piston.

C'était la première application industrielle du phénomène de Venturi à l'élévation des liquides, mais il était réservé à Giffard d'utiliser bientôt le même principe à l'alimentation même des chaudières à vapeur ; ses droits à ce sujet étaient incontestables. Comment donc a-t-il été possible que des esprits aussi élevés n'aient pu s'accorder sur la part assurément sérieuse qui leur revenait à chacun en cette matière ?

Quoi qu'il en soit, M. Bourdon ne discontinua pas ses recherches sur les applications de cet ordre, ainsi que le constatent les trois brevets suivants :

1866. Perfectionnement aux machines à élever l'eau, et notamment pour l'application à ces machines d'un tube extracteur d'air par succion.

1869. Condenseurs ou appareils à faire le vide, comportant des nouvelles applications des tubes à succion d'air.

1877. Perfectionnements apportés aux pompes par l'application des tubes divergents et convergents-divergents.

L'anémomètre qu'il a construit sur le même principe, et qui a fait l'objet d'un rapport laudatif à la Société d'encouragement, comble certainement une lacune importante, en ce qu'il permet de mesurer les plus faibles courants d'air, pour lesquels nous n'avions jusqu'ici aucun moyen d'appréciation. En dernier lieu, il voulait avec un instrument analogue mesurer la résistance du vent, à la marche d'un train de chemin de fer, par de simples observations anémométriques. C'est en les exécutant avec notre collègue M. Noyer, qu'il a abandonné la poignée du wagon dont il descendait. On ne sait pas au juste

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

si ce défaut de précaution doit être attribué, comme il y a lieu de le croire, à un étourdissement préalable, ou si le choc reçu dans la chute a véritablement déterminé la mort qui l'a suivie.

Messieurs, à mesure que je vous parle, une pensée supérieure m'envahit, et je ne vois vraiment pourquoi je ne l'exprimerais pas devant vous. M. Bourdon, comme chef de famille, était un véritable patriarche qui sera vivement pleuré par les siens; pour ceux qui l'approchaient de plus près, c'était un ami sûr, un cœur généreux : nous l'avons vu quelquefois commander des objets dont il n'avait nul besoin, uniquement pour cacher un bienfait qu'il savait nécessaire. Il a donc vécu d'une vie heureuse, et sa mort qui fait naître en nous de sincères regrets, sa mort n'a-t-elle pas été heureuse entre toutes, puisqu'elle l'a surpris au milieu même de ses travaux, dans la satisfaction de la poursuite d'une dernière invention ?

Sans doute, s'il avait été consulté, il aurait préféré une mort un peu plus lente au milieu des siens, et des consolations plus prolongées de la religion; mais quel est celui d'entre nous qui ne se féliciterait de pouvoir compter sur une aussi longue carrière, aussi honorée, aussi heureuse, interrompue seulement par le passage dans un autre monde, où toutes les vertus comme tous les mérites doivent trouver leur récompense ? M. Bourdon nous laisse un bien bel exemple à suivre; heureux ceux qui, comme lui, auront pu toujours s'adonner patiemment à leurs recherches favorites et s'éteindre dans le doux contentement d'eux-mêmes.

L'œuvre de M. Bourdon sera continuée, dans des voies différentes, par ses deux fils. Nous nous étonnions, le mois dernier, d'avoir à présider, avec son concours, le jury de mécanique de l'Exposition de Rouen; mais, il faut bien le dire, ce qui le préoccupait le plus, ce n'était pas de conduire les discussions, c'était d'initier ses deux petits-fils à la compréhension des machines. Je le rencontrai plus tard au congrès de Blois, où il leur servait encore d'instructeur en toutes choses. Pour eux tous et pour sa respectable veuve, si connue par sa bienfaisance et qui, depuis 1837, n'a cessé de lui prodiguer les soins les plus affectueux, la mort de M. Bourdon est un malheur qui appelle tout notre respect et toutes nos sympathies. Pour nous, c'est une occasion de le connaître mieux et de l'estimer davantage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOTICE SUR M. MARCEL VÉTILLART.

M. Marcel Vétillart, né au Mans, le 28 octobre 1820, appartenait à une ancienne famille de la Sarthe, honorablement connue dans l'industrie. Après de brillantes études au collège de Vendôme, M. Vétillart débuta par un stage laborieux de trois années à Londres et dans les centres industriels d'Angleterre. Rentré en France, en 1840, il fut associé à son père, qu'il remplaça bientôt dans la direction de l'importante blanchisserie de toiles et de fils de Pontlieue, près du Mans, fondée par son aïeul, un des introducteurs de l'industrie toilière dans la Sarthe.

En 1852, il prit un brevet pour un séchoir à action continue d'une disposition aussi simple qu'ingénieuse. Cet appareil donna d'excellents résultats, tant au point de vue de la rapidité des opérations que de l'économie de la main-d'œuvre, et M. Vétillart eut cette bonne fortune, rare pour un inventeur français, de voir son système appliqué de toutes pièces en Angleterre, et sous son nom.

M. Vétillart ne fut étranger à aucun des travaux qui, dans la région, ont marqué un progrès pour la science ou l'industrie; on avait recours à sa grande expérience, et sa collaboration, aussi féconde que désintéressée, était acquise à toutes les initiatives. Il installa, vers 1845, dans son usine, le premier bélier hydraulique de M. Bollée; ce fut là que l'habile mécanicien du Mans recueillit les premières indications qui l'ont amené, par des transformations successives du système primitif de Montgolfier, à créer l'appareil si parfait répandu partout aujourd'hui.

Un peu plus tard, à la demande de ses amis, MM. Pellier frères, il étudia les problèmes de chimie que soulève la fabrication industrielle des conserves alimentaires, et il participa ainsi à la fondation d'une industrie qui a acquis un développement considérable et créé une source de richesse pour le pays.

Avec M. Hucher, l'éminent archéologue auquel on doit la restauration des vitraux de la cathédrale du Mans, M. Vétillart étudia les substances employées au moyen âge pour la peinture sur verre, ainsi que les procédés mis en œuvre pour obtenir ces puissants effets de couleur et cette remarquable conservation que tout le monde admire dans les verrières du XIII^{e} siècle.

Mais ces travaux d'un haut intérêt ne pouvaient le détourner des études qu'il a poursuivies sans relâche et qui ont trait à l'industrie textile. Les toiles de la Sarthe et des départements voisins sont depuis longtemps renommées, et le chanvre employé à leur fabrication fait l'objet d'une des cultures importantes du pays. L'introduction de filaments étrangers d'une qualité inférieure, notamment celle du jute, permet de fabriquer à bon marché des tissus qui, malgré leur belle apparence, ne résistent pas, comme la toile de chanvre, à un usage prolongé; et l'industrie du pays était menacée par cette concurrence d'autant plus redoutable que le mélange des filaments, dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le tissu, échappait aux investigations des experts les plus compétents. Après de longues et patientes recherches, après avoir reconnu que les procédés donnés par M. Vincent et par le Dr Schacht, de Bonn, ne pouvaient conduire à la certitude qui est nécessaire en matière d'expertise légale, M. Vétillart arriva, dès 1868, à établir nettement la distinction des filaments les plus usités dans l'industrie, en combinant l'action chimique avec l'examen au microscope de coupes infiniment minces faites perpendiculairement à la longueur des fibres. Dans une conférence qui eut lieu à Paris, en 1869, sous les auspices de la Société d'encouragement, M. Vétillart rendit témoins des résultats obtenus les représentants les plus autorisés de l'industrie textile, et il y eut unanimité pour reconnaître que les distinctions jusqu'alors les plus confuses ou réputées impossibles, apparaissaient avec la plus grande netteté aux yeux même les moins exercés à l'emploi du microscope. Un Mémoire soumis à l'Académie des sciences fut l'objet d'un Rapport très élogieux de M. Chevreul (1). L'Académie des sciences en sanctionna les conclusions en accordant à l'auteur l'insertion de son Mémoire au *Recueil des savants étrangers*. Peu après, le Ministère de la marine, puis celui de la guerre, adoptèrent le nouveau procédé pour la réception des fournitures faites à l'État.

Élargissant le champ de ses recherches, M. Vétillart réunit, au bout de quelques années, une collection de filaments peut-être unique, tant par le nombre des espèces représentées que par la méthode qui a présidé à son classement, et publia le résultat de ses travaux dans un important ouvrage (2) paru en 1876, qui, après avoir fait l'objet d'un Rapport de M. Chatin à la Société d'encouragement (3), valut à son auteur une médaille d'or de la Société. Un dernier Mémoire paru à Londres, en 1882, est consacré à l'étude des différentes substances végétales qui sont susceptibles d'entrer dans la composition du papier.

---

(1) « M. Vétillart, connu dans l'ouest de la France par un des établissements industriels les « plus considérables et les plus savamment dirigés pour le blanchîment des toiles, a soumis au « jugement de l'Académie un Mémoire dont le but est de faire reconnaître, par des caractères « exactement définis, les matières textiles aujourd'hui employées dans l'industrie française et « étrangère. Elles sont au nombre de six : le lin, le chanvre, le coton, le jute, le china grass et « le Phormium tenax.....

« Les recherches de M. Vétillart, entreprises au point de vue de l'application, ont acquis par « l'habileté du manipulateur et la précision d'esprit de l'auteur, une importance toute scienti- « fique. Certes ce n'est point un résultat dénué d'intérêt que cette persistance des formes dans « des fibres ligneuses qui permet de distinguer les textiles les uns des autres; ce n'est point un « résultat dénué d'intérêt pour la science des corps vivants, que l'auteur ait reconnu, dans la « fibre ligneuse d'une toile de momie rapportée d'Égypte, les caractères qu'il a découverts dans « la fibre textile du lin. » Rapport de M. Chevreul. Séance du 28 mai 1870.

(2) *Études sur les fibres végétales textiles*. Paris, Didot, 1876.

(3) Séance du 13 août 1877.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'est pas sans intérêt de rappeler ici qu'il faisait partie, depuis longtemps, de la Société d'encouragement, et que les membres de sa famille ont toujours compté, depuis trois quarts de siècle, dans les rangs de la Société qui a eu, à diverses reprises, à récompenser leurs travaux.

Mais ce ne sont pas seulement les services rendus à la science et à l'industrie qui ont marqué cette carrière toute d'honneur et de travail. Jeune encore, M. Vétillart avait, par la dignité de sa vie, par la fermeté de son jugement et de son caractère, si bien conquis l'estime générale, que les fonctions publiques vinrent le chercher d'elles-mêmes. Secrétaire de la Chambre de commerce du Mans dès 1848, il devint successivement juge au Tribunal de commerce, président de la Chambre de commerce, adjoint au maire de la ville du Mans en 1870. « Pendant l'occupation allemande, dit « M. Caillaux, son collègue au Sénat, M. Vétillart quitte sa famille, abandonne sa mai- « son, son établissement, ses affaires, pour s'installer à la mairie et s'y tenir nuit et « jour à portée de défendre la liberté et la sécurité des habitants contre les violences « et les exigences des envahisseurs. Venant au secours des uns, résistant aux autres, « il s'oubliait lui-même et multipliait ses efforts pour atténuer les dangers de l'occu- « pation étrangère. C'est qu'il avait par-dessus tout un profond sentiment du devoir, « inspiré par une foi sincère et soutenu par une résolution inébranlable. » La guerre finie, il eut au moins la consolation de voir ses concitoyens lui rendre un éclatant témoignage : aux élections de février 1871, son nom fut acclamé dans le département entier.

A l'Assemblée nationale et ensuite au Sénat, il s'occupa spécialement de l'étude des questions financières et industrielles. Il collabora avec M. Joubert, d'Angers, à la rédaction de la loi sur le travail des enfants dans les manufactures. Lors de la discussion des traités de commerce devant les Chambres, il fit paraître une étude approfondie sur la situation économique des principales industries; avec des chiffres et des arguments décisifs, il faisait ressortir les graves inconvénients auxquels on exposerait le pays en l'engageant par de nouveaux traités. Il prit une part active à la discussion de la loi sur les conseils des prud'hommes; et aucune voix n'était assurément plus autorisée que la sienne, car, depuis dix-sept ans, il dirigeait en qualité de président les délibérations du Conseil des prud'hommes du Mans, dont il avait été l'organisateur en 1862.

Retiré depuis trois ans de la vie publique, M. Marcel Vétillart avait néanmoins continué à poursuivre sa carrière laborieuse. Avec une infatigable ardeur, il se consacrait à la direction d'une nouvelle entreprise industrielle ayant pour objet l'exploitation d'un gisement d'étain en Bretagne; et ne connaissant pas le repos, si les affaires lui laissaient parfois quelques loisirs, il les partageait entre les œuvres ouvrières et la continuation de ses remarquables travaux sur les applications du microscope dans le domaine de l'industrie. Jusque dans l'étreinte d'une longue et cruelle maladie, il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avait conservé cette fermeté d'âme soutenue par la foi religieuse qui envisage, au delà de la mort, la récompense du devoir courageusement accompli.

Il succomba au Mans le 29 septembre dernier.

Tout le monde, sans distinction de parti, dans ce pays qu'il avait servi sans relâche, a été unanime à louer les vertus publiques et privées de l'homme de bien qui, durant toute sa vie, n'a cessé de donner l'exemple d'un dévouement sans borne et du désintéressement le plus absolu.

NAVIGATION AÉRIENNE.

NOTE DE MM. CH. RENARD ET A. KREBS, SUR UN AÉROSTAT DIRIGEABLE (1).

Un essai de navigation aérienne, couronné d'un plein succès, vient d'être accompli dans les ateliers militaires de Chalais ; la présente Note a pour objet de porter à la connaissance de l'Académie les résultats obtenus.

Le 9 août, à 4 heures du soir, un aérostat de forme allongée, muni d'une hélice et d'un gouvernail, s'est élevé en ascension libre, monté par MM. le capitaine du génie Renard, directeur de l'établissement, et le capitaine d'infanterie Krebs, son collaborateur depuis six ans.

Après un parcours total de $7^{km},6$, effectué en vingt-trois minutes, le ballon est venu atterrir à son point de départ, après avoir exécuté une série de manœuvres avec une précision comparable à celle d'un navire à hélice évoluant sur l'eau.

La solution de ce problème, tentée déjà en 1855, en employant la vapeur, par M. Henri Giffard, en 1872 par M. Dupuy de Lôme, qui utilisa la force musculaire des hommes, et enfin l'année dernière par M. Tissandier, qui le premier a appliqué l'électricité à la propulsion des ballons, n'avait été, jusqu'à ce jour, que très imparfaite, puisque, dans aucun cas, l'aérostat n'était revenu à son point de départ.

Nous avons été guidés dans nos travaux par les études de M. Dupuy de Lôme, relatives à la construction de son aérostat de 1870-1872, et, de plus, nous nous sommes attachés à remplir les conditions suivantes :

Stabilité de route obtenue par la forme du ballon et la disposition du gouvernail ;

Diminution des résistances à la marche par le choix des dimensions ;

Rapprochement des centres de traction et de résistance pour diminuer le moment perturbateur de stabilité verticale ;

Enfin, obtention d'une vitesse capable de résister aux vents régnant les trois quarts du temps dans notre pays.

(1) Note présentée par M. Hervé-Mangon à l'Académie des sciences. Séance du 18 août 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'exécution de ce programme et les études qu'il comporte ont été faites par nous en collaboration ; toutefois, il importe de faire ressortir la part prise plus spécialement par chacun de nous dans certaines parties de ce travail.

L'étude de la disposition particulière de la chemise de suspension, la détermination du volume du ballonnet, les dispositions ayant pour but d'assurer la stabilité longitudinale du ballon, le calcul des dimensions à donner aux pièces de la nacelle, et enfin l'invention et la construction d'une pile nouvelle, d'une puissance et d'une légèreté exceptionnelles, ce qui constitue une des parties essentielles du système, sont l'œuvre personnelle de M. le capitaine Renard.

Les divers détails de construction du ballon, son mode de réunion avec la chemise, le système de construction de l'hélice et du gouvernail, l'étude du moteur électrique calculé d'après une méthode nouvelle basée sur des expériences préliminaires, permettant de déterminer tous ses éléments pour une force donnée, sont l'œuvre de M. Krebs, qui, grâce à des dispositions spéciales, est parvenu à établir cet appareil dans des conditions de légèreté inusitées.

Les dimensions principales du ballon sont les suivantes : longueur, $50^{m},42$; diamètre, $8^{m},40$; volume, 1 864 mètres.

L'évaluation du travail nécessaire pour imprimer à l'aérostat une vitesse donnée a été faite de deux manières :

1° En partant des données posées par M. Dupuy de Lôme et sensiblement vérifiées dans son expérience de février 1872 ;

2° En appliquant la formule admise dans la marine pour passer d'un navire connu à un autre de formes très peu différentes, et en admettant que, dans le cas du ballon, les travaux sont dans le rapport des densités des deux fluides.

Les quantités indiquées en suivant ces deux méthodes concordent à peu près et ont conduit à admettre, pour obtenir une vitesse par seconde de 8 à 9 mètres, un travail de traction utile de 5 chevaux de 75 kilogrammètres, ou, en tenant compte des rendements de l'hélice et de la machine, un travail électrique sensiblement double, mesuré aux bornes de la machine.

La machine motrice a été construite de manière à pouvoir développer sur l'arbre 8,5 chevaux, représentant, pour le courant aux bornes d'entrée, 12 chevaux.

Elle transmet son mouvement à l'arbre de l'hélice par l'intermédiaire d'un pignon engrenant avec une grande roue.

La pile est divisée en quatre sections pouvant être groupées en surface ou en tension de trois manières différentes. Son poids, par cheval-heure, mesuré aux bornes, est de $19^{k},350$.

Quelques expériences ont été faites pour mesurer la traction au point fixe, qui a atteint le chiffre de 90 kilog. pour un travail électrique développé de 840 kilogrammètres et de 46 tours d'hélice par minute.

Deux sorties préliminaires, dans lesquelles le ballon était équilibré et maintenu à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une cinquantaine de mètres au-dessus du sol, ont permis de connaître la puissance de gyration de l'appareil.

Enfin, le 9 août, les poids enlevés étaient les suivants (force ascensionnelle totale environ 2 000 kilog.) :

	Kilog.		Kilog.
Ballon et ballonnet.	369	Report.	1 133
Chemise et filet.	127	Bâtis et engrenages. . . .	47
Nacelle complète.	452	Arbre moteur.	30,500
Gouvernail.	46	Pile, appareils et divers..	435,500
Hélice.	41	Aéronautes.	140
Machine.	98	Lest.	214
A reporter.	1 133	Total.	2 000

A 4 heures du soir, par un temps presque calme, l'aérostat, laissé libre et possédant une très faible force ascensionnelle, s'élevait lentement jusqu'à hauteur des plateaux environnants. La machine fut mise en mouvement, et bientôt, sous son impulsion, l'aérostat accélérait sa marche, obéissant fidèlement à la moindre indication de son gouvernail.

La route fut d'abord tenue nord-sud, se dirigeant sur le plateau de Châtillon et de Verrières ; à hauteur de la route de Choisy à Versailles, et pour ne pas s'engager au-dessus des arbres, la direction fut changée et l'avant du ballon dirigé sur Versailles.

Au-dessus de Villacoublay, nous trouvant éloignés de Chalais d'environ 4 kilomètres et entièrement satisfaits de la manière dont le ballon se comportait en route, nous décidions de revenir sur nos pas et de tenter de descendre sur Chalais même, malgré le peu d'espace découvert laissé par les arbres. Le ballon exécuta son demi-tour sur la droite avec un angle très faible (environ 11 degrés) donné au gouvernail. Le diamètre du cercle décrit fut d'environ 300 mètres.

Le dôme des Invalides, pris comme point de direction, laissait alors Chalais à gauche de la route.

Arrivé à hauteur de ce point, le ballon exécuta, avec autant de facilité que précédemment, un changement de direction sur sa gauche ; et bientôt il venait planer à 300 mètres au-dessus de son point de départ. La tendance à descendre que possédait le ballon à ce moment fut accusée davantage par une manœuvre de la soupape. Pendant ce temps il fallut, à plusieurs reprises, faire machine en arrière et en avant, afin de ramener le ballon au-dessus du point choisi pour l'atterrissage. A 80 mètres au-dessus du sol, une corde larguée du ballon fut saisie par des hommes, et l'aérostat fut ramené dans la prairie même d'où il était parti.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin parcouru avec la machine, mesuré sur le sol . .	$7^{km},600$	Rendement probable de la machine.	0,70
Durée de cette période. . . .	23^{m}	Rendement probable de l'hélice.	0,70
Vitesse moy. à la seconde (1).	$5^{m},50$	Rendement total, environ. . . .	$\frac{1}{2}$
Nombre d'éléments employés.	32	Travail de traction.	125^{kgm}
Force électrique dépensée aux bornes à la machine. . . .	250^{kgm}	Résistance approchée du ballon.	$22^{kil},800$

A plusieurs reprises, pendant la marche, le ballon eut à subir des oscillations de 2 à 3 degrés d'amplitude, analogues au tangage : ces oscillations peuvent être attribuées soit à des irrégularités de forme, soit à des courants d'air locaux dans le sens vertical.

Ce premier essai sera suivi prochainement d'autres expériences faites avec la machine au complet, permettant d'espérer des résultats encore plus concluants.

NOTE SUR L'AÉROSTAT DIRIGEABLE DE MM. RENARD ET KREBS, PAR M. HERVÉ MANGON (2).

Je suis heureux de pouvoir informer l'Académie que MM. les capitaines Renard et Krebs viennent d'exécuter avec un plein succès, dans la même journée, deux nouvelles ascensions à l'aide de leur ballon dirigeable.

L'aérostat s'est élevé samedi dernier, 8 novembre, à midi un quart, de l'atelier de Chalais-Meudon. Il s'est dirigé en ligne droite vers le nord inclinant à l'est. Il a traversé le chemin de fer un peu au-dessus de la station de Meudon, puis les deux bras de la Seine légèrement en aval des ponts de Billancourt. Arrivés au-dessus du village de ce nom, MM. Renard et Krebs ont arrêté l'hélice pendant un instant pour mesurer la vitesse du vent. Dans cette première partie du voyage, le vent soufflait à raison de 8 kilomètres à l'heure, le navire aérien marchait contre le vent avec une vitesse absolue de 23 kilomètres à l'heure et, par conséquent, avec une vitesse effective de 15 kilomètres.

L'hélice ayant été remise en mouvement, le ballon gouvernant à droite a décrit au-dessus de Billancourt un demi-cercle de 160 mètres de diamètre environ, puis a suivi une trajectoire parallèle à la première, pour venir atterrir sur la pelouse d'où il était parti.

Vers 3 heures, le même jour, le ballon s'est élevé de nouveau. La brume qui couvrait les plateaux empêchait de voir à plus de 1 kilomètre et ne permettait pas de s'éloigner sans courir le risque de perdre de vue le point d'atterrissement. MM. Re-

---

(1) Le vent étant presque nul, la vitesse absolue se confond sensiblement avec la vitesse propre par rapport à l'air, d'autant plus que l'aérostat a décrit une trajectoire fermée.

(2) Note présentée à l'Académie des sciences, séance du 10 novembre 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nard et Krebs, dans ce second voyage, se sont donc bornés à exécuter autour de l'atelier de nombreuses manœuvres avec vent debout, vent de côté et vent arrière. Tantôt arrêtant l'hélice pour se laisser entraîner, tantôt la remettant en mouvement et reprenant immédiatement leur route, pour revenir, après trente-cinq minutes d'expérience, redescendre au point de départ.

Ainsi que j'avais eu l'honneur de le dire devant l'Académie, quelques jours après la mémorable ascension du 9 août, le problème de la direction des ballons est aujourd'hui *pratiquement résolu*. Les plus sceptiques ne peuvent plus élever un doute. La France possède dès aujourd'hui un petit navire de l'air ; elle fera construire, dès qu'elle le voudra, le vaisseau de ligne de l'océan aérien.

AGRICULTURE.

INTRODUCTION A L'ÉTUDE DES PRINCIPES SCIENTIFIQUES DE L'AGRICULTURE, PAR M. JOSEPH HENRY GILBERT.

Le 6 mai dernier, le professeur Gilbert, en ouvrant à l'Université d'Oxford son cours sur l'étude des *Principes scientifiques de l'agriculture*, définit ainsi l'objet de ses douze leçons : « Je n'ai pas l'intention, dit-il, de former des élèves agriculteurs, pour lesquels des cours spéciaux beaucoup plus développés seraient nécessaires, mon but est de donner aux gens du monde des principes généraux susceptibles de guider leurs observations et leurs réflexions sur la matière. »

Qu'est-ce que l'agriculture dont nous avons à rechercher les principes scientifiques? En écartant le sens purement étymologique du mot et en lui donnant la signification plus large consacrée depuis longtemps par l'usage, nous dirons que l'agriculture est l'art d'obtenir de la terre les produits végétaux ainsi que les produits animaux.

La végétation naturelle, celle des pays de prairies, par exemple, fournit, en effet, des aliments aux animaux, et par le moyen de ceux-ci la nourriture de l'homme ou d'autres produits à son usage ; mais, pour obtenir ce résultat, on n'utilise qu'une bien faible partie du travail humain appelé agriculture.

Les pratiques au moyen desquelles on obtient de la terre, dans les pays civilisés, les produits végétaux et animaux, diffèrent essentiellement de celles qui sont mentionnées plus haut, et c'est vers ces dernières que nous devrons principalement porter notre attention.

L'agriculture, comparée à la végétation naturelle, comporte la production de plantes plus variées et la récolte de produits plus nombreux sur une étendue donnée ; c'est ce que l'on peut appeler la production intensive.

L'agriculture, le plus ancien des arts, fit usage, au début, de méthodes purement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mécaniques, bien que les résultats à en attendre soient cependant, nous le savons aujourd'hui, en grande partie d'ordre chimique.

Du jour où, pour la première fois, on fit usage d'engrais, c'est-à-dire du jour où on restitua au sol le rebut des récoltes antérieures ou les excréments des animaux, comme moyen de favoriser la croissance des récoltes futures, de ce jour-là date l'adoption des moyens chimiques venant en aide aux moyens mécaniques.

Le professeur Daubeny (1), dans les leçons sur l'agriculture romaine, cite ces paroles de Caton : « Si l'on me demandait quelle est la première condition d'une bonne culture, je répondrais : un bon labour ; la seconde, un labour opiniâtre ; la troisième, l'engrais. »

Nous voyons par là le peu de faveur relative dont jouissait l'emploi de l'engrais en Italie deux mille ans avant nous; le fait même d'une telle préférence accordée aux moyens mécaniques, nous prouve que le sol alors était loin d'être épuisé et qu'il ne demandait pas d'autres soins pour être rendu fertile.

Il est néanmoins prouvé que, longtemps avant Caton, on cherchait à fertiliser le sol au moyen de pratiques dont l'efficacité est encore pleinement reconnue de nos jours, bien que l'explication des phénomènes qui les accompagnent soient toujours un sujet de discussion.

Telle est, par exemple, la culture de certaines espèces de légumineuses, qui demande dans certains cas à être alternée, et dans d'autres à être renouvelée par un labourage, les deux méthodes favorisant également la croissance des récoltes successives.

Quoique l'emploi des engrais de toute sorte soit ainsi depuis longtemps tenu pour avantageux, ce n'est qu'à une époque toute récente que les raisons de ce procédé ont été données d'une façon complètement satisfaisante. Pour cela, il était évidemment essentiel, non seulement de connaître la composition des produits végétaux, mais quelque peu les origines de leurs parties intégrantes, de savoir si ceux-ci viennent du sol, de l'atmosphère ou de l'eau.

Quelle est donc la composition et quelles sont les sources des éléments constitutifs des produits végétaux ?

Quand on brûle une substance végétale (ou animale), la plus grande partie disparaît et il reste une cendre blanche. Cette cendre donne, à l'analyse, la plupart ou la totalité des éléments énumérés dans la première colonne du tableau suivant :

---

(1) Le prédécesseur du professeur Gilbert.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Éléments constitutifs des plantes et des animaux.

INCOMBUSTIBLES ou FIXES.	COMBUSTIBLES ou VOLATILS.
Fer. Manganèse. Chaux. Magnésie. Potasse. Soude. Acide phosphorique. Acide sulfurique. Chlore. Silice.	Carbone. Hydrogène. Oxygène. Azote.
Soufre. Phosphore.	

On rencontre aussi parfois des substances plus rares que celles-ci. J'aurai, dans les leçons suivantes, à appeler l'attention avec quelque détail sur ce que l'on sait de l'introduction et du rôle dans les plantes des divers éléments minéraux ou des corps constituant leurs cendres. Il suffira de dire ici que la cendre d'une seule et même espèce de plante poussant dans des terrains différents (la plante étant prise dans sa période de croissance, c'est-à-dire avant maturité), peut varier beaucoup de composition. De plus, les cendres de différentes espèces de plantes, croissant dans le même terrain, différeront très sensiblement par la proportion de leurs divers éléments ; mais plus on se rapproche du produit final de la plante, la semence par exemple, plus est fixe la composition de la cendre pour une même espèce.

En d'autres termes, il y a peu de variation dans la composition des cendres d'une seule et même espèce de semence, ou de tout autre produit final, pourvu qu'il soit également et parfaitement mûr. Ce fait seul, indépendamment de ce qui a été établi les années dernières relativement au rôle ou à la fonction des éléments minéraux des plantes, indiquerait assez l'importance que peuvent avoir ces éléments sur la croissance.

Th. de Saussure, dans son travail intitulé : *Recherches sur la végétation*, publié en 1804, donnait les résultats de l'analyse des cendres d'un grand nombre de plantes ; il soutenait l'importance majeure des éléments constitutifs des cendres et montrait que ces éléments peuvent venir du sol. Il appelait aussi l'attention sur la probabilité que les éléments incombustibles, puisés par les plantes dans le sol, soient la source de ceux qui sont trouvés dans le corps des animaux qui s'en nourrissent.

Il régnait cependant une telle incertitude sur ce point, que sir Humphrey Davy,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans les leçons qu'il fit peu de temps après, jugea qu'il n'était pas inutile de combattre l'opinion que les sels trouvés dans les plantes ont pour origine quelques-uns des corps existants dans l'air ou dans l'eau. Après avoir relaté les résultats d'une de ses propres expériences, dans laquelle il essayait de faire pousser de l'avoine sans addition de silice autre que celle de la semence, se reportant aux expériences de Saussure, il disait :

« Au degré de connaissance que l'on possède actuellement sur la matière, il semble juste de conclure que les différents sels et substances salines trouvés dans les organes des plantes sont fournis par le sol où elles croissent et ne sont, en aucun cas, formés par de nouvelles combinaisons des éléments de l'air ou de l'eau. »

Il est maintenant hors de doute que les éléments minéraux ou incombustibles des plantes proviennent du sol, soit directement par ses propres ressources, soit au moyen de l'engrais. On voit, au reste, par les faits qui viennent d'être établis, combien est récente l'adoption d'idées positives sur cette matière.

Les éléments combustibles ou volatils expulsés par la combustion sont : le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote. Par ce que l'on sait maintenant des origines de ces éléments des plantes, on voit qu'il était essentiel de connaître la composition de l'atmosphère et celle de l'eau pour se faire une idée juste des principales phases du développement des végétaux ; or, ce fut seulement vers la fin du siècle dernier que l'on donna pour la première fois la composition de ces deux corps.

Il faut faire remarquer ici que c'est aux efforts réunis de Scheele, de Priestley, de Lavoisier, de Cavendish et de Watt que nous devons de savoir que l'air ordinaire se compose d'azote et d'oxygène avec un peu d'acide carbonique ; que l'acide carbonique est formé de carbone et d'oxygène, et qu'enfin l'eau contient de l'hydrogène et de l'oxygène ; en même temps Priestley et Ingenhousz, Sennebier et Woodhouse recherchaient les relations qui existent entre ces corps et la végétation.

Priestley observa que les plantes ont la propriété de purifier un air vicié par la combustion ou par la respiration animale, et quand il eut découvert l'oxygène, on reconnut comme formées principalement de ce gaz les bulles observées par Bonnet à la surface de linge immergé dans l'eau. Ingenhousz démontra que l'action de la lumière est essentielle à la production de ces phénomènes, et Sennebier prouva que l'oxygène dégagé est dû à la décomposition de l'acide carbonique latent.

Jusque-là, on s'était plutôt occupé de l'influence des plantes sur leur milieu que de celle de ce milieu sur la croissance des plantes.

Ce fut aussi vers la fin du siècle dernier et au commencement de celui-ci que de Saussure poursuivit ses recherches. Dans celui de ses travaux mentionné plus haut, on peut dire qu'il a indiqué, sinon même établi quelques-uns des faits les plus importants, actuellement à notre connaissance, touchant l'origine des éléments de la végétation. Il démontra expérimentalement, et même jusqu'à un certain point quantitativement, que sous l'influence de la lumière solaire les plantes s'enrichissent en carbone,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en hydrogène et en oxygène aux dépens de l'acide carbonique et de l'eau. Dans son expérience principale, il découvrit que le carbone et les éléments de l'eau nouvellement découverts sont exactement dans la même proportion que dans les principaux éléments non azotés des plantes, les hydrocarbonates, l'amidon, la gomme, le sucre, la cellulose, etc. Quant à l'azote, nous savons déjà qu'il est contenu dans les plantes. Priestley et Ingenhousz pensaient, d'après leurs expériences, que les plantes tirent cet azote de l'atmosphère où il est à l'état libre ; mais Sennebier et Woodhouse arrivaient à une conclusion opposée. De plus, de Saussure voyait dans ses expériences plutôt une évolution de l'azote aux dépens de la substance de la plante qu'une assimilation de ce corps provenant du milieu gazeux. Il concluait ensuite que l'origine de l'azote des plantes se trouve probablement plutôt dans les composés azotés du sol et dans la petite quantité d'ammoniaque contenue dans l'atmosphère.

En résumé, de Saussure concluait que l'air et l'eau fournissent une plus forte proportion de la substance sèche des plantes que le sol où elles croissent. D'après lui, un sol fertile est celui qui octroie libéralement à la plante les composés azotés et les éléments minéraux, tandis que le carbone, l'hydrogène et l'oxygène, qui composent en majeure partie la substance sèche de la plante, proviennent principalement de l'air et de l'eau.

D'après ce qui vient d'être établi, on voit que l'on est resté, jusqu'à une époque relativement récente, dans l'impossibilité d'expliquer scientifiquement, d'une manière positive, la production végétale et animale. Il est certain que la chimie agricole proprement dite n'a pas un siècle d'existence ; sans elle, pourtant, il n'y aurait pas d'enseignement possible des principes scientifiques de l'agriculture.

Qu'est-ce donc que la chimie agricole ? C'est la chimie du terrain, la chimie de l'atmosphère, la chimie de la végétation, enfin la chimie de la vie et de la croissance animales considérées dans leurs rapports avec la production agricole.

Évidemment la physiologie végétale et la physiologie animale sont essentiellement nécessaires pour expliquer les phénomènes de la production agricole ; mais pour tout ce qui touche ces sciences, en dehors de ce qui nous est strictement indispensable, c'est aux éminents professeurs de physiologie et de botanique de cette université qu'il faudra s'adresser.

Nous devons à sir Humphrey Davy le premier essai systématique d'application des principes scientifiques à l'explication et au progrès de l'agriculture pratique. Pendant dix ans de suite, de 1802 à 1812, il fit une série de leçons qui, en 1813, furent publiées sous le nom d'*Éléments de chimie agricole* et eurent plusieurs éditions.

Dans ces leçons, sir Humphrey Davy passait en revue et mettait en corrélation les connaissances alors existantes, tant pour la pratique que pour la théorie, relativement à l'agriculture. Il traitait de l'influence de la chaleur et de la lumière, de l'organisation des plantes, de la différence et de la transformation, comme composition chimique, de leurs différentes parties, des origines, de la composition et du traitement des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

terrains, de la composition de l'atmosphère et de son influence sur la végétation, de la composition et du rôle des engrais, de la fermentation et de la putréfaction, et enfin des principes contenus dans les coutumes de l'agriculture.

En même temps que Davy, dont les leçons étaient publiées en Angleterre, l'écrivain le plus éminent du continent sur les principes scientifiques de l'agriculture fut Thaër. En 1810, il publia un ouvrage intitulé : *Principes raisonnés d'agriculture*, et quelques années après des notes additionnelles sur des points spéciaux. Il pensait que la fertilité d'un terrain dépend de la proportion et de la qualité de l'humus qu'il renferme, celui-ci étant d'après lui, avec l'eau, la seule substance qui alimente les plantes. Il montrait que c'est le résidu d'une végétation antérieure, résidu contenant du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote, en combinaison avec du phosphore, du soufre et quelques autres sels. Il rappelait, d'après de Saussure, que cet humus contient moins d'oxygène et plus de carbone et d'azote que les plantes dont il est formé. Il établissait que sa composition varie quand on y introduit de l'oxygène et de l'eau ; qu'il absorbe l'oxygène et rejette l'acide carbonique dont se nourrissent les plantes, et qu'il cède ainsi petit à petit à celles-ci des matières solubles. Il établissait ensuite que plus la décomposition de l'bumus est avancée, moins il est utilisable pour la végétation.

A l'exception des leçons de sir Humphrey Davy et des écrits de Thaër, cette matière ne semble pas avoir beaucoup attiré l'attention, et il n'y a rien été ajouté, que nous sachions, de bien important durant la période de vingt années à partir de 1804, date de la publication de l'ouvrage de de Saussure.

De 1825 environ à 1840, le Dr Carl Sprengel, qui fut d'abord professeur d'agriculture à Brunswick, publia une trentaine de notes relatives à l'agriculture et à la chimie agricole. Ces notes embrassaient un grand nombre de sujets, et mentionnaient les résultats d'une foule de recherches faites par l'auteur lui-même. Parmi celles-ci, on peut citer les recherches sur l'humus, l'acide humique et les humates; sur la composition de diverses espèces de paille et sur leur valeur comme aliment et comme litière ; sur la quantité de potasse des granites et des autres roches ; sur les cendres des graines des céréales, etc... En dernier lieu, il publia un traité général sur les engrais. Un chapitre de cet ouvrage est consacré aux engrais animaux ; il y donne les résultats de l'analyse des excrétions solides et liquides des différents animaux de ferme, et insiste, entre autres choses, sur la valeur comme engrais de l'ammoniaque fournie par ces matières.

Le professeur Schübler, de Tubingen, publia aussi un ouvrage intitulé : *Grundsätze der agricultur-chimie*, dont une seconde édition revue parut en 1838, par les soins du professeur Krutzsch, de Tharand. Dans cet ouvrage sont discutées, en grand détail, les propriétés physiques et chimiques des terrains, et on y trouve les résultats de nombreuses recherches faites sur le sujet par l'auteur lui-même.

Boussingault, qui avait déjà publié de nombreuses notes, principalement sur des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sujets de chimie, devint, par son mariage, vers 1834, l'associé de son beau-frère comme propriétaire de la terre de Bechelbronn, en Alsace. Son beau-frère, M. Lebel, était en même temps un chimiste industriel et un intelligent fermier, accoutumé à user de la balance pour peser l'engrais, la récolte et le bétail. Boussingault s'appliqua dès lors aux recherches de chimie agricole, et ce fut dans ces conditions d'association de « la pratique avec la théorie » que fut établi le premier laboratoire de ferme.

Depuis cette époque, Boussingault passe généralement la moitié environ de l'année à Paris, l'autre moitié en Alsace, et il poursuit toujours ses travaux scientifiques à la ville comme à la campagne. L'auteur a eu le plaisir de le voir l'automne dernier, dans son château d'Alsace, s'intéressant encore activement aux problèmes de la science agricole.

Le premier travail important de Boussingault sur la chimie agricole fut un Mémoire publié, en 1836, sur la proportion d'azote des différents aliments, et sur l'équivalence nutritive de ces aliments d'après leur richesse en azote. Il comparait ensuite ses résultats avec ceux qui étaient obtenus par d'autres savants vers la même époque. Ses conclusions depuis lors ont certainement subi des modifications, mais ce travail n'en marque pas moins un grand progrès sur l'état des connaissances et la manière d'envisager la question avant lui.

En 1837, Boussingault publia des notes sur la proportion de gluten des diverses sortes de blé, sur le rapport qui existe entre l'aménagement des forêts et la diminution des inondations fluviales, et sur les influences météorologiques affectant la culture de la vigne. En 1838, il publia les résultats de patientes recherches sur les principes qui régissent l'alternance des récoltes. Il détermina, par l'analyse, la composition organique et inorganique, tant des engrais fournis au sol que de la récolte obtenue. La manière de traiter ce sujet dénote une perception nette des plus importants problèmes que fait naître cette recherche, problèmes dont quelques-uns sont à peine résolus aujourd'hui d'une manière indiscutable, malgré le nombre des travaux produits.

C'est ainsi que la même année (1838) M. Boussingault publia les résultats d'une recherche sur la question de savoir si les plantes s'assimilent l'azote libre dans l'atmosphère. Malgré l'insuffisance des procédés analytiques à cette époque pour décider la question, ses conclusions n'en furent pas moins exactement confirmées plus tard, tant par ses propres travaux que par ceux des autres savants.

Comme nouvel élément de la statistique chimique du système de l'alternance, Boussingault détermina la proportion et la composition des résidus de plusieurs sortes de récoltes. Il détermina aussi la proportion des éléments de la nourriture d'une vache, de celle d'un cheval, et les proportions respectives des mêmes corps contenues dans le lait et les excréments de la vache et dans les excréments du cheval. Ici, par exemple, les exigences de la recherche dépassaient les limites des procédés chimiques connus alors. Si, en effet, l'agriculture est généralement considérée comme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un art grossier, par contre, l'explication scientifique de ses procédés pratiques exige les méthodes de recherche les plus délicates et les plus variées. Ce qui caractérise non seulement les travaux de Boussingault, mais encore ceux des autres savants qui se sont occupés d'agriculture, c'est qu'ils ont eu bien souvent à trouver la méthode applicable à leur sujet avant de pouvoir aborder les problèmes qui s'offraient à eux.

En 1839, Boussingault fut nommé de l'Académie des sciences de France, en grande partie pour son importante coopération au développement de la chimie agricole. Trente-neuf ans après, en 1878, la Société royale d'Angleterre lui décernait la médaille de Copley, la plus haute distinction dont elle dispose, en récompense de ses nombreux travaux scientifiques et surtout de ses travaux relatifs à l'agriculture.

Le court aperçu historique qui précède indique suffisamment, au moins dans ses grandes lignes, la série des connaissances en chimie agricole que l'on possédait avant l'apparition du célèbre ouvrage de Liebig : *la Chimie organique dans ses applications à l'agriculture et à la physiologie*, dont la première édition date de 1840.

Ils est hors de doute que les données fournies par les recherches dont nous avons parlé, et spécialement par celles de de Saussure, de Davy, de Thaër, de Sprengel et de Boussingault, contribuèrent dans une large mesure à former la base d'un ordre de faits dont Liebig se servit pour développer ses brillantes généralisations. Ce fut si évident qu'en 1841, Dumas et Boussingault publièrent en commun un essai qui parut plus tard en anglais sous le titre de : *The chemical and physiological Balance of organic Nature*, ouvrage qui est, en fait, une sorte de *Réclamation*.

Il est bien certain aussi que les deux ouvrages de Liebig, *la Chimie organique dans ses applications à l'agriculture et à la physiologie*, publié en 1840, et *la Chimie animale ou la Chimie organique dans ses applications à la physiologie et à la pathologie*, publié et 1842, firent véritablement époque dans l'histoire des progrès de la chimie agricole. En traitant cette matière, non seulement il fit appel aux connaissances antérieures qui s'y rapportent directement, mais il fit aussi grand usage des plus récents progrès de la chimie agricole, accomplis en partie dans son laboratoire. Plus tard la caractéristique de son enseignement fut l'adoption de la méthode quantitative de démonstration et d'argumentation.

Malgré l'évidence produite par les expériences directes de de Saussure et de ses prédécesseurs, les physiologistes de la végétation et d'autres continuèrent à soutenir que l'humus du sol est la source du carbone des végétaux. Liebig montra toute la certitude des expériences de de Saussure et des autres savants cités plus haut ; il mit en lumière, au moyen des faits déjà établis en chimie organique, la possibilité et même la probabilité des échanges dans les plantes, et il démontra l'impossibilité d'attribuer à l'humus du sol la quantité de carbone assimilée par les végétaux sur une surface donnée. Il fit voir que l'humus est le produit d'une végétation antérieure, qu'il ne peut, par conséquent, pas être une source originelle de carbone et que, par son degré d'insolubilité, soit dans l'eau pure, soit dans l'eau contenant des bases alcalines

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou salines, il ne peut fournir qu'une petite portion seulement du carbone assimilé par les plantes.

Il soutint que si l'humus est utile à la végétation, c'est seulement par son oxydation et par l'accroissement de l'acide carbonique du sol, qui en est la conséquence ; cette source ne lui semblait d'ailleurs de quelque importance que dans le premier âge de la plante, avant qu'elle ait développé et exposé à l'atmosphère assez de surface verte pour pouvoir se passer de l'acide carbonique du sol.

On verra que Liebig était certainement dans le vrai quand il concluait que l'humus n'est pas une source sérieuse du carbone des récoltes ; pour certaines d'entre elles, ce n'en est même qu'une source très faible, sinon nulle. On verra d'autre part que les résidus organiques de végétation antérieure accumulés dans le sol sont une véritable source d'azote pour les récoltes.

Ainsi, tout en faisant erreur dans l'explication de la fertilité d'un sol riche en humus, Thaër et d'autres n'étaient, après tout, pas loin de la vérité quand ils disaient que la richesse du sol en cette matière, en favorisant l'oxydation, donne très bien la mesure de sa fertilité.

D'après Liebig, l'hydrogène des plantes et de leurs nombreux produits non azotés vient de l'eau, l'oxygène, de l'acide carbonique et de l'eau.

Pour l'azote de la végétation, Liebig déduisait, des caractères connus de l'azote libre et de légitimes déductions d'expériences directes, que les plantes ne s'assimilent pas d'azote pur, pas plus celui qui vient de l'atmosphère que celui qui est dissous dans l'eau et absorbé par les racines. C'est dans l'ammoniaque qu'il faut, d'après lui, chercher l'origine de l'azote des végétaux ; la putréfaction d'une génération de plantes prépare la croissance de celle qui la suit. Il démontrait que, dans le cas d'une ferme ne recevant rien de l'extérieur et vendant certains de ses produits, la quantité d'azote contenue dans l'engrais qui résulte de la consommation d'une partie des produits végétaux sur la ferme elle-même, jointe à celle qui est due au rebut des récoltes, doit toujours être inférieure à la quantité d'azote contenue dans la récolte que l'on obtient.

Il en concluait que, bien que la quantité restituée au sol par l'engrais soit importante, la source principale de l'azote assimilé sur une surface donnée est l'ammoniaque tombée de l'atmosphère avec la pluie.

Il est hors de doute que, grâce à l'insuffisance et à la défectuosité des preuves expérimentales acceptées alors sur cette question, Liebig fut amené à exagérer beaucoup, dès cette époque (comme il le fit depuis), la proportion d'azote combiné que la végétation peut puiser à cette source.

Boussingault, dans la *Réclamation* dont nous avons parlé, donnait beaucoup plus d'importance à l'azote des engrais. Dans l'édition qui suivit, en 1843, Liebig combattit cette idée de l'importance relative de l'azote des engrais. Il soutint, en opposition avec l'avis émis dans sa première édition, que l'atmosphère fournit l'azote combiné en quantité suffisante, non seulement pour la végétation naturelle, mais encore pour les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plantes cultivées; que cet azote suffit aux céréales aussi bien qu'aux légumineuses, qu'il n'est pas nécessaire d'en ajouter pour les premières ; enfin, il insista beaucoup plus qu'auparavant sur l'importance relative des éléments incombustibles, *inorganiques* ou *minéraux*.

Depuis cette époque on fit, dans différents pays, de nombreuses expériences pour déterminer la quantité d'azote entraînée par la pluie ; on verra que la quantité qui peut être ainsi fournie à la végétation pour une surface donnée, est beaucoup moindre que ne l'assurait Liebig et qu'on ne le supposait généralement.

Quant aux éléments incombustibles ou minéraux, Liebig produisit de nombreuses explications comme preuve de leur importance capitale. Il appela l'attention sur la différence de composition des cendres de certaines plantes poussant dans des sols différents, et il admit le mutuel remplacement d'une base par une autre et d'un acide par un autre acide, d'une façon plus complète qu'on ne peut l'accepter aujourd'hui. Il fit dépendre la composition minérale des terrains de celle des roches dont ils sont formés; par l'observation de l'action graduelle des agents atmosphériques sur le développement de richesses qui, sans eux, resteraient improductives, il fut conduit à attribuer exclusivement les bénéfices de la jachère à l'apport d'éléments incombustibles ou minéraux qui, par son entremise, sont placés dans des conditions à pouvoir être absorbés par les plantes.

On verra plus loin comment la preuve expérimentale acquise ensuite est venue modifier nos idées sur l'explication des bénéfices de la jachère.

Il considère les avantages de l'alternance des récoltes comme expliqués en partie par l'influence sur la croissance d'une récolte des matières rejetées par une autre.

Il ne s'arrêtait pas à la présomption que ces matières peuvent être directement préjudiciables à la même espèce, mais il pensait plutôt que les matières rejetées par une plante, étant celles dont elle n'a pas besoin, ne peuvent être d'aucun profit pour la même espèce, mais peuvent servir à d'autres. Il attribuait, au reste, la majeure partie des avantages de l'alternance à la variété des éléments minéraux demandés au sol par les diverses récoltes.

On a acquis, depuis l'énoncé de ces aperçus, de nombreuses preuves expérimentales directes de la rationalité de l'alternance.

Liebig considérait l'engrais comme restituant au sol la potasse et les phosphates enlevés par la récolte ; mais il insistait aussi dans sa première édition sur l'importance de l'azote, spécialement de celui qui est contenu dans les excréments liquides des animaux, et il désapprouvait les méthodes de traitement des engrais animaux qui permettent à l'ammoniaque de s'échapper par évaporation. Cependant, chose curieuse et significative, dans ses troisième et quatrième éditions, il omit certains passages de la seconde où il avait mis le plus en relief la valeur de l'azote des engrais animaux.

Dans son second ouvrage, publié en 1842, sur *la Chimie animale*, Liebig discuta

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

deux questions fort intéressantes et d'une grande importance pratique pour l'agriculture : l'origine, dans les aliments, de la graisse amassée dans le corps de l'animal, et l'alimentation particulière requise par l'organisme animal pour le développement de la force.

Pour l'intelligence de ces questions il est nécessaire de rappeler la division en deux grandes catégories des éléments de la nourriture végétale ou animale : la première comprend les éléments qui contiennent de l'azote, ou éléments azotés ; la seconde, ceux qui n'en contiennent pas, ou éléments non azotés.

Les éléments azotés du corps animal proviennent des éléments azotés des aliments : les membranes, le tissu cellulaire, les nerfs, le cerveau, les cartilages et la partie organique des os. On admet que par suite de l'oxydation et de la transformation dans le corps, certaines des matières azotées donnent de la graisse ainsi que d'autres produits, tels que l'urée qui s'élimine par l'urine, et l'acide carbonique rejeté par la respiration.

D'un autre côté, les éléments non azotés de la nourriture (matières grasses, hydrocarbonates, amidon, sucre, cellulose, etc.) sont supposés être les sources principales de l'acide carbonique rejeté par la respiration ; à cause de cela, on les a parfois classés parmi les éléments respiratoires de la nourriture.

Ici se posent les questions suivantes : la graisse, substance non azotée qui est amassée par l'herbivore dans son alimentation, vient-elle principalement des matières azotées des organes ou de la circulation, ou bien des matières non azotées contenues dans la nourriture, les hydrocarbonates ? Enfin, à quoi est due, dans le développement de la force, l'augmentation des produits oxydés rejetés par le corps ? Est-ce principalement à la plus grande rapidité de transformation de la substance azotée des tissus et des fluides, ou à celle des éléments non azotés, la graisse du corps, la nourriture et les hydrocarbonates ?

Quant aux origines de la graisse du corps animal, Liebig soutenait que l'alimentation végétale consommée par l'herbivore ne contient rien de comparable à la quantité de graisse amassée dans son corps, et il montrait avec quelle facilité on obtient la composition de la graisse par la simple élimination d'oxygène, ou d'oxygène et d'un peu d'acide carbonique, des divers hydrocarbonates de la nourriture végétale (amidon, sucre, etc.). On aurait à éliminer beaucoup moins d'oxygène des éléments azotés, tels que la fibrine, etc., que d'une quantité d'hydrocarbonate contenant la même dose de carbone. Il en est de même pour la formation de la matière grasse dans les plantes ; c'est le résultat d'une action secondaire, l'amidon résultant d'abord de la combinaison de l'acide carbonique et de l'eau.

Pour ce qui concerne le développement de la force, il pensait que les sécrétions animales peuvent contenir les produits de la métamorphose des tissus ; il en concluait qu'un homme affamé qui prendrait beaucoup d'exercice, sécréterait plus d'urée que l'individu le mieux nourri restant au repos, et il combattait l'opinion que l'azote des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aliments puisse passer dans l'urée sans avoir d'abord fait partie des tissus organisés. Il disait : « Comme effet immédiat de la manifestation de la force mécanique, nous voyons qu'une partie de la substance musculaire perd ses propriétés vitales, son caractère de vitalité, que cette portion se sépare de la partie vivante et perd son pouvoir de croissance et de résistance. Nous trouvons que ce changement de propriétés coïncide avec l'introduction d'un corps étranger (l'oxygène) dans la composition de la fibre musculaire..... et toutes les expériences prouvent que cette conversion de la fibre musculaire vivante en composés dénués de vitalité est accélérée ou retardée suivant la quantité de force employée à produire le mouvement. On peut même dire, sans crainte d'erreur, que ces deux choses sont mutuellement proportionnelles, qu'une rapide transformation de la fibre musculaire, c'est-à-dire un rapide changement de matière, détermine une plus grande quantité de force mécanique, et réciproquement, qu'une plus grande quantité de mouvement mécanique (ou de force mécanique dépensée en mouvement) détermine un plus rapide changement de matière. »

Plus loin : « La transformation de la matière, la manifestation de la force mécanique et l'absorption de l'oxygène sont, dans le corps animal, si intimement liés entre eux, que nous considérons la quantité de mouvement et la quantité de tissu transformé comme proportionnelles à la quantité d'oxygène inspiré et consommé dans un temps donné par l'animal. »

Et encore : « La production de chaleur et la transformation de matière sont étroitement connexes; mais, bien que la chaleur puisse être produite dans le corps sans transformation de matière dans les tissus vivants, cette transformation ne peut cependant être supposée produite sans la coopération de l'oxygène. »

Plus loin, sur le même sujet : « La somme de forces utilisées pour des résultats mécaniques doit être égale à la somme des forces vitales de tous les tissus dans lesquels se produit une transformation de matière.

« Si, dans des temps égaux, des quantités inégales d'oxygène sont consommées, i en résulte évidemment une inégale quantité de chaleur dégagée et de force mécanique produite.

« D'inégales quantités de force mécanique dépensées déterminent l'absorption de quantités inégales correspondantes d'oxygène. »

Et d'une façon plus précise encore, relativement aux transformations de la matière qui coïncident avec l'action de la force et les appels faits en conséquence par l'organisme pour réparer ses pertes, il disait :

« La quantité d'aliments azotés nécessaire pour rétablir l'équilibre entre la perte et la restitution, est directement proportionnelle à la quantité du tissu métamorphosé.

« La quantité de matière vivante qui, dans le corps, perd ses conditions de vitalité, est, à température égale, directement proportionnelle à l'effort mécanique produit dans un temps donné.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« La quantité de tissu métamorphosé dans un temps donné peut se mesurer par la quantité d'azote contenue dans l'urine.

« La somme des effets mécaniques produits chez deux individus, à la même température, est proportionnelle à la quantité d'azote contenue dans l'urine, que la force mécanique ait été employée en mouvements volontaires ou non, ou bien qu'elle ait été absorbée par les membres, le cœur ou d'autres viscères. »

Ainsi, visiblement influencé par ses propres considérations physiologiques, et bien qu'il reconnaisse dans certains passages une relation entre la quantité totale d'oxygène inspiré et consommé et la quantité de force mécanique produite, Liebig soutint néanmoins très énergiquement que la quantité de tissu musculaire transformé (ou la quantité de substance azotée oxydée) est la mesure de la force produite ; il en conclut que le besoin d'aliments azotés de la nourriture s'augmente en proportion de la force dépensée.

Il est évidemment très intéressant et très important pour la pratique de savoir si, dans l'alimentation des animaux en vue d'exercer leur force mécanique, c'est-à-dire leur travail, l'organisme demande proportionnellement plus d'éléments azotés ou plus d'éléments non azotés.

On a recueilli depuis quarante ans, tant en Angleterre que sur le continent, de nombreuses preuves expérimentales touchant cette dernière question et les suivantes : origine de la graisse du corps animal dans les aliments; nécessité de trouver dans ce que mangent les animaux de la ferme les différents éléments constitutifs de la nourriture indispensable à l'entretien et à l'accroissement général du corps.

On peut à présent se faire une idée de ce que l'on savait des principes scientifiques de l'agriculture antérieurement aux deux ouvrages de Liebig sur la matière ; certains points d'une importance capitale ont été brièvement résumés. Il reste maintenant à indiquer rapidement les progrès réalisés depuis Liebig, grâce, en grande partie, à son enseignement ou aux recherches qui résultèrent des discussions soulevées par ses écrits.

Coïncidence intéressante, les trois premières leçons d'économie rurale de cette Université furent données par mon prédécesseur, feu le Dr Daubeny, en 1840, en même temps que paraissait le premier ouvrage de Liebig. L'une est antérieure, les deux autres postérieures de peu de mois à la publication de l'ouvrage. Ces leçons furent publiées plus tard, et dans sa préface, le professeur Daubeny reconnaît avoir puisé dans l'ouvrage de Liebig quelques-unes de ses doctrines fondamentales et certains détails de son exposition.

Dans ces leçons, le professeur Daubeny discutait l'importance de l'étude de la botanique, de la physiologie et de la chimie pour l'explication des pratiques agricoles. Il mettait en parallèle les conditions de la culture dans le cas d'un sol vierge et dans celui d'un terrain cultivé depuis longtemps. Il traitait de l'origine des éléments de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nos récoltes, de la jachère, de l'engrais, de l'alternance, autant que le lui permettait l'état des connaissances de l'époque.

Enfin, le Dr Daubeny mit en avant certaines spéculations, comme l'origine des éléments de la végétation primitive sur la surface du globe, et spécialement du carbone et de l'azote combinés et accumulés dans la vie végétale et animale, ainsi que dans ses détritus. Il s'occupa aussi de l'origine de l'acide carbonique et de l'ammoniaque dégagés par l'action volcanique. Une source indubitable d'azote combiné est l'électricité, surtout dans les régions équatoriales; mais nous démontrerons plus loin, autant du moins que la preuve quantitative peut faire foi en cette matière, que les quantités d'azote combiné reçues de l'atmosphère sur une étendue donnée, en un temps donné, sont, dans les latitudes tempérées, tout à fait hors de proportion avec celles qui sont recueillies par les récoltes sur la même surface et dans le même laps de temps. On verra aussi que la question des origines de l'azote de nos récoltes est une de celles qui sont actuellement encore en litige.

Pendant plus de trente-cinq années, le Dr Daubeny continua à faire de temps en temps des leçons sur diverses branches de l'économie rurale; il traita en général les sujets discutés dans le moment.

Mais, indépendamment de ces entretiens, sujets d'exposition ou de critique, il décrivit, en 1845, les résultats d'expériences destinées à expliquer les principes qui régissent l'alternance des récoltes. Il s'était réservé, dans ce but, au Jardin botanique, un certain nombre de pièces de 10 pieds carrés chacune. Sur les unes, il fit pousser la même espèce de plantes plusieurs années de suite; sur d'autres, il alterna les diverses récoltes. Le terrain était peu favorable et les plants bien petits; cependant le résultat prouva clairement qu'on obtient plus de produits sur une surface donnée en y alternant les plantes qu'en y faisait croître toujours la même espèce. L'examen du sol fit ensuite constater des différences considérables dans son appauvrissement par telle ou telle espèce.

Le Dr Daubeny borna presque complètement ses démonstrations et ses discussions aux éléments minéraux des récoltes ou aux corps constitutifs de leurs cendres; il suivit en cela le courant de son époque. De quelque intérêt que soient les faits exposés ainsi, toutes les preuves acquises depuis lors tendent à démontrer que les avantages de l'alternance ne peuvent pas s'expliquer exclusivement par la différence d'espèce et de quantité des éléments minéraux contenus dans les récoltes.

Parmi les leçons les plus remarquables du professeur Daubeny figurent, au nombre de huit, celles qui sont consacrées à l'agriculture romaine; elles ont été publiées depuis.

Ces leçons dénotent des recherches historiques considérables et sont très intéressantes, indépendamment des faits mis en lumière relativement à l'agriculture des anciens. Mais leur principal intérêt, pour qui étudie l'agriculture contemporaine,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

consiste dans la preuve que les pratiques usitées à cette époque pour accroître les produits du sol sont encore tenues pour efficaces de nos jours, bien que parfois l'explication des avantages qu'on en retire demeure un sujet de discussion. C'est ainsi que, malgré que l'on ne paraisse pas avoir adopté d'alternance fixe pour les récoltes, on a reconnu cependant que les plantes de la famille des légumineuses favorisent la croissance des graminées avec lesquelles on les alterne.

De plus, on trouve dans Columelle et dans Virgile la preuve que la fertilité du sol était attribuée, de leur temps, à l'accumulation des produits de la végétation naturelle antérieure, et que ce même sol allait s'appauvrissant à mesure que s'épuisait cette provision.

Comme nous venons de le dire, bien que l'ouverture du cours d'économie rurale du professeur Daubeny ait presque coïncidé avec la publication du premier ouvrage de Liebig, et que plusieurs de ses leçons aient un rapport direct, soit avec les propres idées de ce savant, soit avec le courant de discussion créé par ces idées, il n'en est pas moins vrai que leur début fut antérieur à l'intérêt excité par le travail en question et qu'il en fut complètement indépendant.

Il en fut autrement pour d'autres propagateurs des principes scientifiques de l'agriculture, tant en Angleterre que sur le continent européen ou américain. On peut dire aussi, sans crainte d'erreur, que l'émulation se fit plus tôt sentir et produisit plus promptement des résultats en Angleterre que dans la patrie même de Liebig ou ailleurs.

Ce fut en 1843 que la Société royale anglaise nomma le premier chimiste consultant; le docteur sir Lyon Playfair fut le premier titulaire de cet emploi. En 1848, feu le professeur Way fut élu, et les Bulletins de la Société témoignent à cette époque des idées claires qu'il avait sur les problèmes agricoles à résoudre et de son aptitude pour les recherches. En 1858, le docteur Voelcker lui succéda et continua à s'acquitter de ses fonctions au plus grand profit de l'union de la *pratique* et de la *théorie* reconnue par la Société comme devant être si utile au progrès. Le docteur Voelcker est maintenant, depuis plus d'un quart de siècle, chimiste consultant de la Société royale d'agriculture d'Angleterre, et j'aurai à parler des résultats de quelques-unes de ses recherches.

La Société de chimie agricole d'Écosse fut aussi fondée en 1843, et elle fut, je crois, dissoute après quatre ou cinq années d'existence, son éminent chimiste, feu le professeur Johnston, n'ayant pu trouver de remède à la maladie des pommes de terre.

Pour des questions de ce genre, de nombreuses recherches sur l'agriculture furent entreprises sous les auspices de la Société agricole d'Écosse, pendant bien des années, par feu le professeur Anderson et, plus récemment, par le docteur Aitken.

En 1845 fut fondée la Société de chimie agricole d'Ulster. Le professeur Hodges en fut nommé chimiste, et c'est avec une grande compétence qu'il remplit encore ses fonctions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Des Sociétés de ce genre ne purent donner immédiatement de résultats sur le continent. Néanmoins les nombreuses stations agricoles qui furent établies, non seulement en Allemagne, mais dans la plupart des États, doivent directement leur origine aux écrits, aux enseignements et à l'influence de Liebig.

Ce mouvement semble avoir pris naissance en Saxe, où Slöckhard avait déjà stimulé l'intérêt sur cette question par ses cours et ses écrits. Après une correspondance échangée, en 1850 et 1851, entre feu le docteur Crucius et d'autres savants, d'une part, et le gouvernement, de l'autre, la première station agricole fut établie à Möchern, près Leipsig, en 1851. En 1877, le trente-cinquième anniversaire de cette fondation fut célébré à Leipsig ; en même temps, on faisait un Rapport, publié depuis, sur le nombre des stations alors existantes, sur le nombre des chimistes qui y étaient attachés et sur les objets des recherches exécutées. Ce document nous apprend que le nombre des stations était alors de :

74	dans les différents États allemands.	111	(report).
16	en Autriche.	3	en Belgique.
10	en Italie.	2	en Hollande.
7	en Suède.	2	en France.
1	en Danemark.	3	en Suisse.
3	en Russie.	1	en Espagne.
111	à reporter.	Total. . . .	122

Ainsi il existait, il y a sept ans, 122 stations agricoles sur le continent européen ; le nombre s'est sans doute considérablement accru depuis lors.

Chacune de ces stations est sous la direction d'un chimiste, assisté souvent d'un ou plusieurs aides. Le principal devoir de la plupart d'entre elles est d'examiner, d'analyser, pour en rendre compte ensuite, les engrais, les grains ou les fourrages portés au marché par les fermiers ; — il semble que les vendeurs aient trouvé leur intérêt à soumettre, jusqu'à un certain point, leurs errements à l'approbation du chimiste de la station de leur contrée.

Mais les recherches agricoles ont aussi été le trait caractéristique de ces institutions. D'après les pièces qui les concernent, il a été établi que les recherches sur les terrains ont été le but principal de 60 d'entre elles ; les expériences sur les engrais, de 24 ; la physiologie végétale, de 28 ; la physiologie animale et les expériences sur l'alimentation, de 20 ; la culture de la vigne et la fabrication du vin, de 15 ; la sylviculture, de 9, et la production du laitage, de 11. D'autres, suivant les contrées où elles se trouvaient, ont porté spécialement leur attention sur la culture des fruits, l'utilisation des pays de bruyères, de marais et de tourbières, la production de la soie, la fabrication des spiritueux et d'autres produits.

Mais peu de stations ayant pour objet principal des études semblables à celles des stations du continent ont été fondées en Angleterre ou en Amérique ; l'Écosse

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

compte pour un, ainsi que les États-Unis, dans le Rapport allemand cité plus haut.

Il y a d'ailleurs, aux États-Unis, de nombreuses stations où l'on s'occupe de recherches agricoles, et un écrivain de ce pays a fait récemment un appel au gouvernement pour établir des stations en vue d'effectuer des recherches sur toutes les variétés de terrains et de climats du pays. Il serait question de donner un chimiste à chacune, et l'on ferait des expériences sur les récoltes le plus appropriées à la localité; on analyserait le sol, etc., et l'on publierait les résultats obtenus.

Les Rapports sur les résultats d'expériences des nombreuses stations du continent européen sont extrêmement volumineux, et les travaux publiés sur les diverses branches de la matière en français et en allemand depuis quarante ans sont très considérables. Je citerai ici les nombreuses éditions des deux premiers ouvrages de Liebig déjà mentionnés, de ses *Lettres familières sur la chimie*, de son *Agriculture moderne*, de ses *Principes* et, enfin, de ses *Lois naturelles de la culture;* tous ces ouvrages ont paru en anglais.

Il faudra consulter aussi l'*Économie rurale* de Boussingault, dont la première édition a été publiée en anglais en 1845. Cet ouvrage a eu d'ailleurs d'autres éditions en France, et plus tard, de 1860 à 1878, Boussingault publia, par intervalles, une série de six volumes intitulée : *Agronomie, chimie agricole et physiologie*, embrassant un grand nombre de sujets, apportant des renseignements sur les points en litige à cette date et entrant avec beaucoup de détails sur les méthodes de recherche aussi bien que sur les résultats obtenus. Dans ces volumes, chacun pourra examiner lui-même les preuves qui servent de bases à d'importantes conclusions.

Quelques travaux d'auteurs anglais ont paru, pendant la même période, et sont seuls à énumérer. De ce nombre sont : les *Leçons sur la chimie agricole et la géologie* de Johnston, publiées en 1844, et son *Agriculture expérimentale*, publiée en 1849 ; son successeur, le docteur Anderson, a publié aussi, en 1860, un travail intitulé : *Éléments de chimie agricole*.

De nouvelles éditions du travail de Johnston ont été publiées depuis par le docteur C. Cameron, la première de ces éditions, qui est la dixième de l'ouvrage original, a paru en 1877.

Peut-être le recueil le plus précis des résultats des recherches faites sur le continent, vers l'époque de sa publication, est-il celui du professeur S. W. Johnson, du collège de Yale, de Newhaven et de Connecticut, en deux volumes intitulés : *Comment les plantes croissent* et *Comment les plantes se nourrissent*. Les résultats des expériences allemandes sur l'alimentation des animaux ont aussi été résumées par le docteur Armsby dans un volume publié en Amérique, et intitulé : *Manuel de l'alimentation des bestiaux*.

Ni dans les travaux mentionnés ci-dessus, ni dans les Rapports des stations agronomiques du continent, nous ne trouvons la relation d'expériences rurales très systématiques et longtemps poursuivies. Nous avons, d'ailleurs, l'exemple de M. Boussingault

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et les opinions de sir Humphrey Davy, de Liebig et de Daubeny au sujet de l'importance de la méthode des recherches agricoles.

Davy disait :

« Rien n'est plus nécessaire en agriculture que des expériences dont toutes les circonstances sont minutieusement et scientifiquement détaillées. La rapidité des progrès de cet art sera en proportion de l'exactitude de ces méthodes. Comme dans les recherches de la physique, toutes les causes doivent être prises en considération ; une différence dans les résultats peut provenir même de la chute d'un demi-pouce de pluie, en plus ou en moins, dans le cours d'une saison, de quelques degrés de température, d'une petite différence du sous-sol, ou encore de l'exposition du terrain.

« Les renseignements recueillis dans des expériences variées doivent nécessairement être soumis au raisonnement et pouvoir s'accorder avec les principes généraux de la science ; quelques détails sur les résultats d'expériences exactes de chimie agricole seraient de plus de valeur, pour éclairer et aider le fermier, qu'un très grand nombre d'essais imparfaits, entrepris uniquement dans un esprit empirique. »

C'est de la classe la plus élevée de la société, des propriétaires du sol, de ceux que leur éducation rend capables d'avoir des opinions éclairées et de ceux dont la fortune permet d'exécuter les plans qu'ils forment, que doit venir la source du progrès, pour se répandre sur les classes laborieuses de la société ; il y a bénéfice pour tous, car les intérêts des tenanciers sont toujours les mêmes que ceux des propriétaires du sol.

Les découvertes en agriculture ne servent pas seulement à l'époque et au pays dans lesquels elles sont faites, elles étendent encore leurs bienfaits aux âges futurs et à toute la race humaine ; elles assurent la subsistance des générations futures, elles multiplient la vie et, bien plus, la rendent plus agréable.

Liebig disait : « Je m'estimerai heureux si j'attire l'attention des hommes de science sur des sujets si dignes d'occuper leurs talents et leur énergie. Une bonne agriculture est certainement la base de tout commerce et de toute industrie : c'est la base de la richesse des États. Mais un système rationnel d'agriculture ne peut pas être établi sans l'application des principes scientifiques; car un tel système doit être basé sur une connaissance exacte des moyens d'alimenter les végétaux, de l'influence des terrains et de l'action que les engrais ont sur eux. Cette connaissance, nous pouvons la chercher dans la chimie qui enseigne la manière de trouver la composition et d'étudier les caractères des différentes substances dont les plantes tirent leur nourriture. »

Depuis le temps de l'immortel auteur de la *Chimie agricole* (Davy), nul chimiste ne s'est occupé d'étudier l'application des principes chimiques à la croissance des végétaux et au mouvement organique. Je me suis efforcé de suivre la route tracée par sir Humphrey Davy, qui ne basait ses conclusions que sur ce qui était susceptible de recherches et de preuves. C'est la voie sûre de la recherche philosophique qui promet de nous conduire à la vérité, objet même de nos recherches.

L'importance que le professeur Daubeny attachait aux expériences agraires apparaît

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans ce fait que, presque au début de son étude et de son enseignement des principes d'économie rurale, il organisa les expériences sur l'alternance des récoltes dans le Jardin botanique, et que, plus tard, en 1860, je crois, il légua à ses successeurs une pièce de terre, d'environ 600 mètres carrés, destinée aux expériences, sentant, comme il le disait dans une leçon sur la matière, que le but de la fondation de la chaire d'économie rurale ne serait pleinement atteint que quand celui qui l'occupe serait capable, non seulement de reproduire les enseignements fournis dans les livres, mais encore de les démontrer par des expériences, et de vérifier aussi bien que d'étendre les connaissances qu'il a su tirer des autres par ses propres recherches.

Voici, en quelques mots, les sujets que le docteur Daubeny indiquait comme susceptibles de semblables recherches : 1° Déterminer la quantité de traitement mécanique et le laps de temps nécessaires pour ramener un sol épuisé à la fertilité sans employer d'engrais; 2° Essayer si, avec un sol riche en éléments minéraux, les engrais ammoniacaux ne pourraient pas être épargnés par l'usage d'opérations mécaniques, l'opinion de Liebig étant que bien des plantes ont le pouvoir d'absorber de l'atmosphère une quantité d'ammoniaque qui semble devoir les rendre indépendantes des engrais animaux, et leur permettre de tirer de l'atmosphère toute leur substance, excepté la substance minérale; 3° Les causes de l'insuccès de la luzerne; 4° Les effets du plâtre comme engrais; 5° Essayer s'il y a avantage à employer les superphosphates débarrassés de fluor, comparés aux os qui en possèdent; 6° Si la même plante poussant tous les ans au même endroit, tend à s'altérer ou à perdre ses caractères principaux; 7° Enfin déterminer jusqu'à quel point les champignons qui croissent sur différentes récoltes doivent être considérés comme cause, ou seulement comme effet de maladie. Je dirai que l'on possède aujourd'hui un plus grand nombre de preuves expérimentales.

Je surprendrai sans doute en disant que malgré l'importance du sujet et la haute autorité de ceux qui avaient réclamé des expériences rurales scientifiquement conduites, de semblables expériences n'entrèrent jamais pour une grande part dans les travaux des stations agricoles du continent européen, et qu'elles sont actuellement à peu près exclues de leurs programmes.

En 1880, le professeur Maercker, de Halle, l'un des premiers chimistes allemands, établit que la confiance en leur valeur avait beaucoup diminué et était même nulle chez beaucoup de personnes. On objectait que les chimistes des stations agricoles n'avaient ni les moyens ni les connaissances techniques nécessaires pour mener à bien les expériences, que, ni les terrains, ni les fonds mis à leur disposition n'étaient suffisants pour déduire des résultats obtenus des conclusions applicables à l'agriculture pratique, et que les problèmes purement physiologiques seraient mieux étudiés dans les laboratoires ou dans les serres. Il remarquait que les erreurs inséparables des expériences rurales conduites par des gens étrangers à l'agriculture pratique ébranlent la confiance du fermier.

Considérant, en effet, quelles difficultés présentent ces recherches et ce qu'elles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

coûtent si l'on veut qu'elles soient faites scientifiquement et qu'elles concourent à résoudre les questions fondamentales et d'un intérêt général, le professeur Maercker conclut que les seules expériences rurales possibles en Allemagne sont celles que peut faire le fermier lui-même pour contrôler, par la pratique, les résultats et les conclusions obtenus d'autre part, et que, pour s'assurer que les expériences ne sont pas faussées, il faut les répéter sur des terrains de natures différentes et pendant plusieurs années de suite.

J'ai déjà mentionné l'opinion de sir Humphrey Davy, et quand j'aurai dit que les expériences rurales de Rothamsted, indépendamment de toutes les recherches de laboratoire qui en dépendent, coûtent beaucoup plus de 25 000 francs par an, et que celles du duc de Bedfort, entreprises à Woburn ces sept dernières années dans l'intérêt de la Société royale d'agriculture d'Angleterre et sous la direction du docteur Voelcker, ne coûtent pas beaucoup moins, vous ne serez pas surpris que les expériences ne soient pas plus répandues.

Antérieurement à la publication du premier ouvrage de Liebig, en 1840, sir John Bennet Lawes entreprit des expériences relatives à divers engrais, d'abord avec des plantes en pots, plus tard à la campagne, à Rothamsted, dans le domaine héréditaire dont il avait pris possession en 1834, à sa majorité. Les résultats obtenus ainsi sur une petite échelle, pendant les années 1837, 1838 et 1839, furent de nature à faire tenter de plus vastes essais en 1840, 1841 et les années suivantes.

En 1843 commencèrent des expériences rurales plus systématiques, et une grange, qui avait déjà servi à des travaux de laboratoire, fut presque exclusivement consacrée aux recherches agricoles. Celles-ci, qui progressent toujours, ont été poursuivies entièrement aux frais de sir John Lawes, qui mit plus tard de côté une somme de 250 000 francs et une certaine étendue de terre pour qu'elles fussent continuées après lui.

En juin 1843, je fus associé à M. Lawes pour la direction de ces recherches, et comme c'est sans doute à ces fonctions, dont je suis toujours investi, que je dois principalement mon élection à cette chaire, il ne sera pas hors de propos de donner, à cette occasion, une idée de l'objet et du plan du travail qui a été accompli depuis plus de quarante ans. De fait, bien que je ne doive pas négliger les importants résultats et les conclusions établis par d'autres, le plan que j'ai en vue sera néanmoins en grande partie basé sur les données acquises à Rothamsted.

Je dirai d'abord que lorsqu'en juillet 1855 un nouveau laboratoire, fondé au moyen d'une souscription publique d'agriculteurs, fut offert à M. Lawes, nous abandonnâmes l'ancienne grange. Aujourd'hui le personnel de Rothamsted comprend deux et quelquefois trois chimistes, plusieurs aides pour les branches spéciales, occasionnellement un aide botaniste, trois et quelquefois quatre comptables et teneurs de livres, enfin un préparateur et plusieurs domestiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voici l'objet et le plan d'ensemble des expériences rurales : on a fait pousser quelques-unes des plus importantes récoltes employées dans l'alternance, chacune séparément, année par année, pendant un grand nombre d'années sur le même terrain, sans engrais, avec de l'engrais de ferme et avec des engrais chimiques très variés, la même sorte d'engrais étant appliquée une année après l'autre sur la même place. On a fait pareillement des expériences avec les mélanges d'herbes de prairies permanentes, avec des engrais variés sur les effets de la jachère, et sur une alternance usitée sans engrais et avec différents engrais.

Les essais ont alors été réglés suivant les périodes et l'étendue, comme cela est indiqué dans le tableau suivant :

RÉCOLTES.	DURÉE en ANNÉES.	ÉTENDUE en ARES.	PIÈCES.
Froment (engrais variés)	41	525	32
Froment alterné avec la jachère	33	40	2
Froment (variétés)	15	160-320	20 environ
Orge (engrais variés)	33	18	29
Avoine —	10 (1)	30	6
Fèves —	32 (2)	50	10
Fèves —	30 (3)	40	5
Fèves alternées avec le froment	7	40	10
Luzerne	27 (4)	120	18
Plantes légumineuses variées	28 (5)	120	17
Navets (engrais variés)	28 (6)	320	40
Betteraves à sucre —	5	320	41
— (mangles) —	9	320	41
Total des récoltes des diverses plantes	42		
Pommes de terre (engrais variés)	9	80	10
Plantes alternées —	37	100	12
Herbes permanentes —	29	280	22

(1) Contenant une année de jachère.
(2) Contenant une année de froment et cinq de jachère.
(3) Navets, douze ensemencements, huit récoltes, dont quatre très faibles, une année de froment, cinq d'orge et douze de jachère.
(4) Contenant quatre années de jachère.
(5) Contenant deux années de jachère.
(6) Renfermant de l'orge sans engrais trois années.

On porte au laboratoire des échantillons de toutes les récoltes destinées aux expériences; des portions déterminées de chacune d'elles sont séchées en parties et conservées pour des vérifications ou d'autres analyses. Une quantité égale est desséchée à 100 degrés ; la matière sèche est déterminée puis incinérée et les poids sont notés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les cendres elles-mêmes sont conservées, dans le cas où un examen ultérieur serait utile.

L'azote a été déterminé dans une grande quantité d'échantillons, et dans quelques-uns la proportion de matière albumineuse d'amidon et d'acide nitrique.

Dans des cas choisis pour montrer l'influence de la saison, des engrais, de l'épuisement, etc., l'analyse complète des cendres a été faite ; il y en a en tout plus de sept cents.

Dans des cas également choisis pour montrer l'influence de la saison et de l'engrais, on a fait moudre une certaine quantité de blé et déterminer les proportions des différents produits de la mouture.

Dans les betteraves et les pommes de terre, le sucre du jus a été, dans beaucoup de cas, déterminé au polarimètre et fréquemment au moyen de la liqueur de cuivre.

Dans le cas d'expériences sur les mélanges d'herbes des prairies permanentes, outre les échantillons pris pour déterminer la composition chimique (matière sèche, cendres, azote, fibres ligneuses, matières grasses et composition des cendres), des échantillons soigneusement choisis ont souvent servi à déterminer la composition de la plante au point de vue botanique. Dans ce but, dans quatre occasions et à intervalles de cinq années, **1862**, **1867**, **1872** et **1877**, des échantillons des produits de chaque pièce de terre ont été pris et soumis à un triage botanique soigné. Un triage partiel dans le cas de pièces choisies (fréquemment dans la première et la seconde récolte) a aussi été fait dans d'autres années.

Des échantillons de terre de toutes les pièces de terre sont pris de temps en temps, à la profondeur de **25**, **50** et **75** centimètres ; on répète souvent la même opération, jusqu'à quatre fois, à la même profondeur. On a obtenu ainsi plus de mille échantillons qui ont été soumis à une séparation mécanique et dont la portion, sans pierres, a été soigneusement préparée et réservée pour l'analyse. On a déterminé, pour une grande partie des échantillons, la perte après dessiccation à diverses températures et au rouge. Pour beaucoup d'entre eux on a dosé l'azote en les traitant par la chaux. Enfin, dans bien des cas, on a évalué le carbone et quelquefois l'azote, à l'état d'acide nitrique, et le chlore. On a fait aussi quelques expériences sur la capacité comparative d'absorption (pour l'eau et l'ammoniaque) des différents sols et sous-sols. La recherche systématique de la quantité et de l'état de l'azote et celle de certains éléments minéraux constitutifs les plus importants du sol et du sous-sol à différentes profondeurs est régulièrement exécutée et a fait des progrès.

Depuis le commencement des expériences, c'est-à-dire depuis plus de trente ans, on mesure l'eau de pluie dans un récipient de **4** mètres carrés de surface, aussi exactement que dans le pluviomètre ordinaire de **12** centimètres de diamètre. On se sert aussi, depuis le 1er janvier **1881**, du pluviomètre en cuivre de **20** centimètres du *Bord of Trade*. De temps en temps on évalue l'azote de l'eau de pluie, à l'état d'am-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moniaque et à l'état d'acide nitrique. Le chlore a aussi été déterminé dans beaucoup d'échantillons. On a construit trois drains collecteurs également de 4 mètres carrés chacun pour déterminer la quantité et la composition de l'eau recueillie aux profondeurs respectives de 50 centimètres, 1 mètre et $1^m,50$ (le sous-sol ayant sa solidité naturelle). Chacune des différentes parties fumées du champ de blé d'expérience ayant un drain collecteur séparé, les eaux de drainage ont été analysées et le sont encore souvent.

L'azote existant à l'état d'acide nitrique, ou sous d'autres formes, ainsi que certains autres éléments sont déterminés, périodiquement, depuis un certain temps, tant pour la pluie que pour les diverses eaux de drainage.

On a fait consécutivement, depuis de nombreuses années, des expériences pour déterminer la quantité d'eau abandonnée par les plantes pendant leur croissance. Dans cet ordre d'idées, on a expérimenté beaucoup de plantes, y compris celles de la famille des graminées, des légumineuses et autres. On a fait de semblables expériences avec diverses variétés d'arbres verts et d'arbres à feuilles caduques.

Pour ce qui a trait à la différence de nature et de proportion des éléments absorbés par des plantes de diverses espèces botaniques, dans d'égales conditions extérieures, ou par des plantes de même espèce dans des conditions variées, on a fait des observations sur le caractère et la disposition des racines de différentes plantes et sur le développement relatif de la tige, des feuilles, etc. Dans le cas de récoltes variées, mais plus spécialement avec le blé et les fèves, des échantillons ont été pris à divers degrés de croissance, et leur composition a été déterminée plus ou moins complètement, tantôt sur la plante entière, tantôt sur les parties séparées.

Dans un petit nombre de cas, on a déterminé les proportions de matière sèche, de cendre, d'azote, etc., contenues dans la végétation qui recouvre une surface donnée aux différentes phases de son développement. On a estimé aussi par occasion la proportion de chaume des différentes récoltes.

On a fait, pendant de nombreuses années consécutives, des expériences pour déterminer si les plantes s'assimilent de l'azote libre, ou non combiné, et pour déterminer aussi certains points secondaires. On a opéré sur des graminées, des légumineuses et d'autres familles.

Feu le docteur Pugh a pris une part considérable à ces recherches.

Évidemment la recherche des principes scientifiques de l'agriculture serait incomplète si on ne l'étendait pas à la question de l'alimentation des animaux de ferme. En conséquence, des expériences furent commencées en 1847 et continuées, par intervalles, jusqu'à l'époque actuelle.

On s'est occupé des points suivants :

1° La quantité de nourriture et des divers éléments qu'elle contient, consommée dans un temps donné, comparée au poids de l'animal vivant;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° La quantité de nourriture et des divers éléments qu'elle contient, consommée pour produire un accroissement donné du poids de l'animal;

3° La proportion et le développement relatif des différents organes ou parties des divers animaux;

4° La composition, en premier et dernier lieu, des animaux dans diverses conditions d'âge et d'embonpoint, et la détermination probable de leur accroissement pendant l'engraissement;

5° La composition des excréments solides et liquides (engrais), comparée à celle des aliments consommés;

6° La perte ou la dépense d'éléments par la respiration et par les exhalaisons cutanées, c'est-à-dire dans l'entretien seul de la chair vivante et dans la formation des engrais.

Plusieurs centaines d'animaux furent soumis à l'expérience.

La proportion et le développement relatif des différents organes et parties d'organes furent déterminés pour deux veaux, deux génisses, quatorze taureaux, un agneau, vingt-quatre moutons et cinquante-neuf porcs.

L'évaluation de l'eau, des matières minérales, de la graisse et de la substance azotée fut faite sur certaines parties séparées et sur le corps entier de dix animaux, savoir : un veau, deux bœufs, un agneau, quatre moutons et deux porcs. On fit aussi pour chacun de ces dix animaux des analyses complètes des cendres de la carcasse entière, d'un mélange des diverses parties et enfin des corps entiers.

Des données recueillies, comme il vient d'être dit, on estime la nature de l'accroissement pendant l'engraissement et la relation des éléments accumulés pendant la croissance avec ceux qui sont consommés dans la nourriture. Pour s'assurer de la composition de l'engrais, par rapport à celle des aliments consommés, des bœufs, des moutons et des porcs furent l'objet d'expériences.

La perte ou la dépense d'éléments par la respiration ou les exhalaisons cutanées n'a pas été déterminée directement, mais seulement par différence, c'est-à-dire par un calcul basé sur les quantités de matière sèche, de cendre, d'azote, etc., qui existent dans la nourriture, et celle des muscles (accroissement) et de l'urine.

Indépendamment des points de recherche indiqués ici, les résultats obtenus ont fourni des données pour l'étude des questions suivantes :

1° La caractéristique du corps animal, relativement aux éléments azotés et non azotés de la nourriture, dans l'exercice de la force musculaire;

2° Les sources, dans la nourriture, de la graisse produite dans le corps animal;

3° Les caractères comparés de l'alimentation animale et végétale dans le régime de l'homme.

Des recherches supplémentaires ont aussi été faites, par exemple, sur l'utilisation des boues de ville pour différentes récoltes, y compris les expériences sur les qualités nutritives des produits obtenus; l'accroissement des bœufs et la quantité et la composition du lait donné par les vaches étant déterminés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La chimie de la germination, la perte des éléments de la nourriture pendant son action et la valeur comparative de l'alimentation d'orge et de malt ont été étudiées.

Parmi les recherches énumérées ci-dessus, de nombreux résultats ont déjà été publiés, mais il en reste encore beaucoup à faire connaître.

Dans le but de mettre en lumière les principes scientifiques de l'agriculture, je me propose de m'appuyer largement sur les données fournies par les recherches qui ont été faites pendant plus de quarante années à Rothamsted, tant aux champs, à l'étable qu'au laboratoire.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES (1).

Fabrication de la soude. — M. Walter Weldon a proposé une modification à la fabrication de la soude qui réunit les avantages du procédé Le Blanc et du procédé à l'ammoniaque. Son invention a pour base la réaction du sulfate de soude sur le bicarbonate d'ammoniaque. Jusqu'alors l'objection faite à ce procédé tenait à l'insolubilité relative du sulfate de soude. Par exemple, si l'on prenait une solution de sulfate de soude au lieu des eaux du traitement, pour 100 parties d'eau il n'y aurait que 11 parties de sulfate de soude dissoutes, ce qui produirait environ 13 parties de bicarbonate de soude, dont 9 seraient dissoutes dans la liqueur mère, laissant 4 parties seulement à précipiter. L'inventeur surmonte cette difficulté par l'emploi du sulfate de soude solide.

La modification suivante du procédé donne une idée des principes suivis :

L'auteur commence par faire une solution d'ammoniaque et de sulfate de soude, ce dernier aussi concentré que possible, et l'ammoniaque en quantité telle que le sulfate d'ammoniaque correspondant forme une solution saturée avec l'eau utilisée. Le tout est traité par le gaz acide carbonique. Les réactions ayant lieu entre les corps en présence, l'eau devient capable de dissoudre plus de sulfate de soude ; il est inutile d'ajouter du sulfate de soude solide pendant la durée des réactions, jusqu'à ce que l'on obtienne enfin une liqueur mère saturée de sulfate d'ammoniaque et de bicarbonate de soude ou d'ammoniaque.

Décomposition des ciments par l'eau. — M. Le Châtelier a montré par l'examen optique de lames minces de ciment la présence de l'hydrate de chaux cristallisé CaoHo et de l'aluminate de chaux cristallisé Al^2O^3, 4 Cao, 12 Ho. Pour continuer

(1) *Journal of the Society of chemical Industry.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ces études, l'auteur s'est occupé de la décomposition progressive des ciments par l'eau. Les ciments hydratés donnent de la chaux en présence d'un excès d'eau; dès lors on a supposé que la chaux dissoute était de la chaux libre : la chaux étant déterminée de cette façon dans différents laboratoires, on est arrivé à des résultats variables avec la quantité d'eau employée; car les sels de chaux cessent d'être décomposés lorsque l'eau contient une certaine quantité de cette base. La chaux libre peut être cependant déterminée en solution, lorsqu'on n'emploie que très peu d'eau à la fois, et qu'on la renouvelle lorsqu'elle devient saturée. De cette manière, les sels de chaux ne sont plus décomposés.

On a trouvé ainsi que les ciments à prise lente contiennent toujours une forte proportion de chaux libre, tandis que les ciments à prise rapide n'en contiennent pas.

Par l'action progressive de l'eau, chacun des constituants subit à son tour une décomposition, ce qui fait une certaine proportion de chaux par litre d'eau; les corps décomposés restent constants pour une même quantité de chaux produite.

		gr.	
Cao, Ho.	produit une solution de	1,3	chaux par litre.
Fe^2O^5, 4 Cao, 12 Ho . . .	—	0,6	—
Al^2O^5, 4 Cao, 12 Ho . . .	—	0,2	—

Détermination de l'indigo. — Pour l'essai des différents genres d'indigo par l'analyse spectrale, M. Ch. Wolff dissout 5 grammes d'indigo dans 5 centimètres cubes d'acide sulfurique concentré; il ajoute de l'eau pour faire 1 litre. On étend cette solution plus ou moins, suivant la couleur qu'elle présente, et l'on examine à l'appareil spectral sous le volume de 1 centimètre cube.

Les solutions de différentes forces donnent évidemment un coefficient d'extinction variable dans le spectre et directement proportionnel à la proportion d'indigotine pure. Si l'on prend pour 100 le coefficient d'une solution type d'indigotine pure, on obtient les résultats suivants :

Indigotine de Baeyer.	100,00
— Trommsdorff.	91,58
— sublimée par Schuchardt. . . .	83,41
Indigo de Java.	72,42
— du Bengale (qualité moyenne).	60,47
— de Guatemala.	50,70
— de Madras.	23,10
— de Manille.	9,41

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 24 octobre 1884.

Présidence de M. BECQUEREL, Vice-Président.

CORRESPONDANCE. — M. E. *Cacheux*, ingénieur, 25, quai Saint-Michel, à Paris, adresse les 2e, 3e et 4e parties de son ouvrage, intitulé : *l'Économiste pratique*. (Construction.)

M. A. *Mourer*, 2, rue de la Zone, à Charenton (Seine). Note sur des améliorations relatives à l'installation du téléphone. (Arts économiques.)

M. A. *Hamon*, ingénieur, 25, rue Solférino, à Boulogne-sur-Seine, prie de désigner un rapporteur pour un Mémoire relatif à la fabrication des câbles électriques qu'il a soumis, et qui devait être examiné par M. le comte du Moncel décédé. (Arts mécaniques.)

M. G. *Desrameaux*, 149, rue de Paris, aux Lilas (Seine). Appareil à faire le vide. (Arts mécaniques.)

M. *Ponvmarff*, à Rybinski, Russie, fabrique Jouravief. Pli cacheté contenant la description d'un système de transmission à distance des indications thermométriques. (Arts économiques.)

M. *Gabourin*, 14, rue de Bordeaux, à Tours. Appareil avertisseur pour chemin de fer. (Arts économiques.)

M. L. *Anquetin*, 64, rue de Cléry, à Paris. Dessin d'un lit pliant à relèvement. (Arts économiques.)

M. *Picholet*, ouvrier bourrelier, chez M. Finot, 89, faubourg Saint-Martin, à Paris. Collier de trait pour chevaux de gros travail. (Agriculture.)

M. *Roussel*, 12, rue du Regard, à Paris. Échelle de sauvetage dans le cas d'incendies. (Arts économiques.)

M. *Tellier*, ingénieur, 20, rue Félicien-David (Paris-Auteuil). Ouvrage sur la thermodynamique appliquée à la production économique de la force motrice et du froid. (Arts mécaniques.)

M. *Houdart*, 138, rue de Belleville, à Paris. Notice sur son appareil à chauffage automatique des vins pour conserver les vins fermentescibles sans les vieillir.

— Chaudière thermo-siphon à chauffage par le gaz ou la vapeur. (Arts économiques.)

— Fausset en coton grillé pour le tirage et la mise en bouteille des vins, bières, etc. (Agriculture.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Tronc*, à Saint-Chinian, adresse un produit œnologique, avec brochure, sous le pseudonyme de *Debranche*. (Arts chimiques.)

M. *Bussière*, viticulteur, 65, rue des Remparts, à Bordeaux, Mémoire sur les maladies de la vigne combattues par l'hygiène agricole. (Agriculture.)

M. G. *Gastine*, 52, Chemin des Chartreux, à Marseille. Note sur les injecteurs à traction, pour le traitement des vignes phylloxérées, et ouvrage intitulé : *Emploi du sulfure de carbone contre le phylloxera*. (Agriculture.)

M. Th. *Grison*, à Lisieux, adresse deux volumes sur la teinture au XIX^e^ siècle. (Arts chimiques.)

M. François *Bertin*, propriétaire, à Chadenac (Charente-Inférieure). Mémoire sur le phylloxera. (Agriculture.)

M. E. *Gatellier*, 40, rue Jean-Jacques-Rousseau. Compte rendu des expériences de mouture organisée par la Chambre syndicale des grains. (*Bulletin.*)

M. *Ducher*, libraire-éditeur, 51, rue des Écoles. *Notions de sylviculture*, par M. E. *Muel.* (Agriculture.)

M. R. *Cortial*, à Sivrac (Dordogne). Note sur le commerce et la colonisation française.

M. N. *Berthelot* et fils, à Troyes. Fausset hygiénique pour le tirage des vins, bières, cidres, etc. (Agriculture.)

M. *Garnier* père, ancien membre et lauréat de la Société, 255, rue du Faubourg-Saint-Antoine, à Paris. Demande de secours.

M. le *Président* du comité du *Génie civil*. Souscription ouverte au buste de J. B. *Dumas*. (Commission des fonds.)

M. E. *Bourry*, 80, rue Taitbout, à Paris, fait part du décès de son père, M. Charles *Bourry*.

M. R. *Turpian*, directeur de la manufacture générale des blancs minéraux de Meudon, 47, route de Vaugirard, au Bas-Meudon (Seine-et-Oise), fait savoir que cette Société est différente de la Société des carrières des blancs minéraux de Meudon, actuellement en faillite.

M. J. *Maumy*, manufacturier, donne connaissance de la fondation de l'Institut commercial de Paris, 51, rue de la Chaussée-d'Antin, école préparatoire au commerce d'exportation, dont il est le président du Conseil d'administration.

M. le *Président* de la Société de l'union philanthropique *la Providence*, à Trieste, demande communication des statuts de la Société d'encouragement.

M. le *Ministre de l'instruction publique et des beaux-arts* adresse le programme du congrès des Sociétés savantes à la Sorbonne en 1885. (*Bulletin.*)

M. le *Ministre du commerce* adresse deux exemplaires du numéro 12, 1^re^ et 2^e^ parties du Catalogue des brevets d'invention pris en 1883 et deux exemplaires du tome CIX.

M. le *Ministre des travaux publics* adresse le compte rendu général (texte et atlas)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des opérations effectuées en 1882 pour le recensement de la circulation sur les routes nationales.

La Société a encore reçu :

Liste des primes du département d'horticulture de l'Exposition universelle de la Nouvelle-Orléans (États-Unis).

Rapport présenté, au nom de la quatrième section de la Commission permanente des valeurs de douane, par M. Natalis *Rondot*, président de la section.

Rapport sur les progrès récents de l'industrie laitière en Danemark et en Hollande, par M. R. *Lezé*, ingénieur, professeur à l'École d'agriculture de Grignon.

Étude pour les nouvelles installations maritimes et l'achèvement des digues de la Seine, par M. *Hersent*.

La Mécanique pratique à la portée de l'ouvrier mécanicien, par M. Eugène *Dejonc*, mécanicien.

Note sur l'appareil à éclosion pour poissons, de M. le colonel *Mac Donald*, membre de la Commission fédérale piscicole des États-Unis, par M. Henry *Grosjean*, inspecteur de l'enseignement agricole.

Note sur le poisson-chat, du même auteur.

Les Premiers Éléments de la science de la couleur, par M. A. *Rosenstiehl*.

Analyse du fonctionnement des machines, par M. A. *Quéruel*.

Notice sur les différents types des ponts portatifs économiques, par M. G. *Eiffel*.

The scientific transactions de la Société royale de Dublin, volume I (série 2).

Smithsonian report, 1882.

Journal of the Iron and Steel institute, numéro 1, 1884.

Institution of engineers and shipbuilders in Scotland, trente-septième session, 1883-1884.

On the Composition of the ash of wheat-grain and wheat-straw, par sir J.-B. *Lawes* et J.-H. *Gilbert*.

Lightning conductors on the Melsens system, par *J. Walter Pearse*.

Ces ouvrages seront déposés à la bibliothèque.

Nécrologie. — La Société a eu la douleur de perdre récemment trois membres du Conseil, M. *Thenard*, M. *Bertin* et M. *Barral*.

Le baron Paul *Thenard*, vice-président de la Société, faisait partie du Conseil depuis 1846; membre de l'Académie des sciences, il était connu pour ses travaux de chimie pure et de chimie agricole.

M. *Bertin*, sous-directeur de l'École normale supérieure, chargé de la direction des études scientifiques, membre du Conseil de la Société depuis 1880, était l'auteur de travaux de physique très appréciés.

M. *Barral* faisait partie du Conseil depuis 1851; il était secrétaire perpétuel de la Société nationale d'agriculture. Ses travaux de chimie et sa compétence en matière d'agriculture lui avaient acquis une grande notoriété.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. le *Président* se fait l'interprète de la Société en exprimant les profonds regrets occasionnés par la perte de ces membres du Conseil. Les discours prononcés aux funérailles seront imprimés au *Bulletin*. M. *Mascart* voudra bien rédiger une Notice pour M. *Bertin*.

La Société a aussi perdu un membre lauréat de la Société, M. Eugène *Bourdon*, bien connu comme mécanicien.

M. *de Laboulaye* rappelle ses principales inventions. Celle de ses tubes manométriques avait fait sa fortune et lui avait permis de poursuivre et multiplier ses recherches. Constructeur de machines à vapeur, ses moteurs étaient très recherchés dans les imprimeries.

Il avait présenté à la Société son télégraphe imprimant à une époque déjà ancienne, son horloge pneumatique, et dernièrement son anémomètre, tous instruments très ingénieux. Il avait aussi passé près de l'invention de *Giffard* dont il avait reconnu les phénomènes, mais il ne l'avait pas appliqué aux chaudières de machines.

La Notice sur M. *Bourdon*, que M. *Tresca* a présentée à la Société des ingénieurs civils, sera insérée au *Bulletin*.

Rapports des comités. — *Tiges de suspension.* — M. *Tresca*, au nom du comité des arts mécaniques, lit un Rapport sur le système de tige de suspension à arrêt automatique, de M. *Jacquet*.

Les appareils exécutés par l'inventeur sont d'un agencement très simple et très pratique; en conséquence, le comité propose d'insérer le Rapport au *Bulletin*, accompagné d'une figure, et de remercier M. *Jacquet* de sa communication.

Ces conclusions sont adoptées.

Communications. — *Frein funiculaire.* — M. *Lemoine* présente un frein funiculaire applicable aux voitures et aux camions. Il suffit d'un faible effort et d'un mouvement modéré pour le manœuvrer; la force est empruntée au mouvement même du véhicule, et le desserrage est instantané.

Ce frein est appliqué à Paris aux tramways de la Compagnie des omnibus, où il est très apprécié; il a été aussi essayé avec succès aux pièces d'artillerie pour amortir le recul.

M. le *Président* remercie M. *Lemoine* de son intéressante communication qui est renvoyée au comité des arts mécaniques.

Le Gérant, J. H. Ginestou.

PARIS. — IMPRIMERIE JULES TREMBLAY, RUE DE L'ÉPERON, 5;
Madame Veuve TREMBLAY, née Bouchard-Huzard, successeur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

83e année. Troisième série, tome XI. Décembre 1884.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

SÉANCE GÉNÉRALE DU 26 DÉCEMBRE 1884

PRÉSIDENCE DE M. BECQUEREL

VICE-PRÉSIDENT, MEMBRE DE L'INSTITUT

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale a procédé le 26 décembre 1884, en séance générale, à la distribution des récompenses. (Prix et médailles instituées par elle.)

Le fauteuil de la présidence était occupé par M. Becquerel, vice-président de la Société, membre de l'Académie des sciences.

A ses côtés siégeaient : M. le général Mengin-Lecreulx, l'un des censeurs; MM. Eug. Peligot et Ch. de Laboulaye, secrétaires du Conseil, et M. Legrand, président de la Commission des fonds.

M. le Président énumère dans un discours les pertes cruelles et nombreuses faites par la Société dans le courant de l'année 1884, et M. de Laboulaye lit une Notice sur J. B. Dumas.

Cette lecture est suivie d'un Rapport de M. Bordet pour la Commission des fonds et d'un Rapport de M. le général Mengin-Lecreulx.

Les récompenses sont ensuite distribuées.

La Société étant réunie en assemblée générale pour procéder une seconde fois aux élections du Bureau de 1885 et ratifier les élections faites depuis la précédente assemblée générale, la séance est terminée par le dépouillement du scrutin et la proclamation du résultat des élections (1).

(1) Voir ce résultat au procès-verbal de la séance.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ALLOCUTION DE M. BECQUEREL, VICE-PRÉSIDENT.

Au début de cette séance, je ne saurais m'empêcher de reporter ma pensée vers celui qui était pour nous un guide sûr et dévoué, vers notre cher et illustre président Dumas, que nous étions habitués à entendre adresser à nos lauréats, chaque année, des paroles pleines de bienveillance et d'encouragement. En lui rendant hommage aujourd'hui, je répondrai certainement aux sentiments de tous les membres d'une Société qu'il a entourée jusqu'à ses derniers moments de toute sa sollicitude.

Si les découvertes et les travaux de Dumas ont exercé sur les progrès de la chimie une influence considérable, son rôle n'a pas été moins grand dans l'industrie, dont il savait comprendre et encourager les progrès. Sa puissante intelligence s'était appliquée, du reste, à des études très diverses, et dans toutes les directions il avait apporté la précision et la netteté d'un esprit éminemment supérieur. Mais je dois laisser à notre Secrétaire, M. de Laboulaye, le soin de vous parler de notre regretté Président, et vous allez entendre dans quelques instants, avec le plus vif intérêt, la Notice qu'il a bien voulu préparer.

Cette perte, qui fut un deuil public, n'est pas la seule que nous ayons eu à déplorer depuis la dernière réunion générale; rarement notre Société a été plus cruellement frappée pendant le cours d'une seule année : le Conseil a perdu M. le comte du Moncel, M. le comte de Mony-Colchen, M. le baron Paul Thenard, M. Bertin et M. Barral.

M. le comte Théodose du Moncel, membre libre de l'Académie des sciences, avait été l'un des membres les plus assidus du comité des arts économiques, jusqu'au moment où sa santé ne lui a plus permis d'assister à nos séances. Très versé dans la technologie électrique, ses ouvrages, fort appréciés, et ses nombreux Rapports témoignent de l'intérêt qu'il prenait aux progrès de l'industrie.

M. le comte de Mony-Colchen, conseiller référendaire à la Cour des comptes, l'un de nos censeurs, était membre du Conseil depuis plus de quarante ans. La Société avait eu souvent recours à ses lumières dans les questions de finance qui lui étaient familières.

M. le baron Paul Thenard, de l'Académie des sciences, vice-président du Conseil, digne fils d'un de nos anciens et illustres présidents, était également membre de la Société depuis de longues années. Ses travaux de chimie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'avaient placé à un rang élevé parmi les savants ; dans ces dernières années, une maladie douloureuse le tenait éloigné de nous et nous avait privé de son précieux concours.

M. Bertin, directeur des études scientifiques à l'Ecole normale, s'était fait connaître par d'importants travaux de physique, et surtout par ses recherches sur l'optique. Membre du comité des arts économiques depuis peu d'années, il était un de nos collaborateurs les plus assidus et les plus actifs. Vous avez entendu dans la dernière séance la lecture de la Notice pleine d'intérêt que M. Mascart a faite sur les travaux et la vie de notre regretté collègue.

M. Barral, secrétaire perpétuel de la Société nationale d'agriculture, appartenait depuis trente-trois ans à la Société : il était membre du comité des arts chimiques. Ses principaux travaux étaient relatifs à la chimie, et sa haute compétence dans toutes les questions agricoles avait fait vivement apprécier son utile collaboration.

Parmi les membres honoraires du Conseil, nous avons eu la douleur de perdre MM. Gaultier de Rumilly, Calla et Porlier, que l'âge ou la maladie avaient éloigné de nous depuis quelque temps.

J'aurais encore à faire une longue liste des membres de la Société décédés dans le cours de cette année ; mais je ne poursuivrai pas cette douloureuse énumération. J'exprime ici tous les regrets que nous éprouvons d'être séparés de collègues qui avaient consacré leur vie à l'avancement de la science ou de l'industrie, et qui ont contribué chacun aux progrès dont l'humanité recueille chaque jour les bienfaits.

Ces progrès, qui nous conduisent aux applications les plus fécondes, sont loin de se ralentir ; nous en avons pour preuves les nombreuses communications faites à la Société, et surtout celles qui ont valu à leurs auteurs les récompenses si bien méritées que nous allons décerner dans cette séance.

L'avenir apparaît plein de promesses, et les applications récentes de l'électricité aideront certainement à les réaliser. Aussi ne doit-on pas douter que l'Exposition universelle de 1889 ne soit pour notre industrie, comme les Expositions antérieures, une source de brillants succès.

La Société y contribuera en continuant à remptir sa mission, qui est d'éclairer les industriels, de mettre en lumière, par ses Rapports, les inventions qui chez nous ne font jamais défaut, et d'aider par ses encouragements au développement de la richesse nationale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIOGRAPHIE.

NOTICE SUR M. J. B. DUMAS, PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE, PAR M. CH. DE LABOULAYE, SECRÉTAIRE DE LA SOCIÉTÉ.

Dans cette réunion générale de la Société d'encouragement, la première depuis que nous avons eu la douleur de perdre notre illustre Président, notre devoir est d'évoquer son souvenir.

Je ne tenterai pas de retracer les traits principaux de sa glorieuse carrière; l'œuvre a été faite par des voix plus autorisées.

M. Dumas appartenait, on peut le dire, à toutes les Associations utiles, et tenait dans toutes une grande place. Des hommages mérités lui ont été rendus en leur nom.

Les services qu'il a rendus comme professeur et comme orateur, qui l'avaient fait élire à l'Académie française, ont été rappelés par le regretté comte d'Haussonville. M. Wurtz, dans des paroles éloquentes, et malheureusement les dernières qu'ait prononcées ce savant professeur, a énuméré les découvertes du grand chimiste. M. Cauvet a exprimé les regrets des ingénieurs de l'Ecole centrale pour le dernier des fondateurs de cette institution.

M. Melsens et M. Leblanc, au nom des anciens élèves de son laboratoire; M. Nusse, au nom de l'œuvre de protection des apprentis; M. Denys, au nom de la Société amicale des anciens élèves de l'École centrale, et d'autres encore, ont rappelé les titres qu'il avait à leur reconnaissance.

Nous nous garderons bien de tenter de refaire l'œuvre excellente de M. de Comberousse, qui résume toute la vie de M. Dumas, ni même de parler de tout ce qu'il a fait d'utile à la tête de la Société d'encouragement, ce que notre collègue M. Debray a retracé avec autant de talent que de cœur.

Nous voulons seulement essayer de retracer devant cette assemblée quelques traits de l'admirable Président des réunions générales de notre Société, auxquelles sa grande notoriété et la haute portée des discours qu'il avait l'habitude d'y prononcer donnaient un grand éclat.

La publication de ces discours serait d'un grand intérêt; de graves questions y sont traitées avec une hauteur d'esprit remarquable. C'est surtout de ses lumineuses indications sur l'œuvre qu'a à accomplir la Société d'encouragement que nous voulons nous occuper ici.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Auparavant nous rappellerons ce que la plupart d'entre vous ont admiré : l'aménité parfaite avec laquelle il distribuait les médailles, trouvant toujours la formule la plus élégante pour résumer les travaux d'un lauréat, et ayant toujours de bonnes paroles pour encourager les efforts des plus modestes travailleurs.

En relisant les discours que, jusque dans ces dernières années, il prononçait toujours dans nos assemblées annuelles, en dehors du rappel des travaux de la Société d'encouragement, de son histoire, des services rendus par elle, nous y remarquerons trois points de vue dominants :

1° *L'utilité de la science pour l'exercice d'une industrie.*

Personne n'était mieux placé que l'auteur du *Traité de chimie appliquée aux arts* (ouvrage qui a rendu de si grands services à l'industrie) pour montrer l'utilité de la science, afin de perfectionner la production industrielle et améliorer toute fabrication.

Non seulement dans l'ouvrage dont nous venons de parler M. Dumas avait passé en revue toutes les industries chimiques, mais encore nombre d'industriels avaient eu recours à ses lumières pour surmonter les difficultés qu'ils rencontraient.

Il a fait d'une manière charmante, dans une des dernières pages qu'il ait écrites, le récit d'un apologue qui fait bien comprendre l'extension de pouvoir que procure la science, et qu'il avait trouvé, croyons-nous, chez un philosophe chinois :

« Se promenant dans la campagne, il avait, disait-il, rencontré un individu pleurant près d'un puits, et l'ayant questionné sur la cause de son chagrin, celui-ci lui avait répondu : « Je ne puis parvenir à tirer de l'eau de ce « puits avec mon seau et ma corde; ce puits est trop profond ! — Mais non, « lui répondit le philosophe, le puits n'est pas trop profond, c'est la corde « qui est trop courte ! »

2° *L'alliance de la science et de l'industrie.*

Cette conception plus complète du problème de la production revient souvent dans les discours de M. Dumas, et l'on peut dire qu'il a été le principal vulgarisateur d'une idée juste, dont on apprécie moins la valeur aujourd'hui, précisément parce qu'elle est généralement adoptée.

Mais en 1832, alors qu'il fondait l'École centrale avec ses amis Ollivier et Peclet, et le concours de M. Lavallée, l'idée était neuve, et bien loin d'être généralement admise.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le succès de l'Ecole centrale, qui a fait de son enseignement le complément de l'éducation des fils de fabricants et de la plupart de ceux qui se destinent aux carrières industrielles, a été la justification d'une conception qui n'est plus discutée aujourd'hui, et dont l'illustre maître a prouvé la vérité, non seulement par le raisonnement, mais par une magnifique application.

Le troisième point de vue se rapporte à :

3° *L'importance de l'invention.*

Dans la séance du 6 avril 1864, à propos d'une campagne assez inconsidérée entreprise par un économiste, et complètement oubliée aujourd'hui, contre les brevets d'invention, il s'exprimait ainsi (et l'on sera charmé, pensons-nous, d'entendre la parole du maître) :

« Au premier rang des intérêts industriels à exciter, à soutenir ou à défendre, votre Conseil a constamment placé l'invention. Il existe aujourd'hui, il est vrai, une école historique et philosophique où, considérant l'humanité comme une armée en marche vers le progrès, mais une armée sans général, on regarde, au contraire, chaque inventeur comme l'expression un peu banale d'idées appartenant à tous, idées dont il se serait fait seulement l'interprète un peu plus tôt que le reste des humains, et qui sans lui n'en eussent pas moins germé, fleuri et fructifié... Cet inventeur, que vous connaissez si bien, dévoré par la pensée qui l'obsède, à laquelle il voue toutes ses forces, sa fortune, sa santé, sa vie, et les intérêts plus chers encore de tous les siens, ne serait, à en croire ces nouvelles doctrines, qu'un organisme obéissant à l'évolution générale de l'espèce, et produisant une invention en vertu des mêmes fatalités auxquelles obéit l'abeille qui sécrète sa cire ou son miel ; ce qu'il a fait, tout autre aurait pu l'accomplir...

« Pour cette école, Homère, Phidias, Raphaël, Newton, Lavoisier, qui ont porté si haut le niveau de la puissance créatrice de l'homme, ne seraient que des chiffres. Leur génie serait celui de l'époque où ils ont vécu ; au besoin, ils eussent été remplacés par d'autres chiffres chargés de produire leurs poëmes divins, leurs pages immortelles, ou leurs calculs sublimes !..... Croyez-le bien, c'est en vain que nous réunirions tous les peintres du monde, ils ne produiraient pas un Raphaël ; ou tous les sculpteurs, ils ne feraient pas sortir du marbre la Vénus de Milo ; et, de même, n'en doutez pas, il y a telle invention dans les sciences industrielles dont on a le droit de dire que celui qui l'a faite était seul capable de la produire. »

Poursuivant son discours, il raconte d'une manière saisissante les essais

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de Daguerre faisant la découverte du daguerréotype, de Daguerre que sa famille croyait fou lorsqu'elle le voyait abandonner toutes ses affaires, se cacher pour employer une foule d'ingrédients achetés de tous côtés, travaillant dans un réduit fermé à tous, et comment ce n'est qu'après quinze années d'inquiétudes et de privations, qu'au lieu de la folie il a rencontré la célébrité !

Et il terminait par ces paroles : « Ah ! ne marchandons pas les inventions ! Soyons bienveillants et secourables aux inventeurs ! Gardons-nous de tuer la poule aux œufs d'or ! Tous n'arrivent pas au but comme Daguerre ; beaucoup meurent avant l'heure du triomphe ; d'autres s'égarent en route. L'invention est une lutte, et, de même qu'au lendemain d'une bataille, les morts sont honorés et les blessés recueillis avec sollicitude, glorifions les inventeurs qui réussissent, couvrons d'un indulgent respect les fautes de ceux qui échouent, et adoucissons les derniers ans de ces blessés, de ces invalides de la science industrielle qui n'auront connu que les douleurs du combat, et qui auront toujours ignoré les joies de la victoire. »

Il me semble, messieurs, que le programme des travaux de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, que la direction qu'elle doit donner à ses efforts n'ont jamais été plus éloquemment et plus nettement formulés que dans ce discours de M. Dumas.

Quand on réfléchit aux résultats obtenus par les grands inventeurs, quand on voit les richesses de l'Angleterre et du monde entier dues au génie d'Arkwright, de Watt, de Cort, de Jacquart, de Le Blanc, de Stéphenson et de tant d'autres ; quand on calcule que le travail des machines à vapeur de l'Angleterre équivaut à celui de 77 millions d'ouvriers, d'après l'évaluation de Fairbairn, et s'élève peut-être à celui de 200 millions pour l'ensemble des grandes nations industrielles, travail créant à bon marché les produits les plus variés grâce à une multitude d'ingénieuses machines, il faut bien conclure qu'il n'est pas d'œuvre plus grande, plus utile que celle d'aider à l'éclosion d'inventions qui font naître tant de richesses, de developper l'esprit d'invention qui, s'appliquant à toutes les sphères d'activité, est, dans son développement, l'élément de supériorité de toute industrie.

Il faut affirmer, aujourd'hui plus que jamais, l'utilité de l'invention, son efficacité pour produire le travail abondant, et, par suite, bien rémunéré ; pour assurer la prospérité de l'industrie, condition absolument nécessaire du bien-être général.

Il est inutile, après les paroles du maître, de rien ajouter de plus pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faire apprécier combien elles formulent nettement le programme des travaux de la Société, comme elles nous tracent la voie que nous devons suivre pour remplir la mission dont nous sommes chargés.

C'est le plus bel hommage que nous puissions rendre à la mémoire de notre vénéré Président, que de nous efforcer d'accomplir le mieux possible l'œuvre qu'il a si bien indiquée.

Je terminerai en disant un mot du concours bienveillant que M. Dumas avait apporté à une Société qui s'est développée, grâce à lui, sous le patronage de la Société d'encouragement, sous le nom de « Société de protection des apprentis. »

Dans un discours qu'il prononçait en 1882, comme président de cette Société, il s'exprimait ainsi :

« Franklin, l'inventeur du paratonnerre, avait débuté par l'apprentissage, comme Stéphenson, l'illustre créateur des chemins de fer; Faraday, dont les travaux ont ouvert à l'électricité moderne tous ses grands horizons, était aussi dans son enfance un humble apprenti. Si j'ajoute que j'ai commencé moi-même ma carrière par l'apprentissage, il y a longtemps de cela, ce n'est pas que j'ose associer mon nom à ces noms vénérés; mais pour vous dire, qu'après avoir touché à toutes les situations, connu toutes les satisfactions, et même, puis-je dire, tous les honneurs ; lorsqu'au terme de mes jours, je recueille mes souvenirs, ce n'est pas sur mes années d'apprentissage que ma pensée s'arrête avec le moins de plaisir, de douceur et de regret. »

Je ne sais, messieurs, si je me fais illusion, mais il me semble qu'il y a dans ces simples paroles, adressées à des enfants pauvres par un vieillard parvenu à toutes les dignités, une grandeur morale qui fait bien comprendre le caractère de notre regretté Président, qui est digne d'être mise en parallèle avec la célébrité justement acquise par tant de découvertes, et qui complète la profonde impression que fait éprouver l'étude d'une existence si bien remplie.

ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ.

RAPPORT DE M. BORDET, MEMBRE DE LA COMMISSION DES FONDS, SUR LES COMPTES DE L'EXERCICE 1883.

Messieurs, j'ai l'honneur, au nom de la Commission des fonds, de soumettre à votre approbation les comptes de l'année 1883.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Notre comptabilité s'applique, comme vous le savez, à trois catégories de ressources :

1° Les fonds généraux dont la Société dispose pour son fonctionnement ordinaire ;

2° Les fonds d'accroissement, c'est-à-dire les réserves destinées à continuer, au profit de l'avenir, l'œuvre de Mme la comtesse Jollivet ;

3° Les fondations auxquelles la Société assure la destination prescrite par les donataires.

1re PARTIE.

FONDS GÉNÉRAUX.

Les recettes de l'année ont été de 98 671 fr. 14, savoir :

	fr. c
1° Cotisations arriérées de 1882.	72 »
2° — échues de 1883.	27 768 »
3° Location des salles de l'hôtel à diverses Sociétés savantes. . .	4 560 »
4° Vente d'exemplaires du *Bulletin*.	491,37
5° Intérêts des sommes déposées au Crédit foncier.	89,77
6° Arrérages des rentes sur l'État appartenant à la Société.	65 090 »
7° Divers.	600 »
Total des recettes.	98 671,14

Les dépenses se décomposent comme il suit :

	fr. c.
1° Excédent de dépenses reporté de 1882.	7 904,52
2° *Bulletin* tiré à 1 200 exemplaires ; frais de rédaction, d'impression et d'expédition.	18 792,54
3° Impressions diverses, procès-verbaux, circulaires.	2 958,90
4° Bibliothèque, reliures et publications acquises.	793,40
5° Agence et économat, traitement des employés et agents.	18 158,97
6° Jetons de présence de l'année.	3 911 »
7° Hôtel de la Société, réparations, acquisition et entretien de mobilier, impositions, assurances, éclairage et chauffage.	11 579,46
8° Récompenses et encouragements, prix, médailles.	4 236,32
9° Expériences par les comités, frais de déplacement.	298,55
10° Subventions à des Écoles, ou à diverses œuvres de patronage.	100 »
11° Pension attribuée par le Conseil à la veuve de M. Maurice, ancien rédacteur du *Bulletin*.	1 500 »
A reporter.	70 233,66

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Report.	70 233,66
12° Conférences, honoraires, impressions, frais divers.	4 052,75
13° Grand prix de la Société, annuité prélevée sur les fonds généraux.	1 800 »
14° Fondation Jollivet, intérêts de la somme de 100 000 francs, réservés pour 1882 et 1883.	7 503 »
Total des dépenses.	83 589,41
L'excédent des recettes sur les dépenses est donc de. . .	15 081,73
Total égal à celui des recettes.	98 671,14

Malgré les espérances qui vous avaient été données l'année dernière, la Société n'a pu encore être mise en possession de la somme de 50 000 francs léguée par Henri Giffard, les formalités administratives exigeant plus de temps qu'on ne l'avait prévu ; c'est un élément important qui viendra ultérieurement s'ajouter aux fonds généraux de la Société.

2e PARTIE.

FONDS D'ACCROISSEMENT.

Fondation Jollivet.

L'assemblée générale du 22 décembre 1882 a décidé qu'une somme de 100 000 francs serait mise en réserve avec ses intérêts pour continuer pendant cinquante ans la fondation du comte et de la comtesse Jollivet.

Cette décision n'a pu encore être exécutée complètement, parce que la Société n'avait pas 100 000 francs immédiatement disponibles, mais le fonctionnement de la fondation a néanmoins été assuré, par le prélèvement fait sur les revenus de 1883 des annuités qu'on aurait obtenues si, le jour même où la décision a été prise, on avait consacré 100 000 francs à l'acquisition de rente 3 pour 100.

Grâce à cette opération, la fondation possédait, au 31 décembre 1883, un titre de rente de 288 francs et une somme disponible de 72 francs.

Pour satisfaire entièrement au vœu de l'assemblée générale, M. le Trésorier prélèvera, chaque année, sur les excédents de recettes, les sommes nécessaires pour constituer aussi promptement que possible le capital de 100 000 francs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3e PARTIE.

FONDATIONS ET DONS SPÉCIAUX.

Nous avons à vous rendre compte dans cette dernière partie de la situation de seize fondations spéciales.

1° Prix fondé par M. le marquis d'Argenteuil.

Cette fondation consiste en une rente annuelle de 1 647 francs dont les arrérages, déposés successivement 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 à l'auteur de la découverte la plus importante, dans le cours de cette période, pour le développement de l'industrie nationale,

Ce prix sera distribué en 1886.

La réserve placée à la Caisse des consignations s'élevait, au 31 décembre 1883, à 19 606 francs.

2° Legs de M. Bapst.

Grâce à ce legs et aux placements successifs qui ont été opérés, la Société possède deux titres de rentes, dont l'un de 2 160 francs destiné à donner des secours aux inventeurs malheureux, et l'autre de 2 094 francs destiné à faciliter des découvertes.

Il a été distribué en 1883, sur la 1re partie, huit secours divers s'élevant ensemble à la somme de 2 000 fr. 60, et sur la 2e partie, trois secours s'élevant à 1 300 francs. Les soldes disponibles sont respectivement de 79 fr. 35 et 883 fr. 85.

3° Fondation de MM. Paul Christofle et Bouilhet pour la délivrance de premières annuités de brevets.

Cette fondation, commencée 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 immédiatement au paiement de premières annuités de brevets, et dont l'autre moitié est capitalisée jusqu'à ce qu'elle produise une rente de 500 francs, dont les arrérages sont employés au paiement d'autres annuités.

Pendant l'année, on a employé 200 francs pour deux annuités de brevets ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

diverses sommes disponibles ont été capitalisées ; au 31 décembre, les rentes s'élevaient à 977 francs, et le solde en caisse à 206 fr. 15.

4° Fondation de madame la princesse Galitzin.

Elle a été constituée à l'aide d'une somme de 2 000 francs, donnée par M^me^ Galitzin pour la délivrance d'un prix déterminé par les suffrages du comité des arts écononiques. Cette somme a permis d'acheter successivement onze obligations du chemin de fer de l'Est, dont le revenu annuel est de 160 fr. 10. Au 31 décembre 1883, le solde disponible était de 84 fr. 66.

5° Fondation Carré.

Instituée dans le même but que la précédente, par le versement d'une somme de 1 000 francs, cette fondation possédait au 31 décembre quatre obligations du chemin de fer de l'Est, produisant un revenu de 58 fr. 20 et un solde disponible de 257 fr. 18.

6° Fondation Fauler. (Industrie des cuirs.)

Destinée à donner des secours aux ouvriers ou contremaîtres malheureux de l'industrie des cuirs ayant rendu des services appréciés, elle possédait au 31 décembre trente-trois obligations de chemins de fer, avec un revenu annuel de 480 fr. 10, mais elle devait 96 fr. 59 aux fonds généraux de la Société.

7° Fondation Legrand. (Industrie de la savonnerie.)

Destinée à donner des secours aux ouvriers ou contremaîtres malheureux de l'industrie de la savonnerie ayant rendu des services appréciés.

Il a été accordé pendant l'année un secours de 100 francs.

La fondation possédait au 31 décembre quarante-sept obligations de chemins de fer, rapportant 683 fr. 87, et un solde en caisse de 195 fr. 31.

8° Fondation Christofle et Bouilhet. (En faveur des artistes industriels malheureux.)

La pension de 300 francs allouée à M. Riester, artiste graveur, a été payée comme les années précédentes. Les ressources de la fondation se composent d'un revenu de 373 fr. 47 en obligations de chemins de fer, et d'un solde disponible de 416 fr. 17.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

9° Fondation de Milly. (Industrie de la stéarine.)

Destinée à secourir des ouvriers et contremaîtres malheureux ou blessés dans l'exercice de leurs fonctions.

Elle possédait au 31 décembre trente obligations du chemin de fer de l'Est, rapportant 436 fr. 50, et une somme disponible de 46 fr. 62.

10° Fondation de Baccarat. (Industrie de la cristallerie.)

Destinée à secourir les ouvriers et contremaîtres malheureux de la cristallerie.

Les ressources au 31 décembre se composaient d'un revenu de 87 fr. 31 en obligations de chemins de fer, et d'une somme de 203 fr. 33.

11° Fondation Ménier. (Industrie des arts chimiques.)

Elle possède huit obligations rapportant 135 fr. 80, et une somme disponible de 137 fr. 80.

12° 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 avec les intérêts un prix de 12 000 francs à délivrer tous les six ans en faveur d'une découverte ou d'une application importante dans le cours de cette période. Ce prix doit alterner avec celui du prix d'Argenteuil ; il a été décerné l'année dernière à M. Faucon, et sera décerné en 1889.

Le capital disponible au 31 décembre s'élevait à 12,935 francs.

13° Fondation Gustave Roy. (Industrie cotonnière.)

Destinée à décerner tous les six ans un prix de 4 000 francs à l'auteur d'un progrès important ou d'une découverte utile à l'industrie cotonnière.

Un encouragement de 2 000 francs a été accordé à M. Imbs.

Les ressources au 31 décembre consistent en quarante-deux obligations, rapportant 611 fr. 10, et en une somme disponible de 8,711 fr. 55.

14° Fondation Elphège Baude. (Industrie du matériel des constructions.)

Destinée à décerner tous les cinq ans un prix de 500 francs en faveur d'un progrès important dans le matériel des constructions du génie civil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Elle possède en obligations un revenn de 160 fr. 10, et une somme en caisse de 318 fr. 98.

15° Fondation Fourcade. (Industrie des produits chimiques.)

Instituée par les exposants de la classe des produits chimiques en 1878 à l'effet de décerner chaque année, à partir d'octobre 1883, un prix de 800 francs en faveur de l'un des ouvriers d'entre eux qui comptera le plus grand nombre d'années consécutives de bons services dans le même établissement, et qui aura été jugé le plus digne par la commission de la Société d'encouragement, d'après les documents fournis à cet effet.

Ce prix a été décerné pour la première fois l'année dernière.

Les ressources consistent en un titre de rente de 759 francs, et une somme en caisse de 397 fr. 05.

16° Fondation de M. le général comte d'Aboville.

Destinée à donner un témoignage d'encouragement à trois manufacturiers différents qui, pendant une période de temps déterminée, auront employé à leur service des ouvriers estropiés, amputés ou aveugles, et les auront ainsi soustraits à la mendicité.

Ces prix, formés par le capital divisé en trois parties, seront distribués en trois fois avec les intérêts échus à chaque période ; la première en 1885, les deux autres en 1887 et 1889.

Le capital de 10,000 francs versé par les héritiers du comte d'Aboville a été converti en vingt-sept obligations du chemin de fer de l'Est. En outre, la somme disponible au 31 décembre s'élève à 549 fr. 60.

Tous les comptes dont nous venons de vous entretenir sont tenus avec la plus grande régularité, et appuyés de pièces justificatives complètes. M. le Trésorier apporte dans la gestion des intérêts qui lui sont confiés un soin et un dévouement qui méritent toute notre reconnaissance, et nous espérons que vous voudrez bien vous joindre à nous pour lui adresser les remercîments de la Société.

En outre, messieurs, et pour terminer, nous vous proposons d'approuver les comptes de 1883 tels qu'ils vous ont été présentés.

Le Rapporteur : LUCIEN BORDET.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT DE M. LE GÉNÉRAL MENGIN-LECREULX, AU NOM DES CENSEURS, SUR LES COMPTES DE 1883.

Messieurs, il résulte du Rapport dont vous venez d'entendre la lecture, que les comptes qui vous sont présentés pour l'exercice 1883 sont parfaitement réguliers, et nous ne pouvons que vous en proposer l'approbation.

Les dépenses se sont élevées, sur les fonds généraux, à environ 83 000 fr., et les recettes à 98 000. L'excédent des recettes doit concourir à former le nouveau fonds d'accroissement que vous avez prescrit d'établir, par votre décision du 22 décembre 1882 ; nous espérons que ce fonds pourra être prochainement constitué.

Nous nous associons pleinement aux éloges que votre honorable rapporteur propose d'accorder à notre trésorier, qui accomplit avec tant de zèle et de désintéressement ses importantes fonctions.

Nous vous proposons, en outre, d'adresser des remercîments à notre agence administrative, pour le zèle qu'elle apporte à son service.

Nous lui demandons toutefois qu'elle fasse désormais précéder par un projet de budget les dépenses de chaque exercice. Cette mesure, motivée par la récente augmentation de nos ressources, rendrait sa gestion encore plus régulière ; aussi est-elle réclamée par la *Commission des fonds*.

Les projets de budget, après avoir été examinés et visés par cette Commission, seraient soumis à l'assemblée générale.

En comparant les comptes de 1883 avec ceux des années précédentes, nous avons remarqué que le nombre des abonnés à notre *Bulletin*, ainsi que celui de nos sociétaires, est complètement stationnaire : peut-être cela provient-il de ce que notre Société n'est pas assez connue. Il conviendrait alors (à cette époque où la publicité a pris une si grande extension) de mieux faire connaître au public l'existence et l'importance de notre patriotique Société ; par exemple, au moyen d'articles insérés de temps à autre dans les journaux quotidiens ; peut-être aussi y aurait-il lieu d'augmenter encore l'intérêt de nos *Bulletins* mensuels, en y insérant quelques extraits des publications étrangères les plus intéressantes.

En résumé, nous avons l'honneur de proposer à l'assemblée :

1° De voter des remercîments, pour leur utile coopération, à notre trésorier et à notre agence administrative, en les invitant à faire précéder désormais d'un projet de budget les dépenses de chaque exercice.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° D'approuver les comptes de l'exercice 1883, tels qu'ils vous sont présentés.

Signé : Général MENGIN-LECREULX, *censeur.*

Approuvé en séance, le 26 *décembre* 1884.

GRANDE MÉDAILLE DES ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *de* M. HENRI TRESCA, *sur le* SERVO-MOTEUR *de* M. JOSEPH FARCOT.

Depuis le commencement du XIX^e^ siècle, la machine à vapeur est devenue le moteur presque universel de nos usines. Elle actionne en général des arbres de transmission auxquels elle emprunte, toutes les fois qu'il en est besoin, les différentes quantités de travail nécessaires au fonctionnement des différentes machines opératoires chargées d'effectuer, sous une forme appropriée, les différentes opérations à effectuer.

Tout est dans l'inaction tant que l'arbre principal ne tourne pas, mais aussitôt qu'il est amené à son état de régime, les emprunts de travail dont nous venons de parler se font de tous côtés sans que le mouvement général en soit sensiblement affecté, et cessent de même, à volonté, dans les différentes parties de l'usine. Dans ces conditions, la mise en train et l'arrêt du moteur principal exigent, par suite des inerties, certains délais inévitables, et l'on ne pourrait approprier le moteur principal à effectuer isolément des mouvements limités, précis et intermittents, qui exigeraient l'utilisation, à un instant donné, de la plus grande partie ou de la totalité de la puissance mécanique.

Ce but n'a pu être atteint que pour une combinaison d'organes intermédiaires dont l'ensemble constitue aujourd'hui l'appareil auquel M. Joseph Farcot, son inventeur, a donné le nom, un peu bizarre peut-être, mais très caractéristique, de moteur asservi ou de *servo-moteur.*

Cet appareil intermédiaire, dont l'organe principal est un petit piston à vapeur que nous n'avons pas à décrire ici, comportera un indicateur que la main du conducteur conduira sans effort dans toute direction utile, et la machine motrice obéira strictement à ses indications en déterminant aussitôt les mêmes changements de direction et de vitesse sur l'organe correspondant d'une ma-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chine opératoire, quelle que soit la grandeur de la résistance à vaincre par elle ou la longueur du parcours à développer.

Le servo-moteur a doté ainsi la machine à vapeur d'un nouveau domaine, et son principe a déjà fait l'objet de hautes récompenses, parmi lesquelles nous nous bornerons à citer le prix Plumey, fondé pour le perfectionnement de la marine à vapeur, qui lui a été accordé par l'Académie des sciences en 1874.

Il appartenait à la Société d'encouragement d'apprécier cette importante découverte dans les applications. La puissance des bâtiments de la flotte s'en est accrue; la précision de leur mode de fonctionnement en a reçu les plus étonnants perfectionnements; la manœuvre des pièces d'artillerie les plus formidables est devenue légère et facile, et ces succès ne sauraient être mieux démontrés que par l'énumération des principales installations effectuées.

Tout d'abord on s'est rendu compte de l'exactitude géométrique des évolutions des grands bâtiments de mer à laquelle on pouvait prétendre, lorsque le timonier, sans se fatiguer, n'avait plus qu'à effectuer, pour ainsi dire, le simulacre des déplacements à imprimer successivement au gouvernail. Aussi cette application est-elle devenue la plus fréquente, et déjà cinquante et un de nos grands vaisseaux de guerre se trouvent munis d'un servo-moteur de gouvernail, au moyen duquel les évolutions s'effectuent avec une précision jusqu'alors inconnue.

Le Vengeur est le seul cuirassé auquel un appareil analogue ait été adopté pour la mise en train de la machine; mais on compte jusqu'à quinze navires pour lesquels le servo-moteur est employé aux machines de pompage de l'eau nécessaire à la manœuvre de l'artillerie. *La Tempête*, *le Fulminant*, *le Vengeur* emploient le servo-moteur à la manœuvre de leurs tours armées au moyen de machines hydrauliques à rotation continue; *le Furieux*, *le Tonnant*, *le Duperré*, *le Caïman*, *le Terrible*, *l'Indomptable*, *le Requin*, sont disposés de manière que les manœuvres des plates-formes, qui portent leurs pièces de 50 et 80 tonneaux, soient effectuées par des palans asservis. Enfin la cuirassé *la Dévastation*, avec son canon de 50 tonnes, présente une application du servo-moteur sur affût de batterie à châssis, avec pointages conjugués par asservissement.

On ne saurait trouver nulle part ailleurs une œuvre de mécanique aussi remarquable, exécutée en si peu de temps et d'une portée aussi considérable.

Quant aux travaux analogues pour la marine marchande, ils ont été exécutés, en grand nombre, par suite d'une entente spéciale, par la maison Strap-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fer de Duclos et comp., de Marseille, et ils répondent déjà à des opérations très variées.

Si nous rappelons que l'on doit à de Prony les moyens encore en usage aujourd'hui pour apprécier la puissance des machines, on comprendra toute la satisfaction que la Société d'encouragement éprouve, en plaçant sous le patronage de la mémoire de ce savant illustre le grand prix de mécanique qu'elle décerne à M. Joseph Farcot pour les applications de son servo-moteur.

Signé : H. Tresca, *rapporteur.*

PRIX FOURCADE

Pour les ouvriers des fabriques de produits chimiques.

Rapport *de* M. Fourcade *sur le* prix fondé par les exposants de la classe 47 a l'exposition universelle de 1878.

(Prix de 800 francs.)

Messieurs, vous savez qu'à la suite de l'Exposition de 1878, la classe des produits chimiques français, en souvenir des succès qu'elle y avait obtenus, a versé à la Société d'encouragement, par les soins du soussigné, une somme suffisante pour produire chaque année une rente de 800 francs destinée à être remise, à titre de récompense, à l'ouvrier en produits chimiques ayant le plus grand nombre d'années consécutives de service dans la même maison.

Il a été stipulé :

1° Que les candidats devront être proposés par les patrons au président de la Société d'encouragement, et que cette Société fera chaque année son choix d'après les documents envoyés.

2° Qu'aussi longtemps qu'il existera en activité des maisons ayant exposé, en 1878, dans la classe des produits chimiques français, ce sera à l'ouvrier signalé par celles-ci que la prime appartiendra de droit, quand bien même il se trouverait un plus ancien encore, mais qui émanerait d'une maison n'ayant point participé à ladite classe d'après le catalogue officiel.

3° Qu'aucun ouvrier ne pourra être primé plus d'une fois.

4° Qu'outre la somme de 800 francs, la Société d'encouragement délivrera à l'ouvrier primé un diplôme d'honneur qui constatera tout à la fois la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fidélité prolongée de l'ouvrier, et le nom de la maison qui aura su se l'attacher aussi longtemps.

Du relevé des propositions fournies, il résulte que le prix de 800 francs, pour l'année 1884, doit être attribué au sieur *Genreau* (Claude), ouvrier depuis 1834 dans la fabrique de couleurs et vernis de M. A. Lefranc, 64, rue de Turenne, à Paris, c'est-à-dire depuis cinquante années consécutives.

La maison Lefranc, ayant participé à l'Exposition universelle de 1878, se trouve dans les conditions du programme.

L'âge, le lieu de naissance, l'état civil et l'exactitude des années de service du sieur Genreau font l'objet de certificats dûment réguliers, qui resteront déposés dans les archives de la Société d'encouragement, en justification du présent prix.

Signé : FOURCADE, *rapporteur.*

PRIX DES ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *de* M. PIHET *sur le* CONCOURS POUR LA MACHINE A TAILLER LES FRAISES EMPLOYÉE DANS LE FAÇONNAGE DES MÉTAUX.

(Prix de 2 000 francs.)

Parmi les machines qui nous ont été présentées, nous avons remarqué comme les plus parfaites par leurs combinaisons ingénieuses et leur bonne construction celle de M. Bonnaz, habile mécanicien à Paris, connu depuis longtemps par sa remarquable invention du couso-brodeur, et celle de M. Saget, contremaître du fraisage aux ateliers de l'artillerie à Puteaux.

La machine de M. Bonnaz, que nous mettons au premier rang, présente trois facultés bien caractérisées :

1° Possibilité d'employer un guide ou gabarit de la forme exacte, mais amplifiée de la fraise que l'on veut tailler;

2° Facilité de varier, dans la limite du quart au dixième, le rapport entre ce guide et la fraise à obtenir, de telle sorte qu'avec ce même guide on peut créer une série de fraises de même figure, mais de dimensions très diverses;

3° Possibilité d'engendrer, sans déformer le gabarit, les deux contours formant le sommet et le fond des dents de la fraise, en inclinant plus ou moins le guide. Cette faculté est surtout précieuse dans la confection des fraises dites de forme.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La seconde machine, celle de M. Saget, est conçue dans un tout autre esprit, tout en remplissant bien les conditions nécessaires; c'est, à proprement dire, une forte machine à fraiser, applicable en dehors du taillage des fraises à des opérations très diverses. Son caractère principal consiste :

1° Dans la faculté de pouvoir incliner l'outil non seulement de gauche à droite comme on le voit souvent, mais encore d'avant en arrière ;

2° Dans l'emploi d'un guide amplifié seulement dans un sens, celui des génératrices de la fraise, tandis que dans le sens du rayon la mesure ne change pas.

Cette disposition permet de faire suivre à des organes de machines très robustes des contours très délicats et très saillants.

Chacun de ces inventeurs a considéré le problème à résoudre à son point vue particulier. L'un s'est préoccupé des travaux délicats qui lui sont familiers ; l'autre a considéré la nécessité de faire face aux besoins de la grande construction.

Tous deux sont arrivés à des résultats nouveaux et satisfaisants, et leurs inventions répondent bien aux divers besoins de l'industrie.

Votre comité vous propose donc de partager votre prix entre M. Bonnaz et M. Saget.

Nous ne devons pas terminer cet exposé sans donner à un troisième concurrent, M. Huré, mécanicien à Paris, une citation très honorable. Il nous a présenté une machine qui, sans avoir les recherches et les qualités des précédentes, est bien conçue, très pratique, et répond à la plupart des besoins.

Elle est d'une construction plus économique que celle de ses concurrents, et se répand déjà dans les ateliers.

Signé : A. E. Pihet, *rapporteur*.

PRIX DES ARTS CHIMIQUES

RAPPORT *de* M. AD. CARNOT *sur le* CONCOURS POUR LA DÉCOUVERTE D'UN NOUVEL ALLIAGE UTILE AUX ARTS.

(Prix de 1000 francs).

M. Pierre Manhès, dont le nom est bien connu des métallurgistes par la très importante invention du traitement des minerais de cuivre au conver-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tisseur, a soumis au jugement de la Société divers documents relatifs à la découverte qu'il a faite d'un alliage de cuivre et de manganèse destiné à améliorer la qualité du cuivre du commerce.

Ce cuivre, en effet, contient toujours une certaine proportion d'oxydule qui est irrégulièrement disséminé dans sa masse, et qui fait perdre au métal une partie de sa ténacité, en même temps que son homogénéité.

Le nouvel alliage préparé par M. Manhès, et qui renferme 75 pour 100 de cuivre et 25 pour 100 de manganèse, introduit en petite quantité dans le bain de métal en fusion et brassé avec lui, immédiatement avant la coulée, s'empare de l'oxygène pour former des scories manganésées qu'on enlève aisément.

L'opération est peu coûteuse et elle a l'avantage de donner un métal désoxydé, plus de résistance, de ténacité, de malléabilité que n'en possède ordinairement le cuivre.

Plusieurs de ses principaux alliages, tels que le bronze et le laiton, acquièrent aussi des qualités supérieures par suite de cette épuration du métal.

Enfin on a constaté, par une série d'expériences, que le cuivre employé au doublage des navires s'altère beaucoup plus lentement à la mer, s'il a été désoxydé par le cupro-manganèse.

On peut donc dire que le cupro-manganèse de M. Manhès doit rendre à l'industrie de réels services.

Le comité des arts chimiques et le Conseil de la Société ont jugé qu'il y avait lieu d'accorder le prix du concours à M. Manhès.

Signé : Ad. CARNOT, *rapporteur.*

PRIX D'AGRICULTURE

RAPPORT *de* M. RISLER *sur le* CONCOURS POUR LA MEILLEURE ÉTUDE SUR L'AGRICULTURE ET L'ÉCONOMIE RURALE D'UNE PROVINCE OU D'UN DÉPARTEMENT.

(Prix de 2 000 francs.)

Messieurs, le concours que vous avez ouvert pour la meilleure étude sur l'agriculture d'un département ou d'une région de la France a donné d'ex-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cellents résultats. Nous avons reçu onze Mémoires, dont la plupart ont quelque intérêt, et trois sont très remarquables, surtout :

L'*Essai sur l'histoire du département de Maine-et-Loire*, par M. Bouchard. Tout en décrivant l'agriculture du département, M. Bouchard compare sa situation avant 1840 et après 1880. En 1840, il avait 120 000 hectares de blé, qui rendaient en moyenne 12 hectolitres à l'hectare ; depuis 1880, il en a 170,000 qui donnent 17 hectolitres. C'est une augmentation de produit d'environ 25 millions par an.

En même temps la quantité de bêtes à cornes a passé

de 190 000 têtes en 1836
à 311 800 — 1883

La quantité a augmenté de 121 800 têtes, et la qualité s'est également beaucoup améliorée par suite du croisement de l'ancienne race Mancelle avec le Durham. M. Bouchard estime à 30 millions l'augmentation de valeur du bétail ; en supposant que les animaux se vendent à trois ans, c'est 10 millions par an.

Les vignes du val de la Loire et de l'arrondissement de Saumur se sont accrues de 30 472 hectares en 1835 à 35 862 hectares, et le prix de vente des vins a haussé.

La culture des pommes de terre et celle des légumes, dans les environs d'Angers, s'est aussi développée.

Les seules cultures qui ont diminué sont le seigle et le chanvre, qui conserve cependant encore 8 000 hectares dans les assolements si intensifs (chanvre, etc.) des alluvions de la Loire et de l'Authion.

Ainsi, en quarante ans, le produit annuel de l'agriculture de Maine-et-Loire s'est accru de 40 à 50 millions.

Ce résultat est d'autant plus intéressant que nous sommes aujourd'hui sous l'impression des plaintes que fait entendre l'agriculture de certains départements.

Il est dû à des causes diverses. D'abord aux chemins de fer qui, en nivelant les prix, ont augmenté ceux des départements éloignés des grands centres de consommation. Dans le département de Maine-et-Loire, ils ont non seulement ouvert des débouchés aux produits, mais ils ont facilité les moyens de production en amenant la chaux à bon marché dans les arrondissements de Segré et de Chollet, dont le sol en avait besoin.

Dans ces arrondissements, c'est la grande culture qui prédomine. Mais, au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lieu de vivre loin de leurs domaines, la plupart des propriétaires s'en occupent eux-mêmes et encouragent leurs métayers aux améliorations, ou exploitent eux-mêmes leurs terres et y donnent l'exemple du progrès. Parmi eux, on peut citer M. Jamet, qui a beaucoup contribué à la propagation de l'emploi de la chaux, M. de Falloux, qui est un des meilleurs éleveurs de Durham, etc.

Dans les environs d'Angers, dans la vallée de la Loire, etc., la petite propriété prend de plus en plus d'importance, et obtient des résultats magnifiques par la culture maraîchère, par celle de la vigne et des plantes industrielles.

Sur les 40 à 50 millions d'augmentation de produit brut que M. Bouchard a constatés, il estime que les propriétaires reçoivent environ 12 millions comme surplus de revenu (20 francs par hectare), les journaliers et domestiques 17 à 18 millions (200 francs de plus par an pour chacun), les fermiers et métayers 10 à 20 millions. Tous ont gagné, mais la part du travail a été plus grande que celle du capital.

Le revenu net des terres a augmenté de 47 à 96 pour 100, les salaires ou gages de 95 pour 100 en moyenne, de 125 pour 100 dans l'arrondissement de Baugé.

La nourriture s'est aussi beaucoup améliorée. Avant la Révolution et jusqu'après les guerres de la Vendée, le seigle et l'orge servaient à faire le pain de la ferme; aujourd'hui on mange partout du pain de froment.

Autrefois la viande de boucherie n'entrait sous le toit d'un fermier que lorsqu'il était malade. Le dimanche on mangeait du lard, les autres jours on se contentait de la soupe aux choux. Aujourd'hui on a de la viande tous les jours, sauf le vendredi, et ce n'est pas seulement du lard, souvent c'est du bœuf que l'on préfère au mouton.

Partout on boit du vin aux repas; de plus, malheureusement, la consommation de l'eau-de-vie a également augmenté; autrefois elle n'était que de 1 litre par an et par personne, aujourd'hui 3 litres. De plus, le goût du luxe pénètre dans les campagnes et entame l'épargne.

Il y a peu d'indigents dans la population rurale, les trois cinquièmes des ménages indigents du département se trouvent dans les centres industriels des arrondissements d'Angers et de Chollet.

Peut-être le tableau tracé par M. Bouchard s'est-il un peu assombri depuis un ou deux ans, par suite de la baisse du prix des céréales. Son étude n'en est pas moins pleine de mérite et digne du prix de 1 500 francs que le comité d'agriculture vous propose, à l'unanimité, de lui accorder.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Auguste Éloire, médecin vétérinaire à La Capelle, nous amène dans le département de l'Aisne, mais il nous décrit la partie la plus septentrionale de ce département, la Thiérache, qui contraste par sa prospérité avec le malaise dont se plaint tout le reste. D'où vient cette prospérité ? Il y a une trentaine d'années, c'était la région la plus pauvre du département. Ses terres froides et humides ne donnaient que de misérables récoltes de blé ; on les a transformées en herbages.

M. Auguste Éloire décrit avec détails les procédés que l'on emploie dans son pays pour la création de ces herbages, l'établissement des clôtures et des abreuvoirs, leur utilisation pour l'élevage des bêtes à cornes et la nourriture des vaches dont le lait sert à fabriquer les fromages de Marolles.

Il propose cet exemple à l'imitation des autres parties du département. Malheureusement dans les arrondissements de Saint-Quentin, de Laon, de Soissons et de Château-Thierry, il y a peu de terres qui se prêtent à la transformation en pâturages ou prairies, comme celles de l'arrondissement de Vervins.

Nous vous proposons d'accorder à M. Auguste Éloire un prix de 500 fr. pour son excellente étude sur l'agriculture de la Thiérache.

Signé : RISLER, *rapporteur.*

PRIX D'AGRICULTURE

RAPPORT *de* M. PRILLIEUX *sur le* CONCOURS RELATIF A UNE ÉTUDE DE L'OEUF D'HIVER DU PHYLLOXERA.

(Prix de 3 000 francs.)

Depuis le jour où M. Planchon découvrit sur les racines de vignes malades, dans la vallée du Rhône, une sorte de petit puceron qu'il nomma Phylloxera vastatrix, d'éminents naturalistes ont poursuivi avec une patience et une sagacité que rien ne décourageait, de minutieuses recherches pour découvrir les mœurs et les conditions de la vie et de la reproduction de cet ennemi, presque invisible, qui dévastait les vignobles et portait la ruine dans les contrées jadis les plus prospères et les plus riches.

Au premier rang des savants à qui nous devons de connaître aujourd'hui presque complètement les évolutions physiologiques du phylloxera de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vigne, il faut nommer M. Balbiani, qui sut trouver le moyen de triompher de difficultés d'observation qui paraissaient insurmontables. On ne savait rien de l'évolution d'aucune espèce du genre phylloxera quand M. Balbiani eut l'idée d'entreprendre ses observations sur le phylloxera du chêne comme étude préliminaire du phylloxera de la vigne. Ces excellentes et très complètes observations guidèrent dans leurs recherches, sur le phylloxera de la vigne, de nombreux savants, qui découvrirent successivement les faits de la plus grande importance sur l'évolution et les mœurs du redoutable insecte. Parmi eux nous trouvons, dès les premiers jours, un observateur consciencieux et de grand mérite, qui loin de tout centre scientifique poursuivait l'étude du phylloxera en pleine campagne, au milieu des vignobles. M. Paul Boiteau, vétérinaire à Villegouge, dans la Gironde, étudiait sur les vignes les mœurs du phylloxera ailé, et reconnaissait le premier en quel lieu il déposait ses œufs. Depuis dix ans, M. Boiteau continue, avec un dévouement et une persévérance constante, ses études sur le phylloxera, et il vient aujourd'hui présenter au concours ouvert par la Société d'encouragement un Mémoire sur l'œuf d'hiver et les générations successives issues des œufs non fécondés du phylloxera.

Ce travail, bien que ne résolvant pas complètement les questions posées dans le programme, contient des faits et des observations d'un grand intérêt. On y trouve sur l'œuf d'hiver et sur le développement de l'œuf non fécondé des études détaillées et consciencieuses. Il est à regretter toutefois que les figures jointes au travail, quoiqu'elles présentent un caractère incontestable de sincérité, soient beaucoup trop imparfaites.

En ce qui touche l'évolution des phylloxeras non sexués, le Mémoire de M. Boiteau fournit des données d'une grande importance. On sait que la pondeuse, issue au printemps de l'œuf d'hiver fécondé, est plus prolifique que les pondeuses auxquelles elle donne naissance, et que les générations successives sont de moins en moins fécondes à mesure que l'on s'éloigne de celle qui est issue de l'œuf d'hiver. Les colonies provenant d'un œuf fécondé doivent-elles disparaître si elles ne sont pas régénérées par une fécondation? Au bout de combien de temps sont-elles entièrement épuisées et détruites?

Par l'éducation de générations successives issues d'œufs d'hiver, M. Boiteau a obtenu une reproduction continue d'individus agames pendant un plus long temps qu'on ne l'avait pu faire jusqu'ici sans épuisement manifeste. Malgré toutes ses précautions, jamais M. Balbiani n'est parvenu à voir la propagation des insectes maintenus isolés dans des tubes dépasser la troi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sième année. M. Boiteau annonce que chez les phylloxeras agames, dont il poursuit l'étude depuis trois ans, les individus se reproduisent encore avec une grande activité, et qu'à la treizième génération ils ne manifestent pas une dégénérescence qui puisse faire penser que leur pouvoir reproducteur sera bientôt éteint.

Si le fait que des phylloxeras non sexués sont encore très prolifères au bout de trois ans, sans que leur activité ait été régénérée par une fécondation, est solidement établi, il en résultera de très graves conséquences touchant l'efficacité de la destruction de l'œuf d'hiver.

Il y a pour la viticulture grand intérêt à ce que ces recherches soient poursuivies et reprises ; aussi votre comité d'agriculture, tout en trouvant que le Mémoire de M. Boiteau ne résout pas assez complètement les questions posées dans le programme pour que le prix puisse lui être accordé, est-il unanime à demander qu'une somme de 1 000 francs lui soit allouée à titre d'encouragement pour continuer ses recherches.

Signé : PRILLIEUX, *rapporteur*.

PRIX D'AGRICULTURE

RAPPORT *de* M. MÜNTZ *sur un* CONCOURS POUR RECONNAÎTRE LES FALSIFICATIONS DU BEURRE.

(Prix de 2 000 francs.)

Les nombreux procédés conseillés par divers concurrents pour découvrir la falsification du beurre ne reposent, en général, que sur des propriétés physiques qui, entre les mains de personnes ayant une grande habitude, peuvent faire soupçonner l'existence de la fraude, mais qui ne donnent aucune certitude, et qui même n'ont pas plus de valeur que la simple dégustation.

M. Piallat, chimiste à Sèvres, a étudié cette question avec plus de méthode, en essayant l'action, sur les beurres, d'un grand nombre de réactifs; il s'est attaché particulièrement à la recherche de la margarine, et il a trouvé que le beurre pur, mélangé d'hydrate cupro-ammonique, donnait une coloration bleu turquoise, tandis qu'avec le beurre additionné de margarine, la coloration est verdâtre. Il propose même d'employer ce procédé pour doser la margarine mélangée au beurre, en préparant des types de composition connue, auxquels on compare le beurre à essayer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le procédé de M. Piallat donne en effet quelques indications, et des beurres purs, traités par son réactif, prennent une coloration d'un bleu pur, tandis que l'addition de margarine détermine une coloration verdâtre, d'autant plus accentuée que celle-ci est plus abondante dans le beurre ; il y aurait donc là un moyen pour avoir un indice de cette addition.

Cependant ce procédé ne remplit pas les conditions du programme. Non seulement il se borne à donner un indice de la falsification, mais encore il perd sa sensibilité lorsque les beurres sont colorés artificiellement, ce qui est le cas le plus fréquent, ou lorsque le beurre n'est plus très frais.

Reconnaissant que dans ce procédé se trouvent les éléments pour établir un indice de la falsification du beurre par la margarine, et désirant engager M. Piallat à perfectionner sa méthode et à la rendre applicable dans tous les cas, votre comité d'agriculture a l'honneur de vous proposer d'accorder à M. Piallat, à titre d'encouragement, une somme de 300 francs sur le prix institué par la Société pour reconnaître la falsification des beurres.

Signé : MÜNTZ, *rapporteur.*

MÉDAILLES.

I. LISTE DES MÉDAILLES DÉCERNÉES PAR LA SOCIÉTÉ POUR DES INVENTIONS 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.
		Médaille d'or.	
	MM.	MM.	
1	BUXTORF (Emanuel).	SIMON.	Outillage de la bonneterie.
2	FENON.	REDIER.	Pendule astronomique.
3	GASTINE.	PRILLIEUX.	Pal pour l'injection du sulfure de carbone dans les vignes phylloxérées.
4	KESSLER.	TROOST.	Durcissement des pierres. — Ensemble de ses travaux.
5	LEGRAND frères.	ROSSIGNEUX.	Tissus et velours frappés.
6	PÂRIS (Rappel de médaille).	DUMAS.	Mosaïques artistiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

N°s D'ORDRE.	NOMS DES LAURÉATS.	NOMS DES RAPPORTEURS nommés par les comités.	INVENTIONS OU PERFECTIONNEMENTS qui ont motivé les médailles.
		Médailles de platine.	
	MM.	MM.	
1	BAZILIER.	SIMON.	Perfectionnements au bobinoir de la laine peignée.
2	CLÉMANDOT.	CARNOT.	Trempe de l'acier par compression.
3	COMTE (Ed.).	SIMON.	Perfectionnements apportés à la filature de la laine peignée.
		Médailles d'argent.	
	MM.	MM.	
1	ANQUETIN.	ROUSSELLE.	Lit pliant pour administrations.
2	AUREGGIO.	LAVALARD.	Ferrures à glace pour chevaux.
3	BAYLE.	BARDY.	Verres de lampe.
4	FUCHS (Edouard).	ROY.	Théorie des prix proportionnels de vente.
5	JANSEAUME.	Comte DUFRESNE.	Découpage du marbre.
		Médailles de bronze.	
	MM.	MM.	
1	BOULAIS.	PELIGOT (Henri).	Brosse pour nettoyer les bannetons.
2	CAILLETTE.	ROUSSELLE.	Garde-fou pour regard d'égout.
3	CHENEVIER.	ROSSIGNEUX.	Memento du constructeur.
4	DENY.	TRESCA.	Appareils dynamométriques.
5	DREVDAL.	LECŒUVRE.	Graisseur du système Mollerup.
6	JACQUET.	TRESCA.	Tige à suspension avec arrêt automatique.
7	PERAUX.	GOULIER.	Règle à calcul.

Les secrétaires du Conseil de la Société,

CH. DE LABOULAYE. E. PELIGOT,
Membre de l'Institut.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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.)

Médaille d'or.

1. OUTILLAGE *de la bonneterie*, par M. Em. Buxtorf, ingénieur mécanicien, à Troyes.

M. Em. Buxtorf a présenté à la Société d'encouragement un appareil de désembrayage instantané pour métiers circulaires de bonneterie. Les avantages de la disposition se trouvent indiqués dans un Rapport dont les conclusions ont été approuvées (Séance du 23 mai 1884). Ce perfectionnement ingénieux s'ajoute aux nombreuses et utiles inventions que M. Buxtorf a décrites dans trente-trois brevets distincts. Entre autres appareils successivement adoptés par l'industrie, nous citerons les machines à faire les bobines cylindro-coniques et les bobines bi-coniques, les métiers tubulaires à aiguilles concentriques pour tissus unis et pour tissus à côtes, le métier tubulaire dit *spiral-ballon*, qui *proportionne* les produits en accumulant méthodiquement et automatiquement sur certaines parties de la fonture, et pendant des périodes variables, un nombre de mailles également variable; les roues à dessins pour aiguilles self-acting, les métiers rectilignes à fontures opposées, dénommés *tricoteurs-omnibus*, parce que ces machines se prêtent à la confection de tous articles, les couseuses et remmailleuses à crochet rotatif, etc.

Si l'on ajoute que les jeunes gens et contremaîtres adressés à M. Emmanuel Buxtorf reçoivent gratuitement dans l'atelier du constructeur les instructions nécessaires au montage, à l'entretien, à la réparation de tous les systèmes de métiers à tricot et de machines applicables à l'industrie de la bonneterie, on reconnaîtra que cet ingénieur est de ceux qui méritent le plus de l'iudustrie française.

Aussi le Conseil de notre Société a-t-il saisi avec empressement l'occasion

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui lui est offerte de reconnaître par une médaille d'or l'ensemble des services industriels rendus par M. Emmanuel Buxtorf.

2. PENDULE ASTRONOMIQUE, par M. Fénon, au Raincy.

M. Fénon, en envoyant à la Société la pendule de l'observatoire de Marseille, a présenté le modèle le plus parfait de l'horlogerie de précision moderne.

Comme combinaison il y a réuni, indépendamment de tous les perfectionnements connus, des dispositions nouvelles qui lui font le plus grand honneur.

L'exécution de cette pendule est une merveille, et les variations de sa marche se mesurent, après six mois, par quelques centièmes de seconde.

Vous avez décidé que cette pendule serait décrite dans le *Bulletin* de la Société.

Le comité des arts mécaniques vous propose cette fois d'attribuer la médaille d'or à M. Fénon.

En publiant la description de cette pendule, la Société rendra un grand service aux horlogers.

En décernant la médaille d'or à M. Fénon, tous ses confrères seront heureux d'une distinction si bien méritée par l'un des plus habiles d'entre eux.

3. PAL *pour l'injection du sulfure de carbone dans les vignes phylloxérées*, par M. Gastine, à Marseille.

Quand on eut reconnu les propriétés insecticides du sulfure de carbone et que l'on songea à s'en servir pour détruire le phylloxera qui ruinait les vignobles, on rencontra dans la pratique de très grandes difficultés à l'employer pour tuer l'insecte sans nuire à la vigne. Pour y parvenir, il fallait déposer dans l'intérieur du sol, à une profondeur suffisante, le liquide vénéneux en quantité très exactement déterminée, et cela à l'aide d'un instrument facile à manier et peu coûteux. Cet instrument c'est M. Gastine qui l'a imaginé; grâce à lui, l'emploi du sulfure de carbone pour combattre le phylloxera s'est tellement répandu, qu'aujourd'hui on peut évaluer à environ 60000 hectares l'étendue des vignobles où l'on s'en sert avec succès pour détruire le redoutable parasite.

En permettant d'utiliser ainsi ce puissant insectide pour sauver les vignobles d'une ruine imminente, M. Gastine a rendu à la viticulture un très grand

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

service. La Société d'encouragement a voulu en témoigner toute l'importance en lui accordant une médaille d'or.

4. DURCISSEMENT DES PIERRES, par M. L. Kessler, à Clermont-Ferrand.

M. Kessler a résolu le problème du durcissement des pierres, déjà tenté par M. Kuhlmann, en remplaçant la dissolution de silicate de potasse par une dissolution de fluosilicate terreux ou métallique qui, introduite dans la pierre, n'y laisse que des composés absolument insolubles temps.

Ce procédé a permis de durcir les pierres tendres, de les lisser et de les polir de manière à leur donner l'aspect de marbres par la coloration qu'on peut leur communiquer en même temps.

L'intérêt que présente ce procédé et les applications utiles qu'on en a déjà faites ont engagé la Société à décerner une médaille d'or à M. Kessler.

5. IMPRESSIONS *en relief sur étoffes*, par MM. Legrand frères, à Paris.

MM. Legrand frères sont les inventeurs de procédés nouveaux ayant pour but de transformer en étoffes de grand luxe les étoffes unies blanches ou teintées de toutes matières textiles, par l'emploi simultané de la chaleur intense, du frappage et de la teinture avec une grande économie de main-d'œuvre. Le premier, et le plus important résultat, est que les étoffes n'ont seulement rien à redouter de la concurrence étrangère, mais encore qu'elles s'exportent au grand profit de leurs inventeurs et, par suite, de la France.

Au gaufrage primitif des velours d'Utrecht, MM. Legrand ont pu substituer des impressions en couleur dans le sens chimique du mot, avec réserve, enlevage, décoloration et substitution de couleurs. Les différentes et délicates opérations sont exécutées d'un seul coup, afin d'éviter les pertes de temps et les frais de main-d'œuvre. Après de longues et patientes recherches, ils sont parvenus à imiter sur les tissus veloutés, d'une manière frappante, les velours de Gênes, et ce produit nouveau a été immédiatement adopté dans le commerce sous le nom de velours florentin. En outre, le velours d'Amiens, ainsi transformé, a l'avantage de coûter dix fois moins cher que le velours de Gênes proprement dit.

MM. Legrand frères ont encore trouvé le moyen, en modifiant le procédé suranné du gaufrage et en le réunissant à leurs procédés d'impression et de teinture perfectionnés, de créer sur les velours d'Amiens de nouveaux effets

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

décoratifs d'un relief et d'une richesse de ton admirables, dont le bon marché défie toute concurrence. Ce tissu, pour ainsi dire sans précédent, est connu sous le nom significatif de velours de France.

Ces procédés sont encore appliqués, avec le plus grand succès, à la décoration des étoffes pour ameublement, robes, pantoufles, tapis de table, de selle, et surtout aux fonds de jeux de jacquet sur drap vert, aux flèches alternativement jaunes et noires, obtenues par des réactions chimiques, qui sont consommés en quantité considérable par la Belgique et la Hollande.

Enfin, au moment où la concurrence de l'Allemagne se fait sentir jusque sur les marchés français, les frères Legrand sont parvenus à rendre leurs redoutables concurrents tributaires de leurs procédés : les fabricants allemands de velours unis d'Eberfeld et de Crefeld sont venus les faire imprimer chez eux, sous la condition expresse que ces velours, ainsi transformés, ne seraient pas vendus en France, mais consommés dans leur pays d'origine.

On ne saurait trop encourager les efforts de MM. Legrand frères, qui, grâce à d'incessants labeurs, de grands sacrifices d'argent, une volonté ferme, sont parvenus à doter leur pays d'une industrie féconde, pour ainsi dire nouvelle.

C'est à ces titres que la Société d'encouragement pour l'industrie nationale décerne une médaille d'or à MM. Legrand fréres.

6. Mosaïque artistique, par M. Pâris, au Bourget (1).

A ses ateliers de cristallerie et d'émaillage sur tôle, fonte et lave qui lui ont déjà valu une médaille de platine et une médaille d'or de la Société d'encouragement, M. Pâris a joint depuis quelques années un atelier de mosaïques, d'où sont déjà sorties plusieurs œuvres considérables et remarquables.

Ces travaux, essentiellement nationaux, sont exécutés par des ouvriers français et avec des matériaux français. Le comité des constructions et des beaux-arts propose de rappeler, à cette occasion, la médaille d'or que M. Pâris a déjà obtenue.

---

(1) M. Pâris. Rappel de médaille d'or.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Médailles de platine.

1. PERFECTIONNEMENT *au bobinoir de la laine peignée*, par M. Bazilier, directeur de filature à Villers-Bretonneux (Somme).

Les perfectionnements apportés par M. Bazilier à la machine préparatoire pour laine peignée connue sous le nom de *bobinoir*, visent à la fois l'étirage, la friction et l'envidage des mèches. Accroissement de production, diminution de déchet, allègement de la machine, tels sont les principaux avantages d'une transformation qui remonte à près de trois années et dont le mérite se trouve confirmé par des chiffres de fabrication incontestables. Les résultats importants obtenus par M. Bazilier justifient la médaille de platine que la Société d'encouragement décerne à cet inventeur.

2. TREMPE *de l'acier par compression*, par M. Clémandot, ingénieur, à Paris.

M. Clémandot a imaginé de soumettre à l'action de la presse hydraulique l'acier préalablement chauffé au rouge-cerise et de le laisser refroidir sous pression.

Il a observé que, dans ces conditions, l'acier, surtout s'il est très carburé, prend une finesse de grain, une résistance à la rupture et une dureté bien plus grandes que celles qu'il possédait à l'état naturel et comparables à celles qu'il peut acquérir par la trempe.

Il a remarqué que les qualités ainsi obtenues résistaient bien au recuit, tandis que cette opération fait au contraire en grande partie disparaître les effets de la trempe ordinaire.

La compression offre un autre avantage : c'est d'éviter presque absolument la production des fentes intérieures que la trempe à l'eau froide détermine trop souvent dans les aciers durs et qui les mettent hors d'usage. Enfin le gauchissement des pièces, qui se produit toujours plus ou moins avec la trempe, peut aussi être évité par l'action de la presse hydraulique.

Il est vrai que la compression ne peut guère s'appliquer qu'à des pièces de faibles dimensions et de formes assez simples. Aussi ne doit-on pas songer à la substituer d'une façon générale à la trempe, mais seulement à l'employer dans un certain nombre de cas spéciaux.

La force coërcitive que la trempe développe dans les aciers, et qui les rend susceptibles d'aimantation persistante, se produit aussi par la compression faite suivant le procédé de M. Clémandot, et l'inventeur a trouvé là une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

source d'applications usuelles pour la fabrication des aimants, des pièces de téléphone, etc.

La découverte de M. Clémandot ouvre donc une nouvelle voie au travail de l'acier et de nouveaux points de vue à l'étude de la trempe. Il sera, par exemple, fort intéressant de rechercher comment se combinent les deux effets de réfrigération et de rapprochement des molécules pendant la compression, et de savoir si, en évitant un refroidissement rapide, on ne pourrait pas modifier utilement les qualités du métal, sans lui donner les propriétés de l'acier trempé.

Sans attendre que les problèmes qui touchent à cette question soient complètement élucidés, et que les résultats des premières expériences aient pu être sanctionnés par la pratique industrielle, le Conseil de la Société d'encouragement croit devoir marquer à M. Clémandot l'intérêt qu'il attache à ses recherches en lui décernant une médaille de platine, récompense qu'il se réserve de compléter plus tard si l'invention porte les fruits que l'on est en droit d'espérer.

3. Perfectionnements *apportés à la filature de la laine peignée*, par M. Ed. Comte, filateur à Chantilly.

M. Édouard Comte adapte à l'outillage préparatoire de la laine peignée, notamment au bobinoir, des appareils dits *casse-mèches*, destinés à arrêter le métier dès qu'un accident se produit. Il existait depuis longtemps, dans les spécialités similaires, des appareils analogues, mais la disposition du bobinoir, le nombre des mèches simultanément travaillées, rendaient la solution particulièrement délicate.

M. Comte a surmonté une première difficulté en simplifiant la méthode ordinaire des doublages ; il a, de plus, construit un ingénieux appareil casse-mèche d'un fonctionnement très sûr. Ces perfectionnements se traduisent par une double économie de main-d'œuvre et de matière première.

Le Conseil de la Société d'encouragement reconnaît l'importance du problème et la valeur de la solution, en décernant à M. Comte une médaille de platine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Médailles d'argent.

1. Lit pliant de M. Anquetin, à Paris.

M. Anquetin est inventeur d'un lit pliant qui, lorsqu'il est relevé, occupe sur le plan horizontal une surface notablement moindre que les lits de même espèce ordinairement employés et qui offre, en outre, l'important avantage de pouvoir être garni de sommiers et matelas de bonne qualité et de former ainsi un coucher aussi confortable que celui des lits fixes. Le lit de M. Anquetin peut être disposé dans une armoire qui le dissimule parfaitement, et trouver par conséquent sa place dans un bureau, dans une caisse, dans un magasin.

A cet égard, le système de l'inventeur est de nature à faciliter la surveillance de nuit dans les locaux où elle est jugée nécessaire. M. Anquetin a, par des recherches patientes et ingénieuses et avec un esprit véritablement pratique, obtenu un résultat sérieusement utile. La Société d'encouragement lui accorde une médaille d'argent.

2. Études *sur les ferrures à glace*, par M. Aureggio, vétérinaire en premier au 4e régiment de cuirassiers, à Lyon.

M. Aureggio a présenté des spécimens de ferrures à glace nouvelles, avec cinq brochures explicatives. En se consacrant tout particulièrement à l'étude des différentes ferrures à glace employées par les armées européennes, M. Aureggio rend un grand service à l'armée et à son pays ; en conséquence, une médaille d'argent lui est décernée.

3. Nouveau système *de verres de lampe*, par M. P. Bayle, à Paris.

M. Bayle, en modifiant les verres de lampe ordinairement cylindriques et en leur donnant une forme de cônes divergents-convergents, est parvenu à augmenter très sensiblement le tirage et à amener au foyer la quantité d'air nécessaire à une bonne combustion.

Cette modification très simple donne des résultats très avantageux ; elle augmente le pouvoir éclairant et donne une combustion très active permettant l'emploi d'huiles même défectueuses ; aussi une médaille d'argent est-elle accordée à M. Bayle pour son invention.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4. Théorie *des prix proportionnels de vente,* par M. Ern. Fuchs, à Rothau (Alsace).

Dans sa séance du 28 mars dernier, la Société d'encouragement a approuvé le Rapport présenté par M. Gustave Roy, au nom du comité de commerce, sur une Notice de M. Ernest Fuchs, intitulée : *Théorie des prix proportionnels de vente.*

Dans une industrie à produits variables, on a besoin de pouvoir comparer les résultats que peuvent donner les divers articles que l'on est appelé à fabriquer.

M. Fuchs, gérant de la maison Steinhiel Dieterlin et comp., de Rothau, a établi des diagrammes par lesquels l'œil saisit instantanément les prix de revient comparés des divers numéros de fils que l'on peut faire sur le métier à filer, des différents tissus que l'on peut fabriquer.

Étant donnée l'unité de dépense d'un établissement à force continue et à dépense fixe, il distribue à chaque combinaison, à laquelle se prête la fabrication, sa part dans le travail et la dépense de l'usine.

Le Mémoire de M. Fuchs mérite d'attirer l'attention des chefs d'industrie, qui ont intérêt à avoir constamment sous les yeux le prix de revient comparé des divers articles qu'ils peuvent produire.

La Société d'encouragement a décerné, pour ce Mémoire, une médaille d'argent à M. Ernest Fuchs.

5. Scie *à découper le marbre,* par M. Jeanseaume, boulevard Voltaire, à Paris.

Une médaille d'argent est accordée à M. Jeanseaume pour l'ingénieuse invention qu'il a présentée à notre examen.

La machine à découper le marbre, l'onyx, les pierres dures comme les pierres tendres, qui constitue l'invention de M. Jeanseaume, est une utile création au point de vue d'un découpage rendu moins coûteux, plus facile, plus parfait, et avec une rapidité inconnue, si on compare cette méthode à celles employées jusqu'à ce jour.

De plus, cette machine à découper reconstitue pour ainsi dire la destruction partielle opérée dans l'outil à mesure qu'elle se produit par le travail. La simplicité du mécanisme, la facilité apportée à une exécution autrefois aussi lente que dispendieuse quand elle n'était pas tout à fait impossible, méritaient de fixer votre attention et appelaient une récompense.

En conséquence, une médaille d'argent est accordée à M. Jeanseaume.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Médailles de bronze.

1. Brosse *pour nettoyer les bannetons*, par M. Boulais, à Paris.

La brosse mécanique pour nettoyer les bannetons, imaginée par M. Boulais, permet de remplacer un travail manuel, pénible et imparfait, par un travail mécanique meilleur, plus économique et moins fatigant.

Le Conseil décerne à M. Boulais une médaille de bronze.

2. Garde-fou *pour regard d'égout*, par M. Caillette, entrepreneur, à Paris.

M. Caillette, voulant éviter les tristes accidents auxquels donnent lieu les chutes dans les regards d'égout, a imaginé un système de fermeture qui, dans toutes les positions qu'il peut occuper, constitue une protection parfaitement sûre. En appliquant d'une manière ingénieuse les propriétés de l'hyperboloïde de révolution, il a combiné sa clôture de manière que, rabattue dans le regard de l'égout, elle forme un treillis horizontal à mailles suffisamment serrées et que, relevée verticalement, elle constitue un garde-corps circulaire entourant l'ouverture du regard.

Le problème que M. Caillette s'est efforcé de résoudre a de l'importance au point de vue de la sécurité de la circulation dans les villes. La Société d'encouragement accorde, pour ce motif, une médaille de bronze à M. Caillette.

3. Mémento *graphique du constructeur*, par M. Chenevier, architecte, à Verdun.

M. Chenevier est l'inventeur d'un petit et ingénieux instrument de calculs auquel il a donné le nom de *Mémento graphique du constructeur*. Le but qu'il s'est proposé a été de présenter, sous le format le plus réduit et en même temps d'un emploi facile, une série de renseignements et de calculs qu'il est utile à un constructeur d'avoir constamment sous la main.

Ce travail très consciencieux et très utile de M. Chenevier lui a valu une médaille de bronze.

4. Appareils *dynamométriques*, par M. Deny, ingénieur, à Mertzwiller (Alsace).

M. Deny a proposé une combinaison de pompe accessoire pour déter-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

miner, par son débit, la mesure du travail dépensé dans une opération mécanique.

L'idée de M. Deny lui a mérité une médaille de bronze.

5. Graisseur *automatique du système Mollerup*, par M. Drevdal, négociant, à Paris.

M. Drevdal a présenté à la Société d'encouragement un graisseur mécanique particulièrement applicable aux tiroirs et aux cylindres des machines à vapeur.

La certitude d'un graissage parfait avec une grande économie de matière a été déjà appréciée à sa juste valeur par un grand nombre d'industriels.

La Société d'encouragement pense que cet appareil est destiné à prendre un développement important. C'est pour récompenser cette invention qu'elle décerne une médaille de bronze à M. Drevdal.

6. Tige de suspension *à arrêt automatique*, par M. Jacquet, à Chambéry.

M. Jacquet a appliqué la disposition de l'encliquetage Saladin à la variation de longueur des tiges de suspension ou des conduites de gaz. Il lui est attribué une médaille de bronze.

7. Règle *à calcul*, par M. Péraux, négociant, à Nancy.

Par l'emploi de deux réglettes et d'échelles repliées, M. E. Péraux, négociant à Nancy, a doublé la précision des règles à calculs d'une longueur donnée. De plus, il a gravé des échelles comparatives qui, imprimées sur des feuilles de papier de faibles dimensions, donnent l'équivalent des tables de sinus et de tangentes naturelles à 4 décimales.

C'est pour ces deux motifs que, sur la proposition du comité des arts mécaniques, le Conseil a accordé une médaille de bronze à M. Péraux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

II. LISTE DES CONTREMAÎTRES 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	ANCELIN (Edmond).	22	Chef ajusteur à la *Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans*, à Orléans.
2	BETTMANN (Charles).	49	Ouvrier à l'usine de Loos, établissements *Kuhlmann*.
3	BOIS (Ulysse).	44	Ouvrier aux papeteries de Prouzel (*Lair*, *Gournerie* et comp.).
4	BOUET (Louis).	30	Contremaître à la cristallerie de Clichy de MM. *Maës* frères.
5	BOULANGER.	15	Apprêteur à la manufacture de rideaux-guipures de M. *Ch. Babey*, à Saint-Pierres-les-Calais.
6	CARBONNEL.	30	Ouvrier chez M. *Poisier*, entrepreneur de menuiserie, à Fontenay-aux-Roses.
7	CARON (Joseph).	31	Chef outilleur aux ateliers des *Chemins de fer de Paris à Lyon*, à Paris.
8	CHARPENTIER (Victor).	28	Ajusteur au *Dépôt central de l'artillerie*.
9	CHEVALIER (Jean-Baptiste).	39	Contremaître à la Société des anciens établissements *Cail*, à Paris.
10	CRAMPON (Jean-Baptiste).	40	Ouvrier aux établissements *Kuhlmann*, à Lille.
11	DEQUERSONNIÈRE (Oscar).	30	Chaudronnier à la Société des anciens établissements *Cail*, à Douai.
12	DUCHEMIN (Anaïs) (Mme).	38	Ouvrière à la manufacture de draps de M. *Simon* fils aîné, à Elbeuf.
13	DUPONT (Jean-Baptiste).	39	Traceur de chaudronnerie à la Société des anciens établissements *Cail*, à Denain.
14	FOUGERAY (André-Désiré).	39	Contremaître à la Société des anciens établissements *Cail*. Ateliers de Paris.
15	GERIN (Louis-Charles).	37	Ouvrier aux *Chemins de fer de Paris à Lyon*. Ateliers d'Arles.
16	GIBERT (Louis-François).	38	Chef d'équipe aux *Chemins de fer de Paris à Lyon*. Ateliers d'Arles.
17	GROUZELLE (Charles-Auguste)	44	Contremaître à la *Soudière de Chauny*.
18	GUILLAN (François).	30	Contremaître à la Société des anciens établissements *Cail*, à Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nos D'ORDRE.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES de service.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
19	HIEST (Désiré).	22	Chef ouvrier chez M. *Houdart*, négociant, à Paris.
20	JACOB.	44	Ouvrier chez M. *Mouton*, chaufournier, à Chartres.
21	JUNG (Pierre).	20	Ouvrier chez M. *Laurent*, fabricant de produits chimiques, à la Villette.
22	LANGLASSÉ (Eugène).	46	Menuisier au *Dépôt central de l'artillerie.*
23	LAURENT (César-Joseph).	39	Ajusteur à la Société des anciens établissements *Cail*, à Paris.
24	LEFEBVRE (Louis).	33	Ouvrier chez M. *Jules Jacques*, entrepreneur de toitures, à Tourcoing.
25	LEFÈVRE (Ambroise).	28	Menuisier aux ateliers de la *Compagnie générale des omnibus.*
26	LONGUET (J.-B.-Marie).	43	Chef monteur aux *Chemins de fer de Paris à Lyon.* Ateliers d'Arles.
27	LOUVRIER (Victor).	21	Contremaître à la fabrique de brosserie de M. *Rennes*, à Paris.
28	MAGOT (René-Charles).	30	Ouvrier aux ateliers de la *Compagnie générale des omnibus.*
29	PATY (Constant).	35	Monteur de locomotives à la Société des anciens établissements *Cail*, à Paris.
30	PENIGAUD (François).	37	Contremaître à la Société des anciens établissements *Cail.* Ateliers de Denain.
31	PONCHON (Antoine).	35	Chef modeleur aux *Chemins de fer de Paris à Lyon.* Ateliers de Paris.
32	ROY (Louis).	34	Contremaître à la Société des anciens établissements *Cail.* Ateliers de Denain.
33	VANDEVILLE (Florimond).	27	Forgeron à la Société des anciens établissements *Cail.* Ateliers de Douai.
34	VASSIER (Mathias-Jacques).	35	Chef d'équipe aux *Chemins de fer de Paris à Lyon.* Ateliers d'Arles.
35	WAUTHIER (Xavier).	26	Menuisier au *Musée d'artillerie de Paris.*

Les secrétaires du Conseil de la Société,

CH. DE LABOULAYE. E. PELIGOT,
Membre de l'Institut.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES

DÉCERNÉES AUX CONTREMAITRES ET OUVRIERS DES ÉTABLISSEMENTS MANUFACTURIERS ET AGRICOLES.

(Voir le tableau II.)

Les notes suivantes sont extraites des dossiers concernant les lauréats.

1. M. *Ancelin* (Edmond).

M. Ancelin, chef ajusteur, âgé de cinquante-deux ans, travaille depuis vingt-deux ans sans interruption dans les ateliers de réparations de la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans; il a toujours eu un travail et une conduite exemplaires.

2. M. *Bettmann* (Charles).

M. Bettmann est employé depuis quarante-neuf ans comme ouvrier et surveillant à l'usine de Loos, des établissements Kuhlmann. Entré en 1835, il n'a pas tardé à mériter l'estime et l'affection de ses chefs, et particulièrement de M. Kuhlmann père, qui a su apprécier son intelligence et son travail. M. Bettmann a déjà obtenu des médailles de plusieurs Sociétés.

3. M. *Bois* (Ulysse).

M. Bois, né en 1833, à Plachy-Buyou (Somme), est entré en 1842 aux papeteries de Prouzel, chez MM. Lair, Cournerie et comp.; il s'est distingué par son zèle, son intelligence et sa conduite qui lui ont valu, en 1867, les fonctions de contremaître général. En 1882, il a obtenu une médaille du Conseil général de la Somme.

4. M. *Bouet* (Louis).

M. Bouet, né en 1820, est entré en 1842 à la cristallerie de Clichy, chez MM. Maës frères; il est contremaître depuis trente ans; sa conduite exemplaire et son intelligence pratique le font apprécier de tous.

5. M. *Boulanger*.

M. Boulanger est depuis quinze ans à la manufacture de rideaux et guipure de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Ch. Babey, à Saint-Pierre-les-Calais ; il est apprêteur et s'acquitte avec soin de son travail ; il est dévoué aux intérêts de la maison et donne le bon exemple à ceux qui sont auprès de lui.

6. M. *Carbonnel.*

M. Carbonnel, âgé de cinquante-cinq ans, est depuis 1851 chez M. Poisier, entrepreneur de menuiserie à Fontenay-aux-Roses, qui n'a constamment eu qu'à se louer de son travail, de son courage et de sa probité.

7. M. *Caron* (Joseph).

M. Caron, entré à la Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée en 1853, est aujourd'hui chef outilleur aux ateliers de Paris ; il s'est toujours fait remarquer par son exactitude, sa conduite exemplaire et sa parfaite honorabilité ; il a rendu de réels services à la Compagnie.

8. *Charpentier* (Victor).

M. Charpentier, né à Paris en 1830, est ajusteur au Dépôt central de l'artillerie à l'atelier de précision. Entré depuis plus de vingt-huit ans dans ce service, il s'est toujours fait remarquer par sa bonne conduite et son habileté professionnelle.

9. M. *Chevalier* (Jean-Baptiste).

M. Chevalier, né en 1816, à Guisenier (Eure), est depuis quarante ans dans les ateliers de Paris, anciens établissements Cail, en qualité de forgeron. Depuis 1847, il remplit avec zèle et intelligence les fonctions de contremaître,

10. M. *Crampon* (Jean-Baptiste).

M. Crampon, né en 1816, est depuis quarante ans ouvrier dans les établissements Kuhlmann à Lille. On n'a jamais eu qu'à se féliciter des soins et de l'intelligence qu'il a apportés à son travail.

11. M. *Dequersonnière* (Oscar).

M. Dequersonnière est depuis trente et un ans employé aux ateliers de Douai, anciens établissements Cail, comme chaudronnier en cuivre ; il a toujours rendu de bons services.

12. M^me^ *Duchemin* (Anaïs).

M^me^ Duchemin, depuis trente-huit ans dans la manufacture de draps de M. Simon, à Elbeuf, est employée comme femme de confiance pour aider au pliage et à l'expédi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion des draps; elle est souvent chargée de l'encaissement de sommes importantes. Sa conduite a toujours été irréprochable, et elle a su parfaitement élever ses enfants.

13. M. *Dupont* (Jean-Baptiste).

M. Dupont, né en 1820, compte trente-neuf ans de bons services aux ateliers de Denain, anciens établissements Cail; il est employé comme traceur à la chaudronnerie.

14. M. *Fougeray* (André-Désiré).

M. Fougeray, né en 1826, est actuellement contremaître de montage depuis 1856 aux ateliers de Paris, dans les anciens établissements Cail. Entré en 1845 en qualité d'ajusteur-monteur, il compte trente-neuf ans de bons services. Habile monteur, il a conduit les travaux des bâtiments des Expositions de 1867 et 1878.

15. M. *Gérin* (Louis-Charles).

M. Gérin, né à Nîmes en 1825, est entré en 1845 aux ateliers de la Compagnie des chemins de fer, où il est employé en qualité de perceur. Assidu à son travail, il a toujours rempli ses obligations avec zèle depuis trente-six ans.

16. *Gibert* (Louis-François).

M. Gibert, né à Arles en 1827, est entré comme menuisier, en 1846, aux ateliers de voitures des chemins de fer; successivement modeleur et ébéniste, il est actuellement chef d'équipe de la menuiserie. Pendant trente-huit ans, il s'est fait remarquer par son activité, son zèle, il joint à sa valeur professionnelle une grande modestie, une moralité et une probité au-dessus de tout éloge.

17. M. *Grouzelle* (Charles-Auguste).

M. Grouzelle, né à Chauny en 1827, est entré à la Soudière à l'âge de treize ans. Remarqué par son intelligence et sa bonne conduite, il fut nommé à dix-neuf ans surveillant dans son atelier, puis il devint contremaître en 1857; il compte ainsi quarante-quatre ans de longs et bons services.

18. *Guillan* (François).

M. Guillan, né en 1820, est entré comme modeleur, en 1840, dans les ateliers de Paris des anciens établissements Cail. Nommé contremaître du modelage en 1866, il compte quarante-quatre ans de bons services, ayant toujours rempli ses fonctions avec intelligence et dévouement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

19. *Hiest* (Désiré).

M. Hiest, né en 1843, est employé depuis 1862, chez M. Houdart, en qualité d'ouvrier tonnelier; il s'occupe actuellement de faire fonctionner les diverses machines installées par M. Houdart pour chauffer les vins ou pour d'autres besoins. M. Hiest, l'aîné de quatre frères employés dans la même maison, s'est toujours fait remarquer, ainsi que ses frères, par son zèle et son assiduité dans son service.

20. *Jacob*.

M. Jacob, âgé de soixante-dix-huit ans, est entré en 1840 dans l'usine installée à Chartres par M. Damars pour la fabrication de la chaux hydraulique; il s'occupa de cette fabrication, alors nouvelle, en qualité de contremaître, jusqu'en 1850, sous les ordres de M. Damars. Depuis cette époque, il est resté dans l'usine, dirigée par M. Mouton père, auquel a succédé M. H. Mouton en 1877, donnant l'exemple de l'activité et du dévouement.

M. Jacob a été l'un des fondateurs, à Chartres, de la Société de secours mutuels, et a été honoré d'un diplôme par le Ministre de l'intérieur.

21. *Jung* (Pierre).

M. Jung, employé depuis vingt ans chez M. Laurent, fabricant de produits chimiques à La Villette, s'est toujours distingué par son habileté professionnelle, son travail assidu et sa probité.

22. M. *Langlassé* (Eugène).

M. Langlassé, né à Paris en 1817, compte quarante-six ans d'excellents services. Il est resté sept ans à la 8^{e} compagnie d'ouvriers d'artillerie, quatorze ans à la Compagnie des Petites Voitures, puis il est entré, en 1859, au Dépôt central d'artillerie, atelier d'études du matériel. Menuisier de son état, il s'est toujours fait remarquer par son habileté et sa conduite exemplaires.

23. *Laurent* (César-Joseph).

M. Laurent, né en 1822 à Montpellier, est employé comme ajusteur, depuis 1845, dans les ateliers de Paris des anciens établissements Cail. Ouvrier habile, il compte trente-neuf ans de bons services.

24. *Lefebvre* (Louis).

M. Lefebvre, né en 1828, est employé en qualité d'ouvrier couvreur chez

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Jules Jacques, à Tourcoing, depuis 1851. Il compte ainsi trente-trois ans d'excellents services, et n'a jamais cessé d'avoir une conduite irréprochable.

25. *Lefèvre* (Ambroise).

M. Lefèvre, âgé de cinquante-neuf ans, est employé depuis vingt-huit ans à la Compagnie générale des Omnibus en qualité de menuisier. Très bon ouvrier, il a toujours donné l'exemple d'une excellente conduite.

26. *Longuet* (Jean-Baptiste-Marie).

M. Longuet, né en 1821, a été employé dès 1841, comme ajusteur, à la Compagnie des chemins de fer du Gard. Envoyé en mission comme monteur de locomotives dans les ateliers Bénas, à la Ciotat, il est rentré en 1846 aux ateliers d'Arles, où il est chef monteur depuis 1859. Il compte quarante-huit années de services, pendant lesquelles il s'est fait remarquer par son exactitude, sa conduite excellente et son aptitude professionnelle.

27. *Louvrier* (Victor).

M. Louvrier, employé depuis vingt et un ans dans la manufacture de brosserie de M. Rennes, à Paris, a été d'abord ouvrier, puis contremaître. Il a toujours rendu de bons et loyaux services.

28. *Magot* (René-Charles).

M. Magot, âgé de soixante-neuf ans, est employé depuis trente ans à la Compagnie générale des Omnibus, comme peintre aux roues, où il a fait preuve d'une constante assiduité dans ses travaux. Il a été blessé grièvement dans les ateliers en 1860.

29. *Paty* (Constant).

M. Paty, né en 1820, est entré dans les ateliers de Paris des anciens établissements Cail en 1849. Très bon ouvrier, il a été plusieurs fois envoyé en mission en Russie et en Italie pour monter des locomotives.

30. *Penigaud* (François).

M. Penigaud, né en 1812, est entré en 1847, en qualité de contremaître, dans les ateliers de Denain, anciens établissements Cail. Il compte trente-sept ans de bons services comme contremaître de l'atelier de chaudronnerie. Il a obtenu une médaille à l'Exposition de Rouen et une mention honorable à l'Exposition de Paris en 1855.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

31. *Ponchon* (Antoine).

M. Ponchon, entré en 1849 comme menuisier à la Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, à l'atelier des voitures de Paris, est devenu en 1856 chef modeleur, chargé de la direction de l'établissement des modèles des pièces mécaniques. Recommandable par sa bonne conduite et son honorabilité, il a toujours apporté dans ses fonctions le zèle le plus constant, l'attention la plus soutenue et la plus rigoureuse exactitude. Il a rendu de signalés services à la Compagnie.

32. *Roy* (Louis).

M. Roy, né en 1830, est entré en qualité de forgeron, en 1850, aux ateliers de Denain, anciens établissements Cail. Nommé contremaître en 1867, il compte trente-quatre ans de bons services.

33. *Vandeville* (Florimond).

M. Vandeville, né en 1822, à Douai, est entré aux ateliers de cette ville des anciens établissements Cail en 1857, comme forgeron. Il s'est toujours fait remarquer par sa conduite et son travail; il a obtenu en 1881 une médaille d'argent de la Société d'encouragement au bien.

34. *Vassier* (Mathias-Jacques).

M. Vassier, né en 1826, est entré comme peintre aux ateliers du chemin de fer de Nîmes en 1849. Passé plus tard aux ateliers d'Arles, il est depuis 1883 chef d'équipe de vernissage. Depuis trente-cinq ans, il s'est toujours montré très assidu, très actif et plein de zèle dans son travail.

35. *Wauthier* (Xavier).

M. Wauthier, âgé de cinquante-sept ans, compte vingt-six ans d'excellents services au Musée d'artillerie. Ouvrier en bois des plus habiles, il est en plus peintre et sculpteur, et surtout homme de devoir par excellence.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES (1).

Essai d'indigo dans les tissus colorés, d'après M. E. Prior. — Un tissu coloré en noir et supposé teint à l'indigo, est coupé en petits morceaux que l'on traite successivement avec de l'acide sulfurique étendu pour détruire la matière colorante noire, puis avec de l'acide oxalique. On le lave, on le sèche et l'on retire l'indigo à l'aide du chloroforme dans un appareil à extraction. La solution produite donne les réactions suivantes :

1° Par l'analyse spectrale, on obtient les raies caractéristiques de l'indigo ;

2° Une partie de la solution évaporée à sec dégage des vapeurs violettes qui se dissolvent dans l'acide sulfurique et fournissent la réaction connue ;

3° Le résidu après évaporation est dissous dans l'acide sulfurique et sert à teindre de la laine blanche.

De la cire végétale. — La dénomination de la cire végétale s'appliquait autrefois aux cires de Carnauba, de palme et de myrte, ainsi qu'à la cire du Japon. On connaît maintenant un nouveau produit de la même espèce, importé des Indes-Occidentales en Autriche, provenant du Bassia. Son nom change avec les espèces de Bassia dont on le retire. Tantôt, semblable à l'huile de palme, il a le goût du beurre, et peut être conservé longtemps sans altération ; tantôt il est rance et subit une décomposition rapide.

Un spécimen de cette cire a présenté les caractères suivants :

Consistance du beurre, goût rance, couleur grisâtre. Le corps n'est pas homogène ; au sein de la masse grise et amorphe se trouvent de nombreux cristaux. La masse amorphe fond à 33°,6, et les cristaux à 55°,6. Densité : 0,9474. Solubilité très faible dans l'alcool. L'alcool absolu n'en dissout bouillant que 1,68 pour 100, et froid, que 0,83. La composition est très variable : la stéarine domine d'après Henry, l'oléine d'après Pelouze et Bourdet ; Thomson et Wood y auraient trouvé un nouvel acide, fondant à 70 degrés, et identique à l'acide stéarique.

D'après Valentia, la cire de Bassia longifolia renferme 63,49 pour 100 d'acide oléique, 36,51 pour 100 d'un acide gras fondant à 62 degrés.

Réactif nouveau de la soude, de l'ammoniaque et de la lithine. — Le réactif en question est un chlorure de potassium et d'étain, préparé en dissolvant 5 parties d'étain cristallisé dans 10 parties d'eau, et en ajoutant une dissolution de potasse, de densité 1,145, en quantité suffisante pour donner un liquide presque clair.

(1) *Journal of the Society of chemical Industry.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Après une heure de repos, on ajoute 5 parties de potasse et 15 d'eau. On filtre alors le mélange, et l'on garde la solution incolore dans des flacons bouchés en caoutchouc. La réaction consiste dans la formation d'un précipité blanc. Les solutions examinées ne doivent pas être très acides. La réaction est altérée par la présence de sels alcalins et métalliques et par l'acide borique.

Essais d'huile russe. — Les essais suivants sont dus aux professeurs Engler et Beilstein. — On fait une distillation fractionnée sur 250 grammes d'huile contenue dans un réservoir en verre de 500 cent. cubes de capacité. Ce réservoir est entouré de copeaux de cuivre ou de verre filé qui le garantissent contre des changements trop rapides de température; il est réuni par un déphlegmateur Glinsky avec un condenseur Liebig. Le thermomètre est placé dans le déphlegmateur, de telle sorte que le réservoir de mercure soit de niveau avec l'orifice de sortie. La distillation des hydrocarbures légers a lieu d'abord jusqu'à la température de 150 degrés; elle prend fin quand il ne passe plus que moins de 10 gouttes à la minute.

Avec un peu d'expérience, il est aisé de voir quand on doit arrêter la distillation, car le thermomètre ayant atteint 150 degrés commence par tomber rapidement. Tout d'abord, on ne doit opérer qu'avec une flamme très faible. On reçoit les produits légers dans une capsule tarée, on pèse.

Le pétrole normal, c'est-à-dire l'hydrocarbure, qui passe entre 150 et 270 degrés vient ensuite; on augmente la flamme graduellement. Il est également reçu dans une capsule tarée et l'on pese. Le poids des huiles lourdes est obtenu par différence. Voici les résultats de cinq essais de pétrole :

	PÉTROLE ORDINAIRE.			PYRONAPHTE.	
	A.	B.	C.	D.	E.
	—	—	—	—	—
Densité.	0,820	0,820	0,835	0,857	0,867
Température d'inflammation des vapeurs.	52°,5	35°	44°,5	67°,5	94°
Distillé à 150 degrés, p. 100.	0,8	10	6	0	0
— de 150 à 250, p. 100.	92	76,5	63,5	44,5	30,5
Reste, p. 100.	7,2	13,5	30,5	55,5	69,5

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 14 novembre 1884.

Présidence de M. Becquerel, Vice-Président.

Correspondance. — M. *Guénantin*, chimiste industriel, 19, rue de Chabrol. Pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cédé nouveau pour le traitement des matières fécales, et Rapports faits sur l'essai industriel à l'usine du dépôt municipal de Versailles. (Arts économiques.)

M. Aug. *Coret,* mécanicien, **12**, Cours Charlemagne, à Lyon. Tondeuse pour soies d'écouvillons et brosses en crins, fils végétaux ou métalliques. (Arts mécaniques.)

M. G. *Rau*, agent général de la Compagnie Dixon, mines de graphite à Ticonderoga, **116**, faubourg Poissonnière, Paris. Huiles plombagines à graisser. (Arts mécaniques.)

M. B. H. *Thwaite.* Description du générateur de vapeur, système ***Bull,*** chauffé par les gaz produits directement dans la chaudière. (Arts mécaniques.)

M^lle^ Joséphine *Bourbaud*, 4, rue des Prêtres-Saint-Séverin, Paris. Mémoire sur la vigne et le vin; petit moteur à vapeur. (Agriculture, arts mécaniques.)

M. Hippolyte *Fontaine* adresse son ouvrage sur l'*Électrolyse, affinage des métaux et traitement des minerais.* (Arts économiques.)

M. Jules *Richard*, à Philippeville. Le *Protectionnisme rationnel.* (Commerce.)

M. *Laussedat,* directeur du Conservatoire des arts et métiers. Programme des cours publics pour l'année **1884-1885.**

M. le *Ministre du commerce* adresse deux exemplaires du tome III de la collection des brevets d'invention.

M. Jules *Gaudry*. Notice sur François Calla.

M. C. *Chassevent.* Lampes électriques universelles de M. *Trouvé.*

Ces ouvrages seront déposés à la Bibliothèque.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Bosseyage mécanique.* — M. *Haton de la Goupilière* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un Rapport sur le Bosseyage mécanique de MM. *Dubois* et *François.*

Ce système, qui permet d'éviter l'emploi de la poudre dans les exploitations souterraines, est appelé à rendre de réels services, surtout dans les mines grisouteuses ; il est grandement utilisé à Blanzy et est exclusivement employé à Marshaye. En conséquence, le comité propose de remercier MM. *Dubois* et *François* de l'intéressante communication de leur procédé, dont M. *Clerc* a bien voulu se faire l'organe, et d'ordonner l'insertion au ***Bulletin*** du Rapport, avec une planche à l'appui.

Ces conclusions sont adoptées.

Typographie. — M. *de Laboulaye,* au nom du comité des arts mécaniques, lit un Rapport sur l'ouvrage de M. *Toureaux,* de la maison *Garnier,* de Chartres, intitulé : *Grammaire de la composition.*

Cet ouvrage est destiné à prendre place à côté du *Guide du compositeur*, pour former d'habiles ouvriers et contribuer à la perfection de la typographie française; aussi le comité propose de remercier M. *Toureaux* de son envoi, et d'insérer le Rapport au ***Bulletin.***

Ces conclusions sont adoptées.

Lit pliant. — M. *Rousselle* lit, au nom du comité des arts économiques, un Rap-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

port sur le lit pliant présenté par M. *Anquetin*, fabricant de literie, rue de Cléry, 64, à Paris.

L'invention de M. *Anquetin*, conçue dans un esprit pratique et judicieux, étudiée avec soin par son auteur, peut rendre de réels services lorsqu'on doit établir un lit dans des chambres exiguës ou à usages multiples; aussi le comité propose de remercier M. *Anquetin* de la communication qu'il a faite, et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* avec un dessin à l'appui.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Typographie artistique.* — M. *Davanne* présente au Conseil de la Société, de la part de M. *Manzé*, ingénieur de la maison *Boussod*, *Valadon* et comp. (ancienne maison *Goupil*), un ouvrage intitulé : *les Grandes Manœuvres*, par le major *Hoff*, illustré entièrement par des dessins de M. Édouard *Detaille*. Il appelle l'attention de la Société sur ce point, que les dessins originaux qui ont servi à ces illustrations ont été exécutés par les divers moyens qu'il a plu à l'artiste d'employer : trait, entre de Chine, sépia, etc.; ils ont été reproduits photographiquement, gravés en relief par les procédés photographiques de M. *Manzé* et imprimés à la presse typographique.

C'est un beau spécimen des ressources que les éditeurs peuvent trouver dans les diverses méthodes qui servent actuellement à transformer le cliché photographique en cliché typographique.

M. le *Président* remercie M. *Davanne* de son intéressante communication, qui est renvoyée au comité des beaux-arts.

Enseignement. — M. *Huguet* présente un appareil destiné à l'enseignement primaire, qu'il nomme *Sphérotrope*, et qui permet de se rendre facilement compte des mouvements relatifs de la terre, du soleil et de la lune.

M. le *Président* remercie M. *Huguet* de sa communication, qui est renvoyée au comité des arts économiques.

Lampes électriques. — M. *Trouvé* présente un système de lampe à incandescence munie d'une pile. Cet appareil, très portatif, présente un très petit volume, et la pile peut être facilement renouvelée; la lampe donne un éclairage de quatre et même cinq bougies; la pile au bichromate peut fonctionner pendant trois heures consécutives avec une dépense insignifiante.

Cet appareil est construit sur différents modèles, suivant l'usage auquel on le destine.

M. *Le Blanc* dit que la lampe de M. *Trouvé* est une des meilleures de celles qui ont été présentées comme lampe de sûreté à la Commission municipale de Paris.

M. le *Président* remercie M. *Trouvé* de sa communication, qui est renvoyée au comité des arts économiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Séance du 28 novembre 1884.

Présidence de M. BECQUEREL, Vice-Président.

CORRESPONDANCE. — M. E. *Drapier*, entrepreneur de menuiserie, 26, rue Peirère, à Rouen. Nouvelle fermeture de croisée et de porte à balcon. (Constructions.)

MM. *Dupuis* et *Jeanmaire*, à Villiers-aux-Chênes (Haute-Marne). Nouveau système d'accrochage automatique des wagons. (Arts mécaniques.)

M. Ph. *Dohis*, 10, rue Élisa-Borey, à Paris. Accumulateur mécanique de la force applicable aux machines à coudre. (Arts mécaniques.)

M. E. *Parod*, 23, avenue de la Roquette, à Paris. Système de transport électrique de la force. (Arts mécaniques.)

M. *Mercier-Cantineau*, 14, rue des Vergeaux, à Amiens. Système de mouvement perpétuel. (Arts mécaniques.)

M. W. *de Fonvielle*, 50, rue des Abbesses, à Paris, adresse une brochure sur l'aérostat dirigeable de Meudon. Dans un passage sur les tentatives faites antérieurement, il relève une phrase qui attribuerait à M. *Alcan* un Mémoire sur la navigation aérienne, publié vers 1842 dans le *Bulletin* de la Société d'encouragement. M. *Alcan*, membre du Conseil de la Société, n'a pas publié dans le *Bulletin* de Mémoire sur cette question.

M. Ch. *Thirion*, ingénieur civil, président du Syndicat des ingénieurs et conseils sur la matière de propriété industrielle, 10, cité Rougemont, à Paris, adresse les statuts de cette Société.

M. Ch. *Blandin*, 144, rue de Lafayette, à Paris. Moyen d'enrayer la maladie de la vigne due au phylloxera, et engrais complets et à bas prix. (Agriculture.)

M. *X*... Mémoires divers sur la viticulture et le reboisement des terrains pauvres. (Agriculture.)

M. E. *Allary*, sous-chef du laboratoire municipal de Brest, 10, place de la Tour-d'Auvergne. Questions relatives aux concours. (Arts économiques et chimiques.)

M. Ch. *de Comberousse*, membre du Conseil. Notice sur J. B. *Dumas*.

M. H. *Planchat*, directeur de l'École des ponts et chaussées, à Paris, adresse la livraison 19 de la collection des dessins du portefeuille des élèves. (Bibliothèque.)

M. J. *Vétillart*. Notice sur M. *Vétillart*, ancien sénateur, membre de la Société. (*Bulletin*.)

M. Ch. *Joly*. Note sur la dix-neuvième session de la Société pomologique américaine. (Bibliothèque.)

PRÉSENTATION DE CANDIDATS AU TITRE DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — M. André *Hillairet*, directeur des ateliers de la maison *Bréguet*, présenté par M. *Raffard*.

M. Henri *Lechâtellier*, ingénieur des mines, présenté par MM. *de Luynes* et *Carnot*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société :

M. *Drevdal,* négociant, à Paris, présenté par M. *Lecœuvre;*

M. *Sivan,* fabricant d'horlogerie, à Cluses, présenté par M. *Simon;*

M. *Digeon,* ingénieur-constructeur, à Paris, présenté par M. *Redier.*

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Durcissement des pierres.* — M. *Troost*, au nom du comité des arts chimiques, lit un Rapport sur le procédé de durcissement des pierres calcaires de M. *Kessler.*

L'emploi des fluosilicates terreux ou métalliques a permis à M. *Kessler* d'obtenir le durcissement des calcaires tendres; le lissage et le polissage de cette manière leur donne l'aspect de calcaires durs, des effets de coloration variables avec la structure de la pierre et l'aspect du marbre.

Ces résultats ont paru très dignes d'intérêt au comité des arts chimiques, qui propose de remercier l'auteur de son intéressante communication, et d'insérer le Rapport au *Bulletin.*

Ces conclusions sont adoptées.

Sur l'emploi du sulfure de carbone pour la destruction du phylloxera. — M. *Prillieux,* au nom du comité d'agriculture, lit un Rapport sur les services rendus par M. *Gastine* à la viticulture, en fournissant un moyen pratique d'employer le sulfure de carbone à la destructioe du phylloxera.

M. *Gastine* n'a pas seulement le mérite d'avoir inventé un instrument utile, il a participé à tous les travaux qui ont contribué le plus à fonder la méthode de traitement des vignes par le sulfure de carbone; en conséquenee, le comité propose l'insertion du Rapport au *Bulletin.*

Ces conclusions sont adoptées.

Mosaïques. — M. *Dumas*, au nom du comité des constructions et des beaux-arts, lit un Rapport sur les mosaïques exécutées par M. *Pâris.*

Ces travaux artistiques remarquables ont déjà été l'objet de diverses récompenses; le comité propose de remercier M. *Pâris* de sa communication, et d'insérer le Rapport au *Bulletin.*

Ces conclusions sont adoptées.

Carte du Nivernais, par M. Amédée Julien. — M. *Schlemmer* lit, au nom du comité des constructions et des beaux-arts, un Rapport sur les procédés d'exécution de la carte du Nivernais, par M. Amédée *Julien,* directeur du musée de Clamecy.

M. *Julien* a eu le mérite d'avoir dressé lui-même une carte fort intéressante et d'avoir contribué à la propagation d'une excellente méthode de gravure et d'impression; aussi le comité propose-t-il de remercier l'auteur de sa communication, et d'insérer le Rapport au *Bulletin.*

Ces conclusions sont adoptées.

Mémento graphique du constructeur. — M. *Rossigneux,* au nom du comité des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

constructions et des beaux-arts, lit un Rapport sur le mémento graphique du constructeur de M. *Chenevrier,* architecte de la ville, du département et de la direction d'artillerie à Verdun.

L'examen permet de se rendre compte de la valeur réelle de ce mémento et de son utilité pratique; le comité propose d'ordonner l'insertion de ce Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées.

Impression en relief sur étoffe. — M. *Rossigneux,* au nom du comité des constructions et des beaux-arts, lit un Rapport sur l'impression en relief sur étoffe de MM. *Legrand* frères.

Les résultats obtenus par MM. *Legrand* dans cette industrie, qu'ils ont grandement perfectionnée, leur ont déjà valu de nombreuses récompenses; le comité propose, en les remerciant de leur communication, d'insérer le Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées.

Séance du 12 décembre 1884.

Présidence de M. Becquerel, Vice-Président.

M. le *Président* ouvre le scrutin pour les élections générales du Bureau, et la ratification des nominations faites par le Conseil en 1884; ce scrutin sera fermé à la fin de la séance.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et approuvé, après la rectification suivante, demandée par M. le colonel *Laussedat.*

Dans une brochure adressée à la Société par M. W. *de Fonvielle,* et dont il est rendu compte dans le dépouillement de la correspondance, on relève une prétendue erreur qui attribuerait à M. *Alcan* un *Mémoire* sur la navigation aérienne, publié vers 1842 dans le *Bulletin* de la Société d'encouragement, et le procès-verbal ajoute que M. *Alcan,* membre du Conseil, n'a pas publié dans le *Bulletin* de Mémoire sur cette question.

M. *Laussedat,* dans une Note adressée le 31 août dernier à l'Académie des sciences, disait, sans donner de date précise, parce qu'il n'avait pas les documents sous les yeux, que M. *Alcan* avait fait, antérieurement aux essais de M. H. *Giffard,* un *Rapport* (et non pas présenté un *Mémoire*) sur un projet de ballon dirigeable.

Ce Rapport est imprimé à la page 667 du *Bulletin* de la Société d'encouragement, tome XLVI, année 1847, et concerne un projet de M. *Marey-Monge* qui a été publié à la même époque, et que tous les historiens de l'aérostation peuvent consulter avec fruit.

Il n'y a donc aucune erreur de fait dans la Note de M. *Laussedat,* les essais de M. *Giffard* étant postérieurs de plusieurs années à la publication de M. *Marey-Monge* et au Rapport de M. *Alcan.*

Correspondance. — M. Auguste *Pécheur,* 8, rue Cujas, à Paris. Système de tas-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

seaux métalliques en zinc pour rendre étanches et inflexibles les couvertures en zinc. (Constructions.)

M. *Leroy*. Mémoire sur les hélices employées comme propulseurs des ballons. (Arts économiques.)

M. J. *Rosaye*, contremaître aux usines de la Pipée, par Fontenay-le-Château (Vosges). Appareil pour annoncer automatiquement à distance le passage d'un train en marche. Appareil transmettant à distance l'indication de la température d'une enceinte chauffée. (Arts économiques.)

M. A. *Chala*, 158, faubourg Saint-Martin, à Paris. Enduit diamantinisé pour protéger les objets contre l'action de l'air, de l'eau et des acides. (Arts chimiques.)

M^lle^ J. *Bourbaud*, 4, rue des Prêtres-Saint-Séverin, à Paris. Mémoire sur la canne à sucre et sur le maïs. (Agriculture.)

M. le général *Mengin-Lecreulx*, membre du Conseil, adresse une Note de M. *Mézière*, qui a voyagé en Asie Mineure. Cette Note contient, au sujet de l'éminent savant M. *Pasteur*, des détails qui semblent de nature à intéresser la Société : elle rend compte, en effet, du bien-être et de la richesse rendus à cette contrée par son procédé de sélection des vers à soie. (*Bulletin*.)

M. le *Président de la Societad rural Argentina*, de Buénos-Ayres, demande ce qui a été fait au sujet du prix proposé par la Société d'encouragement pour la conservation de la viande, cette question intéressant au plus haut degré la République Argentine. Il envoie le *Bulletin* de la Société rurale, et demande en retour celui de la Société d'encouragement. (*Bulletin*.)

M. *Dietz-Monnin*, président de la Société d'encouragement pour le commerce français d'exportation, adresse une Note pour éclairer sur le but et le fonctionnement de cette Société. (*Bulletin*.)

M. le *Ministre du commerce* adresse deux exemplaires du tome CXIII de la collection des brevets d'invention pris sous le régime de la loi de 1844.

M. E. *Porter-Michaëls*, professeur à l'École dentaire de France, dont le siège est 3, rue de l'Abbaye, à Paris, adresse le programme des études de cette École, la *Revue odontologique* et l'*Annuaire général des dentistes*, publiés par l'Institut odontotechnique de France.

M. *Jus*, ingénieur honoraire des forages artésiens de la province de Constantine, adresse une brochure sur les oasis de l'Oued-Ri'r.

M. *Chaix* adresse le compte rendu de la distribution des prix aux élèves de l'école professionnelle de son imprimerie.

Projets d'Exposition internationale en 1889, par M. *Mourceau*.

Bulletin de la Société des architectes.

Ces ouvrages seront déposés à la Bibliothèque.

M. *Damoiseau* demande le dépôt d'un pli cacheté qui sera déposé aux archives de la Société.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société : M. Henri *Lechâtelier*, ingénieur des mines, à Paris, présenté par MM. *de Luynes* et *Carnot;* M. *Gerboz*, ingénieur électricien, à Paris, présenté par M. *de Laboulaye;* M. *Hillairet*, ingénieur, à Paris, présenté par M. *Raffard.*

DÉCLARATION D'UNE VACANCE DANS LE COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES. — M. *Le Blanc*, au nom du comité des arts chimiques, demande qu'une vacance soit déclarée dans ce comité.

La proposition est adoptée.

NÉCROLOGIE. — M. *Mascart*, au nom du comité des arts économiques, lit une Notice sur M. *Bertin*, membre du Conseil, récemment décédé. (*Bulletin.*)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Machine à agglomérer.* — M. *Haton de la Goupillière*, au nom du comité des arts mécaniques, lit un Rapport sur le système de machine à agglomérer de MM. *Biétrix* et *Couffinhal.*

Le comité a reconnu dans cet appareil, au milieu d'un ensemble harmonieux et bien coordonné, l'introduction d'organes particulièrement ingénieux et bien adaptés au but à atteindre; il propose de remercier MM. *Biétrix* et *Couffinhal* de leur très intéressante communication, et d'ordonner l'insertion du Rapport au *Bulletin,* avec les dessins nécessaires à l'appui.

Ces conclusions sont adoptées.

Frein funiculaire. — M. *Collignon*, au nom du comité des arts mécaniques, lit un Rapport sur le système de frein funiculaire de M. *Lemoine.*

Ce nouvel appareil présente une combinaison ingénieuse de mécanismes fort simples, dont une expérience déjà longue permet de reconnaître l'efficacité. Le comité propose d'adresser à M. J. *Lemoine* des remercîments au sujet de son intéressante communication, et d'insérer le Rapport au *Bulletin* avec les dessins du frein pour voitures et tramways.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Bec intensif.* — M. *Bengel* présente un nouveau système de bec intensif dû à M. *Schulke.*

Ce bec, d'une construction relativement simple et d'un fonctionnement très pratique, procure une économie aussi notable que les systèmes similaires à récupération de chaleur, sans en avoir la plupart des inconvénients.

Un essai public doit en être fait prochainement place de la Bourse.

M. le *Président* remercie M. *Bengel* de son intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts chimiques.

Compteur d'électricité. — M. *Marchand* présente un compteur électrique de l'invention de M. *Gerboz*, basé sur la mesure d'une certaine quantité d'eau ne s'écoulant que lors du passage du courant. Le courant, qui doit actionner des appareils ou lampes électriques, soulève, par le moyen d'un électro-aimant, un nombre correspondant de soupapes qui permettent le débit de l'eau du compteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. le *Président* remercie MM. *Gerboz* et *Marchand* de leur intéressante communication, qui est renvoyée au comité des arts économiques.

Avant de lever la séance, M. le *Président* procède au dépouillement du scrutin. 43 membres ayant déposé leur vote, le résultat des élections, qui doit être fourni par 100 membres au moins, n'est pas valable. Dans la prochaine séance, il sera procédé de nouveau aux élections, qui seront valables quel que soit le nombre des votants.

Séance générale du 26 décembre 1884.

Présidence de M. BECQUEREL, Vice-Président.

Le fauteuil de la présidence est occupé par M. *Becquerel*, membre de l'Académie des sciences; à ses côtés siègent : M. le général *Mengin-Lecreulx*, censeur ; MM. Eug. *Peligot* et *de Laboulaye*, secrétaires; M. *Legrand*, président de la Commission des fonds.

M. le *Président* ouvre la séance par un discours dans lequel il énumère les pertes cruelles et nombreuses éprouvées par la Société dans l'année 1884.

M. *de Laboulaye* lit une Notice sur J. B. *Dumas*, président de la Société pendant quarante ans. Il insiste sur les idées que J. B. *Dumas* a développées dans ses discours aux séances générales de la Société, à savoir : l'utilité de la science pour l'exercice d'une industrie ; — l'alliance de la science et de l'industrie ; — l'importance de l'invention.

Cette lecture est accueillie par les applaudissements de tout l'auditoire.

La lecture des Rapports d'usage est ensuite faite dans l'ordre suivant :

Rapport sur l'état financier de la Société pendant l'année 1883. — M. Bordet lit, au nom de la Commission des fonds, un Rapport sur les comptes de recettes et de dépenses pour l'année 1883, faits par M. le *Trésorier*.

M. *Bordet* demande, en terminant, l'approbation de ces comptes, après avoir adressé à M. le *Trésorier* l'expression de ses remercîments, en raison des soins qu'il consacre aux intérêts de la Société.

Rapport des censeurs. — M. le général *Mengin-Lecreulx*, censeur, lit un Rapport sur les comptes de l'exercice 1883.

Comme conclusion, et d'accord avec l'honorable *Rapporteur* de la Commission des fonds, il propose : 1° de voter des remercîments au Trésorier; 2° d'approuver les comptes de l'exercice 1883.

Ces conclusions sont adoptées par l'assemblée.

DISTRIBUTION DES PRIX ET MÉDAILLES.— *Grande médaille des arts mécaniques à l'effigie de Prony, décernée à M. Joseph Farcot pour son servo-moteur.* — M. *Brull* lit, au nom de M. *Tresca*, un Rapport sur les services considérables rendus par M. Joseph *Farcot* par son invention du servo-moteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour reconnaître toute l'importance de cette ingénieuse machine si généralement utilisée, la Société décerne à M. Joseph *Farcot* l'une de ses grandes médailles, celle qui rappelle le nom de *Prony*.

Prix Fourcade de 800 *francs pour les ouvriers des fabriques de produits chimiques.* — M. *Legrand* lit, au nom de M. *Fourcade*, un Rapport sur le concours pour le prix de 800 francs fondé par les exposants de la classe 47 à l'Exposition universelle de 1878.

Ce prix est décerné, pour 1884, à M. Claude *Genreau*, ouvrier depuis cinquante ans chez M. *Lefranc*, fabricant de couleurs et vernis, à Paris.

Prix de 2 000 *francs pour une machine à tailler les fraises.* — Ce prix, sur le Rapport de M. *Pihet*, au nom du comité des arts mécaniques, est partagé entre MM. *Bonnaz* et *Sayet*.

Prix de 1 000 *francs pour un alliage utile aux arts.* — Ce prix, sur le Rapport de M. Carnot, au nom du comité des arts chimiques, est décerné à M. *Manhès*, de Lyon, pour son alliage de cuivre et de manganèse.

Prix de 2 000 *francs pour la meilleure étude sur l'agriculture et l'économie rurale d'une province ou d'un département.* — Sur le Rapport de M. Risler, au nom du comité d'agriculture, ce prix est divisé comme il suit :

M. *Bouchard*, d'Angers.	1 500 francs;
M. *Éloire*, à la Capelle (Aisne).	500 —

Prix de 3 000 *francs pour une étude sur la nature de l'œuf d'hiver et de l'œuf non fécondé du phylloxera.* — Un encouragement de 1 000 francs est accordé à M. Pierre *Boiteau*, médecin-vétérinaire à Villegouge, pour l'aider à continuer ses recherches. (M. *Prillieux*, rapporteur.)

Prix de 2 000 *francs pour un moyen facile et expéditif de reconnaître les falsifications du beurre.* — Un encouragement de 300 francs est accordé à M. *Piallat*, de Sèvres, pour l'engager à continuer ses recherches. (M. *Müntz*, rapporteur.)

DISTRIBUTION DE MÉDAILLES AUX AUTEURS D'INVENTIONS ET DE PERFECTIONNEMENTS DES ARTS INDUSTRIELS. — M. le *Président* procède ensuite à la distribution des médailles d'or, de platine et de bronze accompagnée de la lecture des extraits des divers Rapports qui ont motivé ces récompenses. Vient ensuite la distribution des médailles d'encouragement décernées aux contremaîtres et ouvriers.

ÉLECTIONS DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ POUR 1885 ET RATIFICATION DES NOMINATIONS DE MEMBRES DU CONSEIL.

La Société étant réunie en assemblée générale pour procéder à l'élection des membres du bureau du Conseil d'administration pour l'année 1885, et à la ratification des nominations des membres de ce Conseil qui ont été élus pendant l'année 1884. M. le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Président, assisté de MM. Eug. *Peligot, de Laboulaye*, secrétaires, procède au dépouillement du scrutin. Il constate que les propositions du Conseil ont réuni l'unanimité des suffrages. En conséquence, il proclame la composition du Bureau pour l'année **1885**.

Président : M. Edmond Becquerel.

Vice-Présidents : MM. le vicomte de Chabannes, H. Tresca, Hervé-Mangon, Félix Le Blanc.

Secrétaires : MM. Eugène Peligot, Charles de Laboulaye.

Censeurs : MM. le général Mengin-Lecreulx, Dailly.

Trésorier : M. Goupil de Prefeln.

Il déclare aussi que, par le même vote de l'assemblée, les élections faites par le Conseil depuis la dernière assemblée générale sont ratifiées ainsi qu'il suit :

Commission des fonds : MM. *Lutscher, Bordet.*

Comité des arts mécaniques : MM. Maurice *Lévy, Brull.*

Comité des arts chimiques : M. *Cailletet.*

Comité d'agriculture : M. *Muret.*

Comité des constructions et des beaux-arts : M. *Schlemmer.*

Le Gérant, J. H. Ginestou.

PARIS. — IMPRIMERIE JULES TREMBLAY, RUE DE L'ÉPERON, 5
Madame Veuve TREMBLAY, née Bouchard-Huzard, successeur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE

DES NOUVEAUX MEMBRES ADMIS EN 1884

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MM.

Anquetin, horloger, à Paris.
Bonis, directeur des ateliers de la maison Breguet.
Cahen (Albert), ingénieur civil, à Paris.
Cassagnes, ingénieur civil, à Paris.
Chaix, ingénieur civil, à Paris.
Chiandy-Bey, ingénieur, à Paris.
Dautun, capitaine en retraite, à Bezons.
Digeon, ingénieur-mécanicien, à Paris.
Doray, pharmacien, au Havre.
Drevdal, négociant, à Paris.
Gerboz, ingénieur-électricien, à Paris.
Laussedat, directeur du Conservatoire des arts et métiers.
Levy (Maurice), membre de l'Académie des sciences.

MM.

Likhatchof, vice-amiral, à Paris.
Lutscher, ancien banquier, à Paris.
Manufacture des produits chimiques du Nord, à Lille.
Max frères, fabricants de produits chimiques, à Paris.
Moreau, ingénieur civil, à Paris.
Schlemmer, inspecteur général des ponts et chaussées, à Paris.
Sivan, fabricant d'horlogerie, à Cluses.
Tresca (Alfred), ingénieur civil, à Paris.
Verdol (Jules), mécanicien, à Paris.
Zang (Charles), mécanicien-constructeur, à Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE

ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA QUATRE-VINGT-TROISIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

(*Troisième série. — Tome XI.*)

(La lettre (**P**) à la suite d'un article indique qu'il ne s'agit que d'une présentation.)

A.

Abat-jour universel, par M. *A. Goujet* (P), 400.
Accrochage automatique des wagons, par M. *Dupuis* et *Jeanmaire* (P), 607.
Accumulateur électrique, par M. *Reynier* (P), 404.
— mécanique de la force, par M. *P. Dohis* (P), 607.
Acier (Voy. *Fer*).
Aérostat. Sur un — dirigeable, par MM. *Renard* et *Krebs*, 523.
— Note de M. *Hervé Mangon*, 526.
Agriculture. Introduction à l'étude des principes scientiques de l' —, par M. *J. H. Gilbert*, 527.
Alimentation. Rapport de M. *Lavalard* sur le Mémoire de M. *Orry*, sur l' — des bêtes à cornes, 423.
— Système d' — des chaudières, par M. *H. Latil* (P), 402.
Alliage. Rapport de M. *Carnot* sur l' — de cuivre et de manganèse de M. *Manhès*, 461.
Allumettes. Pâte *Wagner* sans phosphore (P), 205.
Aluminium. Fabrication de l' —, par M. *W. Weldon*, 376.
— Soudure de l' —, par M. *Bourbouze* (P), 404.
Amiante. Fabrication des produits d' —, par M. *Oscar Marlier* (P), 300.
Ammoniaque et goudron, sous-produits tirés de la distillation de la houille, 455.
Appareil aérostatique, par *A. Vernet* (P), 299.
— dynamométriques. Rapport de M. *Tresca* sur les — de M. *Deny*, 363 (b).
— élévateur. Description d'un —, par M. *Thiéry* (P), 94.
— pour empêcher la collision des trains, par M. *Meyniel* (P), 299.
— pour nager, par M. *Berr* (P), 140.
— pour ouvrir et fermer les compteurs à distance, par MM. *Muratori* et *Cros* (P), 207.
— Rapport de M. *Goulier* sur l' — destiné au tracé des courbes de limons d'escalier, par MM. *Boucher* et *Noizet*, 468.
Arithmétique figurative, par M. *Lucas* (P), 210.
Avertisseur pour chemins de fer, par M. *Gabourin* (P), 553.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Azote. Sur l'origine de l' — combiné existant à la surface de la terre, par MM. *Müntz* et *Aubin*, 201.

B.

Ballon. Sur la traversée de la Méditerranée en ballon, par M. *Jovis*, 85.
Bec intensif, par M. *Schulke* (P), 611.
Beurre. Moyen de découvrir les falsifications du —, par M. *Buchet* (P), 208.
— Rapport de M. *Boitel* sur les appareils à fabriquer le —, de M. *Pilter*, 366; communication, 367 (b).
Biographie. Le laboratoire et l'enseignement de *J. B. Dumas*, par M. *Le Blanc*, 475.
— Notice sur *J. B. Dumas*, par M. *de Laboulaye*, 560.
— Notice de M. *Colladon* sur M. *Dumas*, 172.
— Éloges historiques de *Charles* et *Henri Sainte-Claire-Deville*, par M. *Dumas*, 164.
Bobinoir de la laine peignée. Rapport de M. *Ed. Simon* sur les perfectionnements apportés au —, par M. *Bazilier*, 213 (pl.).
Brevets d'invention. Convention internationale, Mémoire de M. *Ém. Barrault*, 120.
— Lettre de M. le Ministre du commerce à M. le président du Conseil de la Société relative au service des —, 239.
— Rapport de M. *C. Lavollée* sur une communication de M. *Ed. Simon* relative au service des brevets d'invention, 49.
— Rapport de M. *Lavollée* sur une proposition relative au service des —, 457.
Brosse mécanique. Rapport de M. *H. Peligot* sur une — pour nettoyer les bannetons de boulangerie, par M. *Boulais*, 257 (b).
— rotative. Rapport de M. *Rousselle* sur la — pour cirer les chaussures, de M. *Audoye*, 373 (b).
Brûleur à incandescense, par M. *Clamond* (P), 207.

C.

Cables électriques. Fabrication des —, par M. *A. Hamon* (P), 553.
Cadres. Machine à faire les — en bois, par M. *Dulché* (P), 299.
Caoutchouc. Nouvelle source, 152.
Caoutchoutine. Réclamation de M. *Plassiard* (P), 90.
Carrière. Projet d'exploitation d'une —, par M. *Marian* (P), 299.
Carte de la Nièvre, par M. *A. Jullien* (P), 355.
Casse-fil. Rapport de M. *Simon* sur le désembrayage et le — indépendant de M. *Buxtorf*, 260 (pl.).
Chandelle. Nouvelle —, par M. *Lesage* (P), 299.
Chauffage. Système pour le — des eaux dans les conduites, par M. *Robin* (P), 352.
Chaufferettes pour voitures, par M. *Morel*, présentées par M. *Tresca* (P), 93.
Chemin de fer à crémaillère, par M. *Abt*, 280.
— Communication de M. *Brull* sur le — à chaîne flottante de Dicido, 234.
Ciments. Décomposition des — par l'eau, par M. *Le Châtelier*, 551.
Clarification des eaux. Plan et description d'un appareil pour la — de M. *Laurent-Alexandre*, par M. *Jaubert* (P), 94.
Colle nouvelle, par M. *Énodeau* (P), 90.
Collier de trait pour chevaux, par M. *Picholet* (P), 553.
Combustibles minéraux, leur composition, par M. *Boussingault*, 87.
Commerce et colonisation française, par M. *R. Cortial* (P), 554.
— Lettre de M. le Ministre du — à M. le président du Conseil de la Société relative au service des brevets d'invention, 239.
Comptabilité. Rapport de M. *Dailly* sur la méthode de — agricole de M. *J. G. Pilter*, 314.
Composition. Grammaire de la — par M. *Toureaux*, Rapport de M. *de Laboulaye*, 507.
Compteur d'électricité, par M. *Gerboz* (P), 611.
Concours Présentation de Mémoires et appareils pour divers concours, 90, 91, 92, 94.
Conseil d'administration. Liste des mem-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bres titulaires et honoraires du — pour 1884, 3.
Conservation des aliments. Procédé de MM. *Mignon* et *Rouart* pour la —, Rapport de de M. *Jungfleisch* sur le prix de 1,000 francs mis au concours, 15.
Constructions mobiles de M. *Poitrineau*, Rapport de M. *Ern. Dumas*, 58 (b).
Coulage de la porcelaine, par M. *Ch. Lauth*, 330 (b).
Crayons vitrifiables. Rapport de M. *Ern. Dumas* sur les — et les moufles portatifs de M. *Lacroix*, 218 (b).

D.

Décès. *Gauthier de Rumilly*, 204.
— *de Mony-Colchen*, 204.
Désembrayage. Rapport de M. *Simon* sur le casse-fil indépendant de M. *Buxtorf*, 260 (pl.)
Désinfectant économique, par M. *X. Rich* (P), 400.
Désinfection des fosses d'aisances, par M. *Cassius Bourin* (P), 300.
— par M. *Duval* (P), 402.
Dévidoir de M. *Louis Olivier*, Rapport de M. *Ed. Simon*, 9 (b).
Discours de M. *Becquerel* fait à l'occasion des obsèques de M. *du Moncel*, 113.
— de M. *Leroux* fait à l'occasion des obsèques de M. *du Moncel*, 116.
— prononcé par M. *Frémy* aux obsèques de M. *P. Thénard*, 424.
— prononcé par M. *Louis Passy* aux obsèques de M. *Barral*, 472.

E.

Eau-de-vie de cidre, de M. *L. Duprat* (P), 300.
Eaux. Étude sur les — potables, par M. *Hamon* (P), 204.
Échelle de sauvetage pour incendies, par M. *Roussel* (P), 553.
— proportionnelle variable pour l'établissement des courbes de niveau, par M. *A. Thomas* (P), 402.
Éclairage. Emploi de l'hydrogène pour l'—, par M. *Egasse* (P), 205.
Économiste. L' — pratique, par M. *E. Cacheux* (P), 553.
Élections de bureau de la Société pour 1885, 613.
Électricité. Progrès récents des machines dynamo-électriques, par M. *Sylvanus Thompson*, 439 (b).
— Sur les procédés de l'éclairage électrique, par M. *W. H. Preece*, 483.
— Sur les piles pour l'éclairage électrique, par M. *I. Probert*, 488.
Élévation de l'eau sans moteur, par M. *Th. Foucault* (P), 304.
Engrais complet, par M. *Blandin* (P), 607.
Enseignement. (Voy. *Laboratoire*.)
Etat financier de la Société. Rapport de M. *Bordet*, 564.
— Rapport de M. le général *Mengin-Lecreulx*, 571.
Excentrique. Distribution par un seul —, par M. *Delfosse* (P), 207, 299.

F.

Falsification. Note sur la falsification de l'émétique par l'acide oxalique, par M. *J. Casthelaz* (P), 91.
Farines. Sur les causes de l'altération des —, par M. *Bolland*, 344.
Fausset hygiénique pour le tirage des boissons, par M. *N. Berthelot* (P), 554.
— pour tirage et mise en bouteille des vins, par M. *Houdart* (P), 553.
Fer et acier. Institut du —, 347.
Fermentation panaire. Notes de MM. *Chicandard*, *Marcano*, *Moussette* et *Boutroux*, 335.
Fermeture de croisée, par M. *E. Drapier* (P), 607.
Ferrures. Rapport de M. *Lavalard* sur des spécimens de — à glace, de M. *Aureggio*, 461.
Feutre pour machines à papier, par M. *J. Guérin* (P), 203.
Filature de laine. Rapport de M. *Simon* sur les perfectionnements apportés à la — peignée, par M. *Ed. Comte*, 357 (pl.).
Flambeur automatique pour destruction du phylloxera, par M. *Gaillot* (P), 205.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fonçage d'un puits de mine dans un terrain aquifère, communication de M. *Haton de la Goupillière*, 190.
Foyer pour régulariser la combustion, par M. *Forney* (P). 352.
Freins. Perfectionnements apportés aux — à vide, par MM. *Hardy* et *Poupard* (P), 96.
— funiculaire de M. *Lemoine* (B), 556.

G.

Garde-fou pour regard d'égout de M. *Caillette*, Rapport de M. *Rousselle*, 110 (b).
Gaz. Fabrication du — par des résidus de distillation, par M. *Le Blanc*, 69.
— Fabrication du — et de l'hydrogène, par M. *Th. Foucault* (P), 210.
Goudron. (Voy. *Ammoniaque.*)
Générateur à vapeur système *Bull* (P), 604.

H.

Hélice comme propulseur des ballons, par M. *Leroy* (P), 610.
Huile de lin. Influence des métaux sur l'oxydation de —, par M. *Livache* (P), 299.
Hydrogène. Appareil pour la fabrication de l'—, par M. *Égasse*, Rapport de M. *Bérard*, 197.
Hydromoteur. — Appareil — à parachute de M. *Jagn*, par M. *Sage* (P), 402.

I.

Indications diverses à distance, par M. *J. Rosaye* (P), 610.
Indigo. Détermination de l'—, par M. *Ch. Wolff*, 552.
Injecteurs à traction pour le traitement des vignes phylloxérées, par M. *G. Gastine* (P), 554.
Insecticide pour le phylloxera, par M. *Picha* (P), 300.
— pour le phylloxera, par M. *Heller* (P), 355.
— pour le phylloxera, par M. *H. Bouillet* (P), 303, 353.
Irrigateur. Perfectionnement à l'—, par M. *Simond* (P), 299.
Irrigations. Étude sur les — de la vallée du Pô, par M. *A. Hérisson* (P), 353.

J.

Jus sucrés. Étude du traitement pneumatique des —, par M. *Calliburcès* (P), 402.

L.

Laboratoire et enseignement de M. *J. B. Dumas*, par M. *F. Le Blanc*, 475.
Lait. Détermination des éléments du —, par le Dr *Quesneville* (P). 353.
Lampe électrique, par M. *Trouvé* (P), 606.
— de mineur, par M. *Lotineaux* (P), 90.
— de sûreté. Communication de M. *Haton de la Goupillière* sur deux propositions sur la — pour les mines, par M. *Lechien*, 276 (b).
Latrines. Fermeture hermétique pour —, par M. *J. Beaupied* (P), 400.
Lit pliant. Système de — de M. *Anquetin*, Rapport de M. *Rousselle*, 508 (b).
Locomotives sans foyer, prix de revient de traction, par M. *L. Francq* (P), 300.
Loi relative aux fraudes tendant à faire passer pour français des produits fabriqués à l'étranger ou en provenant, Rapport de M. *G. Roy*, 419.
Lubrificur. Rapport de M. *Lecœuvre* sur le — mécanique (système *Mollerup*), présenté par M. *Drevdal*, 309 (pl.).
Lunettes. Application de l'éclairage électrique aux — astronomiques, par M. *Towne* (P), 299.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M.

Machine à agglomérer. Notice sur une —, par M. *V. Biétrix* (P), 353
— hydraulique. Sur l'oscillation de l'eau dans les —, par M. *Caligny* (P), 302.
— Projet de — électrique, par M. *Coret* (P), 303.
Manivelle. Nouveau système de —, par M. *F. Fédé* (P), 353.
Mécanique Jacquard à cylindre réduite de M. *J. Verdol*, Rapport de M. *Ed. Simon*, 51 (pl.).
Matières fécales. Traitement des —, par M. *Guénantin* (P), 604.
Médailles de différentes classes accordées aux industriels dans la séance générale du 26 décembre 1884, 583.
— de bronze décernées aux contremaîtres et ouvriers dans la même séance, 595.
Mecunerie. Système de — de MM. *Mariotte* et *Boffy*, par M. *Wersebeckmann* (P), 205.
Mines. Communication de M. *Haton de la Goupillière* sur le fonçage d'un puits de mine dans un terrain aquifère, 199.
— Communication de M. *Haton de la Goupillière* sur un nouvel appareil d'extraction des mines, 231 (b).
— Statistique minérale de la Grande-Bretagne, par M. *A. Blavier*, 40.
Moteur. Nouveau —, par M. *Fr. Martin* (P), 353.
— Petit — rotatif, par M. *Guilmant* (P), 204.
— pour machines à coudre, par M. *C. Mineau* (P), 352.
— Petit —, par M. *Dohis* (P), 90.
— Petit — pour atelier de famille, par M. *Racine* (P), 94.
— rotatif à vapeur, par M. *Baudet*, 299.
Moufles portatifs. Rapport de M. *Ern. Dumas* sur les crayons vitrifiables et les — de M. *Lacroix*, 218 (b).
Mouture. Compte rendu de la — des grains, par M. *E. Gatellier* (P), 554.
Musées scolaires, par M. *Sosson* (P), 355.

N.

Naphte. Industrie des huiles de — au Caucase, 241 (b), 292.
Navigation aérienne. Appareil de démonstration pour —, par M. *Mayoux* (P), 400.
— Application de l'électricité, par MM. *Albert* et *Gaston Tissandier*, 140.
— par M. *Mayoux* (P), 355.
— Système de —, par M. *Guérineau* (P), 300.
Nécrologie. Discours de M. *Leroux* fait à l'occasion des obsèques de M. *du Moncel*, 113.
— Discours de M. *Becquerel* fait à l'occasion des obsèques de M. *du Moncel*, 113.
— Discours prononcé par M. *Frémy* aux obsèques de M. *P. Thénard*, 424.
— Discours prononcé par M. l'amiral *Cloué* sur la tombe de M. *Breguet*, 20.
— Notice sur les travaux de *Lawrence Smith*, par M. *F. Le Blanc*, 22.
— Notice de M. *E. Peligot* sur M. *Bontemps*, 274.
— Notice de M. *E. Peligot* sur M. *de Fontenay*, 328.
— Notice de M. *Mascart* sur M. *Bertin*, 511.
— Notice de M. *Tresca* sur M. *Eug. Bourdon*, 515.
— Notice sur M. *Marcel Vétillart*, 520.
— Notice de M. *Mascart* sur sir *William Siemens*, 221.
— Notice de M. *Daubrée* sur les travaux de M. *Quintino Sella*, 228.
— Notice sur M. *Calla*, 374.
— Obsèques de M. *Dumas*, 153.
Niveaux à fiole indépendante, dispositif à prismes de M. *Klein* et M. *Berthélemy*, Rapport de M. le colonel *Goulier*, 97 (b).

O.

Œnologique. Produit —, par M. *Tronc* (P), 554.
Oxygène. Fabrication de l' —, par MM. *Brin* frères (P), 355.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

P.

Pain. Étude sur le —, par M. *A. Burger* (P), 353.
— (Voyez *Fermentation panaire*).
Pavés de bois. Procédé de fabrication des — de M. *Mallet*, par M. *Barbe* (P), 205.
Pendule astronomique. Rapport de M. *Redier* sur la — de M. *Fénon*, 405 (pl.).
Peronospora. Mémoire sur le — de la vigne, par M. *Gazzotti* (P), 300.
Pierre lithographique. Échantillon présenté par M. *Coillot* (P), 90.
— par M. *Bourrel* (P), 355.
Photocalque. Rapport de M. *Davanne*, sur le — de M. *Cheysson*, 414.
Phylloxera. Mémoire sur le —, par M. *F. Bertin* (P), 554.
— Mémoire sur l'œuf d'hiver du —, par *Héron-Royer* (P), 353.
— Traité du —, par MM. *Crespi* (P), 353.
Polytypographie, par M. *P. Noizette* (P), 401.
Pompes hydrauliques et soufflerles, par M. *Chamolle* (P), 205.
Procès-verbaux des séances du Conseil. Séance du 11 janvier 1884, 90; — du 25 janvier, 94; — du 8 février, 203; — du 22 février, 205; — du 14 mars, 207; — du 28 mars, 211; — du 25 avril, 256; — du 9 mai, 298; — du 23 mai, 214; — du 13 juin, 352; — du 27 juin, 355; — du 11 juillet, 400; — du 25 juillet, 402; — du 24 octobre, 553; — du 14 novembre, 604; — du 28 novembre, 607; — du 12 décembre, 609; — séance générale du 26 décembre, 612.
Prix. Grand — des arts mécaniques, Rapport de M. *H. Tresca* sur le servo-moteur de M. *J. Farcot*, 572.
— *Fourcade*. Rapport de M. *Fourcade* sur le prix fondé par les exposants de la classe 47 à l'Exposition universelle de 1878, 574.
— des arts mécaniqnes. Rapport de M. *Pihet* sur le concours pour la machine à tailler les fraises, 575.
— des arts chimiques. Rapport de M. *Carnot* sur le concours pour la découverte d'un alliage utile aux arts, 576.
Prix d'agriculture. Rapport de M. *Risler* sur le concours pour la meilleure étude sur l'agriculture et l'économie rurale, 577.
— Rapport de M. *Prillieux* sur le concours relatif à l'étude de l'œuf d'hiver du phylloxera, 580.
— Rapport de M. *Müntz* sur le concours pour reconnaître les falsifications du beurre, 582.
Programme des prix et médailles mis au concours par la Société pour les années, 386.
Propulseur. Système de — pour la navigation aérienne, par M. *Pennin* (P), 94.
Puits artésiens. Documents relatifs à un projet d'alimentation de Paris, Rapport de M. *Dumas*, 73.
Pyromètre différentiel, par M. *de Saintignon* (P), 210.
— de MM. *Boulier* frères, communication de M. *Lauth*, 38 (b),
Pyrites. Utilisation des résidus de, — par M. *J. Creutz*, 383.

R.

Reboisement. Rapport de M. *Boitel* sur l'ouvrage de M. *Demontzey*, intitulé : — *des montagnes*, 313.
Régénérateur pour les plantes du Dr *Guibert* (P), 300.
Règle à calcul, par M. *Péraux*, Rapport de M. *Goulier*, 302.
Résidus. Utilisation des — de sciure et de peaux, par M. *Keller-Larose* (P), 204.
Résine. Industrie de la — dans les Landes, par M. *Adolphe Renard*, 498.
Réverbère de sûreté de M. *Lechien*, Rapport de M. *Bardy*, 12.

S.

Scaphandre. Perfectionnement au —, par M. *Colleret-Rosensteel* (P), 299.
Scies. Appareil pour prévenir les accidents dus aux — circulaires, par M. *Peiny* (P), 205.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Scies. Rapport de M. *Dufresne* sur la — à découper le marbre, de M. *Jeansaume*, 305 (b).
Séances du Conseil d'administration. (Voy. *Procès-verbaux*.)
Séance générale du 26 décembre 1884, 557.
Semoir perfectionné, par M. *Danten* (P), 204.
Servo-moteur. Rapport de M. *H. Tresca* sur le — de M. *J. Farcot*, 572.
Soudage du fer. Poudre chimique pour —, par M. *Laffite* (P), 299.
Soude. Fabrication de la —, par M. *Walter Weldon*, 551.
— Rôle historique de la — artificiclle extraite du sel marin, par M. *J. B. Dumas*, 431.
— Extrait du livre de M. *Anastasi* sur *Nicolas Leblanc*, 435.
Soufflage du verre par un moyen mécanique, système *Appert* (P), 96.
Sphère géographique, par M. *Beauchamps* (P), 207.
Sphérotrope, par M. *Huguet* (P), 606.
Statistique graphique. Rapport de M. *Lavollée* sur l'album de — publié par le Ministère des travaux publics, 219.
— minérale de la Grande-Bretagne, par M. *A. Blavier*, 40.
Sténotélégraphie, par M. *Cassagnes* (P), 404.
Sulfure de carbone. Sur les propriétés antiseptiques du —, par M. *Ckiandy-Bey*, 493.
— Sur le — et son emploi en dissolution dans l'eau pour le traitement des vignes phylloxérées, 495.
Sylviculture. Notions de —, par M. *E. Muel* (P), 554.

T.

Tasseaux en zinc pour couvertures, par M. *Aug. Pécheur* (P), 610.
Teinture au XIXe siècle, par M. *Th. Grison* (P), 554.
Téléphones. Améliorations pour l'installation des —, par M. *A. Mourer* (P), 553.
Théorie. Rapport de M. *Roy* sur la — des prix proportionnels de vente, de M. *Ernest Fuchs*, 322 ; — communication de M. *Ern. Fuschs*, 324.
Thermodynamique, par M. *Tellier* (P), 553.
Tige de suspension. Rapport de M. *Tresca* sur un système de — à arrêt automatique de M. *Jacquet*, 505 (b).
Tissus. Monographie des tissus artistiques, par M. *Gand* (P), 209.
Tondeuse mécanique, système *Guillaume* (P), 355.
— pour brosses, par M. *Aug. Coret* (P), 604.
Topographie. Appareil de — automatique, de M. *Gillet* (P), 90.
Touage par chaîne sans fin, par M. *Zédé*, 24 (pl.).
Traction. Nouveau mode de —, par M. *Delagrange* (P), 207.
Transmission à distance des indications thermométriques, par M. *Ponvmarff* (P), 553.
— par bielles, pour remplacer le système par courroies, par M. *Lugues* (P), 90, 94.
— Système de — de la force, par M. *Laffargue* (P), 90.
Transport électrique de la force, par M. *E. Parod* (P), 607.
Trempe de l'acier. Rapport de M. *Carnot* sur la — par compression, de M. *Clémandot*, 263.
Tubes en fer. Système de fabrication des —, par M. *Galibert* (P), 210.
Typographie artistique, par M. *Manzé* (P), 606.

V.

Vapeur. Emploi de la — désaturée, par M. *Griveaux* (P), 207.
— Système d'emploi nouveau de la —, par M. *Trémoulière* (P), 353.
Vaseline. Sur la —, par M. *J. Otto*, 381.
Ventilation. Système de —, par M. *Berné* (P), 352.
Verre de lampe de M. *Bayle*, Rapport de M. *Bardy*, 63 (b).
— Sur le soufflage mécanique du —, par M. *Bontemps*, 83.
Vide. Appareil à faire le —. par M. *G. Desrameaux* (P), 553.
Vigne. Maladies de la —, par M. *Bussière* (P), 554.
Vins Appareil pour le chauffage automatique des —, par M. *Houdart* (P), 553.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA QUATRE-VINGT-TROISIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

(*Troisième série. — Tome XI.*)

(La lettre (**P**) à la suite d'un article indique qu'il ne s'agit que d'une présentation.)

A.

Abt (*R.*). Chemins de fer à crémaillère, 280.
Anastasi. Extrait du livre sur Nicolas *Leblanc*, 435.
Ancelin (*Edmond*), ouvrier (méd. br.), 597.
Anquetin. Système de lit pliant, rapport de M. *Rousselle*, 508 (b) ; (méd. arg.), 591.
Appert. Soufflage mécanique du verre (P), 96.
Aubin. (Voyez *Müntz* et *Aubin*.)
Audoye (*P.*). Brosse rotative pour cirer les chaussures, rapport de M. *Rousselle*, 373 (b).
Aureggio. Spécimens de ferrures à glace, rapport de M. *Lavallard*, 461 ; (méd. arg.). 591.

B.

Barbe. (Voy. *Mallet*.)
Bardy. Rapport sur les verres de lampe de M. *Bayle*, 63 (b).
— Rapport sur le reverbère de sûreté présenté par M. *Lechien*, 12.
Barral. Discours prononcé par M. Louis *Passy* aux obsèques de M. —, 472.
Barrault (*Émile*). Convention internationale sur les brevets d'invention, 120.
Baudet (*F.*). Moteur rotatif à vapeur (P), 299.
Bayle (*P.*). Verres de lampe, rapport de M. *Bardy*, 63 (b) ; (méd. arg.), 591.
Bazilier. Perfectionnements apportés au bobinoir de la laine peignée, rapport de M. Ed. *Simon*, 213 (pl.) ; (méd. pl.), 589.
Beauchamps. Sphère géographique (P), 207.
Beaupied (*J.*). Fermeture hermétique pour latrines (P), 400.
Becquerel. Allocution prononcée dans la séance générale du 26 décembre 1884, 558.
— Discours fait à l'occasion des obsèques de M. *du Moncel*, 113.
Bérard. Rapport sur l'appareil pour la fabrication de l'hydrogène, de M. *Égasse*, 197.
Berné. Système de ventilation (P), 352.
Berr (*Fréd.*). Appareil pour nager (P), 94.
— Système pour empêcher la rentrée de l'air dans les barriques (P), 355.
Berthélemy. Dispositif à prismes, pour les niveaux à fiole indépendante, imaginé par M. *Klein*, rapport de M. le colonel *Goulier*, 97 (b).
Berthelot (*N.*). Fausset hygiénique pour le tirage des boissons (P), 554.
Bertin. Notice de M. *Mascart*, 511.
Bertrand (*J.*). Discours prononcé aux obsèques de M. *Dumas*, 158.
Beltmann (*Charles*), ouvrier (méd. br.), 597.
Biétrix (*V.*). Notice sur une machine à agglomérer (P), 353.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Blandin (Ch.). Engrais complet (P), 607.
Blavier (A.). Statistique minérale de la Grande-Bretagne, 40.
Boffy (Voy. *Mariotte*).
Bois (Ulysse), contremaître (méd. br.), 597.
Boiteau. Prix d'agriculture. Étude de l'œuf d'hiver du phylloxera, rapport de M. *Prillieux*, 580.
Boitel. Rapport sur les appareils à fabriquer le beurre de M. *Pilter*, 366.
— Rapport sur l'ouvrage de M. *Demontzey*, intitulé : *Reboisement des montagnes*, 313.
Bonnaz. Prix des arts mécaniques. Machine à tailler les fraises, rapport de M. *Pihet*, 575.
Bontemps. Sur le soufflage mécanique du verre, 83.
— Notice de M. *E. Peligot*, 274.
Bordet. Rapport sur l'état financier de la Société, 564.
Bouchard. Prix d'agriculture. Etude d'économie rurale, rapport de M. *Risler*, 577.
Boucher et *Noizet*. Appareil pour tracer les courbes rampantes des limons d'escalier, rapport de M. *Goulier*, 468.
Bouet (Louis) (méd. br.), 597.
Bouillet (H.). Insecticide pour le phylloxera (P), 303, 353.
Boulais. Brosse mécanique pour nettoyer les bannetons de boulangerie, rapport de M. *H. Peligot*, 257 (b) ; (méd. br.), 593.
Boulanger, ouvrier (méd. br.), 597.
Boulier (frères). Pyromètre, communication de M. *Lauth*, 38 (b).
Bourbaud (M^lle^ *Joséphine*). Mémoires divers (P), 303, 605, 610.
Bourbouze. Soudure à l'aluminium (P), 404.
Bourdon (Eugène). Notice de M. *Tresca*, 515.
Bourin (Cassius). Désinfection des fosses d'aisances (P), 300.
Bourrel. Pierres lithographiques (P), 355.
Boussingault. Composition de substances minérales combustibles, 87.
Boutroux. Sur la fermentation panaire, 340.
Bréguet. Discours prononcé par M. l'amiral *Cloué* sur la tombe de —, 20.
Brié. Moyen de détruire le phylloxera (P), 208.
Brin (frères). Fabrication de l'oxygène (P), 355.
Brull. Communication sur le chemin de fer à chaîne flottante de Dicido, 234.
Buchet. Moyen de découvrir les falsifications du beurre (P), 208.
Bull. Générateur à vapeur (P), 605.
Burger (A.). Étude sur le pain (P), 353.
Bussière. Maladies de la vigne (P), 554.
Buxtorf (Emanuel). Nouveau désembrayage et casse-fil indépendant, rapport de M. *Simon*, 260 (pl.) ; (méd. or), 585.

C.

Cacheux (E.). L'économiste pratique (P), 553.
Caillette. Garde-fou pour regard d'égout, rapport de M. *Rousselle*, 510 (b) ; (méd. br.), 593.
Caligny. Oscillations de l'eau dans les machines hydrauliques (P), 302.
Calla. Notice nécrologique, 374.
Calliburcès (P.). Traitement pneumatique des jus sucrés (P), 402.
Carbonnel, ouvrier (méd. br.), 598.
Carnot (Ad.). Rapport sur la trempe de l'acier par compression de M. *Clémandot*, 263.
— Rapport sur l'alliage de cuivre et de manganèse de M. *Manhès*, 464.
— Rapport sur le concours du prix des arts chimiques, 576.
Caron (Joseph) (méd. br.), 598.
Cassagnes. Sténotélégraphie (P), 404.
Casthelay. Note sur la falsification de l'émétique (P), 91.
Cauvet. Discours prononcé aux obsèques de M. *Dumas*, 165.
Chala (A.). Enduit diamantinisé (P), 610.
Chamolle. Pompes et souffleries (P), 205.
Charpentier (Victor), ouvrier (méd. br.), 598.
Chenevier. Memento graphique du constructeur (méd. br.), 593.
Chevalier (Jean-Baptiste), contremaître (méd. br.), 598.
Cheysson. Album de statistique graphique, rapport de M. *Lavollée*, 219.
— Photocalque, rapport de M. *Davanne*, 414.
Chicandard. Sur la fermentation panaire, 335, 343; sur les causes de l'altération des farines, 344.
Ckiandi-Bey. Sur les propriétés antiseptiques du sulfure de carbone, 493.
Clamond. Nouveau brûleur à incandescence (P), 207.
Clémandot. Trempe de l'acier par compression, rapport de M. *Carnot*, 263 ; (méd. pl.), 589.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cloué. Discours prononcé sur la tombe de M. *Breguet*, 20.
Coillot. Échantillon de pierre lithographique (P), 90.
Colladon. Notice biographique sur M. *Dumas*, 172.
Colleret-Rosensteel. Perfectionnement au scaphandre (P), 299.
Comte (*Édouard*). Perfectionnements apportés à la filature de la laine peignée, rapport de M. *Simon*, 357 (pl.) ; (méd. pl.), 590.
Coret (*Aug.*) Projet de machine électrique (P), 303.
— Tondeuse pour brosses (P.), 605.
Cortial (*R.*). Sur le commerce et la colonisation française (P), 544.
Crampon (*Jean-Baptiste*), ouvrier (méd. br.), 598.
Crespi (*M.*). Traité du phylloxera (P), 353.
Creutz (*J.*). Utilisation des résidus de pyrites, 383.
Cros. (Voy. *Muratori*.)

D.

Dailly (*Ad.*). Rapport sur la méthode de comptabilité agricole de M. *J. G. Pilter*, 314.
Danten. Semoir perfectionné (P), 204.
Daubrée. Notice sur les travaux de M. *Quintino Sella*, 228.
Davanne. Rapport sur le photocalque de M. *Cheysson*, 414.
Debray. Discours fait à l'occasion des obsèques de M. *Dumas*, 153.
Delagrange. Nouveau mode de traction (P), 207.
Delfosse. Distribution par un seul excentrique (P), 207, 299.
Demontzey. Reboisement des montagnes, rapport de M. *Boitel*, 313.
Denis (*Gustave*). Discours prononcé aux obsèques de M. *Dumas*, 169.
Deny. Appareils dynamométriques, rapport de M. *A. Tresca*, 363 (b); (méd. br.), 593.
Dequersonnière (*Oscar*), ouvrier (méd. br.), 593.
Desrameaux (*G.*). Appareil à faire le vide (P), 553.
Dohis. Petit moteur (P), 90.
— Accumulateur mécanique de la force (P), 607.
Doublet. Destruction du phylloxera (P), 205.
Drapier (*E.*). Fermeture de croisée (P), 607.
Drevdal. Lubrifieur mécanique, système *Mollerup*, rapport de M. *Lecœuvre*, 309 (pl.); (méd. br.), 594.
Duchemin (M^me^ *Anaïs*), ouvrière (méd. br.), 598.
Dufresne. Rapport sur la scie à découper le marbre de M. *Jeansaume*, 205 (b).
Dulché. Machine à faire les cadres en bois (P), 299.
Dumas (*Ern.*). Rapport sur les constructions mobiles de M. *Poitrineau*, 58 (b).
— Rapport sur les crayons vitrifiables et les moufles portatifs de M. *Lacroix*, 218 (b).
— Rapport sur les dépôts électro-chimiques de M. *F. Weill*, 259.
Dumas (Président). Discours fait à l'occasion des obsèques de —, par M. *Debray*, 153.
— Discours prononcé aux obsèques de —, par M. *d'Haussonville*, 156.
— Discours prononcé aux obsèques de —, par M. *Bertrand*, 158
— Discours prononcé aux obsèques de —, par M. *Rolland*, 159.
— Discours prononcé aux obsèques de —, par M. *Wurtz*, 161.
— Discours prononcé aux obsèques de —, par M. *Melsens*, 164.
— Discours prononcé aux obsèques de —, par M. *Cauvet*, 165.
— Discours prononcé aux obsèques de —, par M. *Denis*, 169
— Discours prononcé aux obsèques de —, par M. *Nusse*, 170.
— Notice biographique, par M. *Colladon*, 172.
— Éloges historiques de *Charles* et *Henri Sainte-Claire-Deville*, 174.
— Le laboratoire et l'enseignement de —, par M. *F. Le Blanc*, 475.
— Projet d'érection d'une statue à —, 303.
— Rapport sur un projet d'alimentation de Paris par puits artésiens, 74.
— Rôle historique de la découverte de la soude artificielle extraite du sel marin, 431.
Dupont (*Jean-Baptiste*), ouvrier (méd. br.), 599.
Duprat (*L.*). Eau-de-vie de cidre (P), 300.
Dupuis et *Jeanmaire*. Accrochage automatique des wagons (P), 607.
Dupuy de Lôme. Note sur le touage par chaîne sans fin, 34.
Duval (*A.*). Désinfection des fosses d'aisances (P), 402.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

E.

Égasse. Appareil pour la fabrication de l'hydrogène, rapport de M. *Bérard*, 197.
— Éclairage par l'hydrogène (P), 205.
Elie de Beaumont. Lettre adressée à M. *Dumas* à propos du rapport de la Commission des puits artésiens de Paris, 74.
Éloire (Auguste). Prix d'agriculture. Étude d'économie rurale, rapport de M. *Risler*, 577.
Enodeau. Nouvelle colle (P), 90.
Escalle. Érection d'une statue à *J. B. Dumas*, 303.

F.

Farcot (Joseph). Grand prix de la Société. Servomoteur, rapport de M. *H. Tresca*, 572.
Fédé (F.). Nouveau système de manivelle (P), 353.
Fénon. Pendule astronomique destinée à l'observatoire de Marseille, rapport de M. *Redier*, 405 (pl); (méd. or), 586.
Filli Vernay. Viticulture (P), 204.
Flament. Allumettes sans phosphore, pâte *Wagner* (P), 205.
Forney. Système de foyer (P), 352.
Fontaine (Hippolyte). Électrolyse (P), 605.
Fontenay (de). Notice de M. *Eug. Peligot*, 328.
Fonvielle (W. de). Brochure sur l'aérostat dirigeable de Meudon (P), 607, 609.
Foucault (Théophile). Fabrication du gaz carburé et de l'hydrogène (P), 210.
— Élévation de l'eau sans moteur (P), 304.
Fougeray (André-Désiré), contremaître (méd. br.), 599.
Fourcade. Rapport sur le prix fondé par les exposants de la classe 47 à l'Exposition universelle de 1878, 574.
Francq (Léon). Prix de revient de traction des locomotives sans foyer (P), 300.
Fréminville (de). Présentation de la communication de M. *Zédé* sur le touage par chaîne sans fin, 24.
Frémy. Discours prononcé aux obsèques de M. *P. Thénard*, 424.
Fuchs (Ernest). Théorie des prix proportionnels de vente, communication 324; rapport de M. *Roy*, 522; (méd. arg.), 592.

G.

Gabourin. Avertisseur pour chemin de fer (P), 553.
Gaillot. Flambeur automatique pour détruire le phylloxera (P), 205.
Galibert. Fabrication des tubes en fer (P), 210.
Gand (Édouard). Monographie des tissus artistiques présentée par M. *Simon* (P), 209.
Gauthier de Rumilly. Annonce du décès, 204.
Gastine (G.). Injecteurs à traction pour le traitement des vignes phylloxérées (P), 554; (méd. or.), 586.
Gatellier (E.). Compte rendu de la mouture des grains (P), 554.
Gazzotti (G.). Mémoire sur le peronospora de la vigne (P), 300.
Genreau (Claude). Prix *Fourcade*, rapport de M. *Fourcade*, 574.
Gerboz. Compteur d'électricité (P), 611.
Gérin (Louis-Charles), ouvrier (méd. br.), 599.
Gibert (Louis-François), ouvrier (méd. br.), 599.
Gilbert (J.-H.). Introduction à l'étude des principes scientifiques de l'agriculture, 527.
Gillet. Appareil de topographie automatique (P), 90.
Goujet (A.). Abat-jour universel (P), 400.
Grison (Th.). La teinture au XIX^e^ siècle (P), 554.
Griveaux. Emploi de la vapeur désaturée (P), 207.
Grouzelle (Charles-Auguste), contremaître (méd. br.), 599.
Goulier. Rapport sur un dispositif à prismes pour les niveaux à fiole indépendante, de M. *Klein* et M. *Berthélemy*, 97 (b).
— Rapport sur un appareil destiné au tracé des courbes rampantes des limons d'escalier, par MM. *Boucher* et *Noizet*, 468.
Guénantin. Traitement des matières fécales (P), 604.
Guérin (J.). Feutre pour machines à papier (P), 203.
Guérineau (E.). Système de navigation aérienne (P), 300.
Guibert (M^me^ E.). Régénérateur pour les plantes (P), 300.
Guillan (François), contremaître (méd. br.), 599.
Guillard. Destruction du phylloxera (P), 211.
Guillaume. Tondeuse mécanique (P), 355.
Guilmant. Petit moteur rotatif (P), 204.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

H.

Hamon (*A.*). Étude sur les eaux potables (P.), 204.
— Fabrication des câbles électriques (P), 553.
Hardy. Perfectionnements apportés aux freins à vide, présentés par M. *Poupard* (P), 96.
Haton de la Goupillière. Communication sur un fonçage de puits de mine dans un terrain aquifère, 199.
— Communication sur un nouvel appareil pour l'extraction des mines, 231 (b).
— Communication sur deux propositions relatives à la lampe de sûreté pour les mines, par M. *Lechien*, 274 (b).
Haussonville (comte d'). Discours prononcé aux obsèques de M. *Dumas*, 156.
Heller. Destruction du phylloxera (P), 355.
Hérisson (*A*). Étude sur les irrigations de la vallée du Pô (P), 353.
Héron-Roger. Mémoire sur l'œuf d'hiver du phylloxera (P), 353.
Hiest (*Désiré*), ouvrier (méd. br.), 600.
Houdart. Fausset pour le tirage et la mise en bouteille des vins (P), 553.
— Appareil pour le chauffage automatique des vins (P), 553.
Huguet. Sphérotrope (P), 606.

J.

Jacob, contremaître (méd. br.), 600.
Jacquet. Système de tige de suspension à arrêt automatique, rapport de M. *Tresca*, 505 (b) ; (méd. br.), 594.
Jagn. Hydromoteur à parachute (P), 402.
Jaubert. Plan et description d'un appareil pour la clarification des eaux, par M. *Laureent-Alexandre* (P), 94.
Jeanmaire. (Voy. *Dupuis*.)
Jeansaume. Scie à découper le marbre, rapport de M. *Dufresne*, 205 (b) ; (méd. arg.), 592.
Jovis (*P.*). Sur la traversée de la Méditerranée en ballon, 85.
Jullien (*A.*). Carte de la Nièvre (P), 355.
Jung (*Pierre*), ouvrier (méd. br.), 600.
Jungfleisch. Rapport sur le prix de 1,000 francs mis au concours pour la conservation des aliments, et accordé à MM. *Mignon* et *Rouart*, 15.

K.

Keller-Larose. Utilisation de résidus de sciures et de peaux (P), 204.
Kesseler. Durcissement des pierres (méd. or), 587.
Klein. Dispositif à prismes, pour les niveaux à fiole indépendante, construit par M. *Berthélemy*, rapport de M. le colonel *Goulier*, 97 (b).
Krebs (*A.*). (Voy. *Renard*).

L.

Lacroix. Crayons vitrifiables et moufles portatifs, rapport de M. *Ern. Dumas*, 218 (b).
Laboulaye (*de*). Rapport sur la grammaire de la composition, de M. *Toureaux*, 507.
— Notice sur *J. B. Dumas*, 560.
Laffargue. Système de transmission de la force (P), 90.
Laffite (*J.*). Poudre pour souder le fer et l'acier (P), 299.
Langlassé (*Eugène*), ouvrier (méd. br.), 600.
Latil (*H.*). Système d'alimentation des chaudières (P), 402.
Laurent (*César-Joseph*), ouvrier (méd. br.), 600.
Laurent-Alexandre. Plan et description d'un appareil pour la clarification des eaux, présenté par M. *Jaubert* (P), 94.
Lauth (*Ch.*). Pyromètre de MM. *Boulier* frères, 38 (b).
— Coulage de la porcelaine, 330 (b).
Lavalard. Rapport sur l'alimentation des bêtes à cornes. Mémoire de M. *Orry*, 423.
— Rapport sur des spécimens de ferrures à glace de M. *Aureggio*, 461.
Lavollée (*C.*). Rapport sur une communication de M. *Ed. Simon*, relative au service des brevets d'invention, 49.
— Rapport sur l'Album de statistique graphique, publié par le Ministère des travaux publics, 219.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lavollée (C.). Rapport sur une proposition relative au service des brevets d'invention, **457**.
Lawrence Smith. Notice sur les travaux de —, par M. *F. Le Blanc*, **22**.
Lechâtelier. Décomposition des ciments par l'eau, **551**.
Lechien. Reverbère de sûreté, rapport de M. *Bardy*, **12**.
— Propositions relatives à la lampe de sûreté pour les mines, rapport de M. *Haton de la Goupillière*, **274** (b).
Lecœuvre. Rapport sur le lubrifieur mécanique, système *Mollerup*, présenté par M. *Drevdal*, 309 (pl.).
Le Blanc (Félix). Le laboratoire et l'enseignement de M. *J. B. Dumas*, **475**.
— Fabrication du gaz par des résidus de distillation, **69**.
— Notice sur les travaux de *Lawrence Smith*, **22**.
Leblanc (Nicolas). Extrait du livre de M. *Anastasi* sur —, **435**.
Lefebvre (Louis), ouvrier (méd. br.), **600**.
Lefèvre (Ambroise), ouvrier (méd. br.), **601**.
Legrand (frères). Impressions en relief sur étoffes (méd. or), **587**.
Lemoine (J.). Frein funiculaire (P), **556**.
Leroux. Discours fait à l'occasion des obsèques de M. *du Moncel*, **116**.
Leroy. Hélice comme propulseur des ballons (P), **610**.
Lesage. Nouvelle chandelle (P), 299.
Livache. Influence des métaux sur l'oxydation de l'huile de lin (P), **299**.
Longuet (Jean-Baptiste-Marie), ouvrier (méd. br.), **601**.
Lotineaux. Lampe de mineur (P), **90**.
Louvrier (Victor), contremaître (méd. br.), **601**.
Lucas. Arithmétique figurative (P), **210**.
Lugues. Système de transmission pour machines à pistons (P), **90**, **94**, **355**.

M.

Machefer. Destruction des insectes parasites (P), **211**.
Magneur-Lavergne. Moyen de détruire le phylloxera (P), **208**.
Magot (René-Charles), ouvrier (méd. br.), **601**.
Mallet. Procédés de la fabrication des pavés de bois (P), **205**.
Mangon (Hervé). Note sur l'aérostat dirigeable de MM. *Renard* et *Krebs*. **526**.
Manhès (Pierre). Alliage de cuivre et de manganèse, rapport de M. *Carnot*, **464**. — Prix des arts chimiques, rapport de M. *Carnot*, **576**.
Manze. Typographie artistique (P), **606**.
Marcano. Sur la fermentation panaire, **338**, **343**.
Marchand. (Voy. *Gerboz.*)
Marian (J.). Projet d'exploitation d'une carrière (P), **299**.
Mariotte et *Boffy*. Système de meunerie (P), **205**.
Marlier (Oscar). Fabrication des produits d'amiante (P), **300**.
Martin (Fr.). Nouveau moteur (P), **353**,
Mascart. Notice sur sir *William Siemens*, **221**.
— Notice sur M. *Bertin*, **511**,
Mayoux. Navigation aérienne (P), **355**.
— Appareil de démonstration pour navigation aérienne (P), **400**.
Melsens. Discours prononcé aux obsèques de M. *Dumas*, **164**.
Mengin-Lecreulx. Rapport sur les comptes de **1883**, **571**.
Meyniel. Appareil pour empêcher la collision des trains (P), **299**, **400**.
Mézière. Note sur un voyage en Asie-Mineure (P), **610**.
Mignon et *Rouart*. Système de conservation des aliments, rapport de M. *Jungfleisch* sur le prix de **1,000** francs mis au concours, **15**.
Mineau (C.). Moteur pour machines à coudre (P), **352**.
Mollerup. Lubrifieur mécanique, présenté par M. *Drevdal*, rapport de M. *Lecœuvre*, **309** (pl.).
Moncel (du). Discours fait à l'occasion des obsèques de —, par M. *Becquerel*, **113**.
— Discours fait à l'occasion des obsèques de —, par M. *Leroux*, **116**.
Mony-Colchen (de). Annonce du décès, **204**.
Morel. Chaufferettes pour voitures (P), **93**.
Mourer (A.). Améliorations pour l'installation des téléphones (P), **553**.
Moussette. Sur la fermentation panaire, **340**.
Muel (E.). Notions de sylviculture (P), **554**.
Müntz. Rapport sur un prix d'agriculture, **582**.
Müntz et *Aubin*. Sur l'origine de l'azote combiné existant à la surface de la terre, **201**.
Muratori et *Cros*. Appareil pour ouvrir et fermer les compteurs à distance (P), **207**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

N.

Noizet (Voy. *Boucher*).
Noizette (*P.*). Polytypographie (P), **401**.
Nusse (*Ernest*). Discours prononcé aux obsèques de M. *Dumas*, **170**.

O.

Olivier (*Louis*). Dévidoir, rapport de M. *Ed. Simon*, **9** (b).
Orry. Alimentation des bêtes à cornes, rapport de M. *Lavalard*, **423**.
Otto (*J.*). Sur la vaseline, **381**.

P.

Pâris. Mosaïque artistique (méd. or), **588**.
Parod (*E.*). Transport électrique de la force (P), **607**.
Passy (*Louis*). Discours prononcé aux obsèques de M. *Barral*, **472**.
Paty (*Constant*), ouvrier (méd. br.), **601**.
Pécheur (*Aug.*). Tasseaux en zinc pour couvertures (P), **610**.
Peiny. Appareil pour prévenir les accidents dus aux scies circulaires (P), **205**.
Peligot (*Eugène*). Notice sur M. *Bontemps*, **274**.
— Notice sur M. *de Fontenay*, **328**.
— Sur le sulfure de carbone et sur l'emploi de sa dissolution dans l'eau pour le traitement des vignes phylloxérées, **495**.
Peligot (*Henri*). Rapport sur la brosse mécanique pour nettoyer les bannetons de boulangerie, de M. *Boulais*, **257** (b).
Penigaud (*François*), contremaître (méd. br.), **601**.
Pennin. Propulseur pour la navigation aérienne (P), **94**.
Péraux. Règle à calcul, rapport de M. *Goulier*, **302**; (méd. br.), **594**.
Piallat. Prix d'agriculture. Moyen de reconnaître les falsifications du beurre, rapport de M. *Müntz*, **582**.
Pichat (*Franz Josef*). Liquide destructeur du phylloxera (P), **300**.
Picholet. Collier de trait pour chevaux (P), **553**.
Pihet. Rapport sur le concours pour la machine à tailler les fraises, **574**.
Pilter (*J. G.*). Méthode de comptabilité, rapport de M. *Dailly*, **314**.
Pilter. Appareil à fabriquer le beurre, rapport de M. *Boitel*, **366**; communication, **367** (b).
Plassiard. Réclamation au sujet de la caoutchoutine (P), **90**.
Poitrineau. Constructions mobiles, rapport de M. *Ern. Dumas*, **57** (b).
Ponchon (*Antoine*), ouvrier (méd. br.), **602**.
Ponvmarff. Transmission à distance des indications thermométriques (P), **553**.
Poupard. Perfectionnements apportés par M. *Hardy* aux freins à vide (P), **96**.
Preece (*W. H.*). Sur les procédés de l'éclairage électrique, **483**.
Prillieux. Rapport sur un prix d'agriculture, **580**.
Probert (*I.*). Sur les piles pour l'éclairage électrique, **488**.

Q.

Quesneville. Détermination des éléments du lait (P), **353**.

R.

Racine. Petit moteur pour ateliers de famille (P), **94**.
Redier. Rapport sur la pendule astronomique de M. *Fénon*, **405** (pl.).
Renard (*Adolphe*). Industrie de la résine dans les Landes, **498**.
Renard (*Ch.*) et *Krebs* (*A.*). Sur un aérostat dirigeable, **523**.
Reynier. Nouveaux accumulateurs électriques (P), **404**.
Riche (*X.*). Désinfectant économique (P), **400**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Risler. Rapport sur un prix d'agriculture, 577.
Robin. Chauffage des eaux dans les conduites (P), 352.
Rolland. Discours prononcé aux obsèques de M. *Dumas*, 159.
Rommier (*A.*). La vie et les travaux de M. *P. Thénard*, 427.
Rosage (*J.*). Indications diverses à distance (P), 610.
Roussel. Échelle de sauvetage pour incendies (P), 553.
Rousselle. Rapport sur le garde-fou pour regard d'égout, de M. *Caillette*, 110 (b).
— Rapport sur la brosse rotative pour cirer les chaussures, de M. *P. Audoye*, 373 (b).
— Rapport sur le nouveau système de lit pliant de M. *Anquetin*, 508 (b).
Roy (*G.*). Rapport sur la théorie des prix proportionnels de vente, de M. *Ern. Fuchs*, 322.
— Rapport sur une proposition de loi relative aux fraudes tendant à faire passer pour français des produits fabriqués à l'étranger ou en provenant, 419.
Roy (*Louis*), contremaître (méd. br.), 602.

S.

Sage. Hydromoteur à parachute de M. *Jagn* (P), 402.
Saget. Prix des arts mécaniques. Machine à tailler les fraises, rapport de M. *Pihet*, 575.
Sagnes. Augmentation du rendement des terres (P), 208.
Sainte-Claire-Deville (*Charles* et *Henri*). Éloges historiques de —, par M. *J. B. Dumas*, 174.
Saintignon (*de*). Pyromètre différentiel (P), 210.
Schulke. Bec intensif (P), 611.
Sella (*Quintino*). Notice de M. *Daubrée*, 228.
Siemens (*William*). Notice de M. *Mascart*, 221.
Simon (*Ed.*). Communication relative au service des brevets d'invention, rapport de M. *Lavollée*, 49.
— Rapport sur le dévidoir de M. *Louis Olivier*, 9 (b).
— Rapport sur la mécanique Jacquard à cylindre réduite de M. *J. Verdol*, 51 (pl.).
— Rapport sur les perfectionnements apportés au bobinoir pour la laine peignée de M. *Bazilier*, 213 (pl.).
Simon (*Ed.*). Rapport sur le nouveau désembrayage et le casse-fil indépendant de M. *Buxtorf*, 260 (pl.).
— Rapport sur les perfectionnements apportés à la filature de la laine peignée par M. *Ed. Comte*, 357 (pl.).
Simond (*J.*). Perfectionnement à l'irrigateur (P), 299.
Sasson. Musées scolaires (P), 355.

T.

Tellier. Thermodynamique (P), 553.
Thénard (*P.*). Discours prononcé par M. *Frémy* aux obsèques de M. —, 424.
— Sa vie et ses travaux, par M. *A. Rommier*, 427.
Thiéry. Description d'un appareil élévateur (P), 94.
Thomas (*A.*). Échelle proportionnelle variable (P), 402.
Thomson (*Sylvanus*). Progrès récents des machines dynamo-électriques, 439 (b).
Thwaite (*B. H.*). Générateur à vapeur de M. *Bull* (P), 605.
Tissandier (*Albert* et *Gaston*). Application de l'électricité à la navigation aérienne, 140.
Toureaux. Grammaire de la composition, rapport de M. *de Laboulaye*, 507.
Towne. Application de l'éclairage électrique aux lunettes astronomiques (P), 299.
Tremoulière. Système d'emploi nouveau de la vapeur (P), 353.
Tresca (*H.*). Notice sur M. *Eug. Bourdon*, 515.
— Rapport sur les appareils dynamométriques de M. *Deny*, 363 (b).
— Rapport sur un système de tige de suspension à arrêt automatique de M. *Jacquet*, 505 (b).
— Rapport sur le servo-moteur de M. *J. Farcot*, 572.
Tronc. Produit œnologique (P), 554.
Trouvé. Lampes électriques (P), 606.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

V.

Vandeville (*Florimond*), ouvrier (méd. br.), **602**.
Vassier (*Mathias-Jacques*), ouvrier (méd. br.), **602**.
Verdol (*Jules*). Mécanique Jacquard à cylindre réduite, rapport de M. *Ed. Simon*, **51** (pl.).
Verdoux. Moyen de détruire le phylloxera (P), **208**.
Vernet. Appareil aérostatique (P), **299**.
Vétillart (*Marcel*). Notice nécrologique, **520**.

W.

Wagner. Pâte pour allumettes sans phosphore (P), **205**.
Wauthier (*Xavier*), ouvrier (méd. br.), **602**.
Weill. Dépôts électro-chimiques de couleurs variées, rapport de M. *Ern. Dumas*, **259**.
Weldon (*Walter*). Fabrication de la soude, **551**.
— Fabrication de l'aluminium, **376**.
Wersebeckmann. (Voy. *Mariotte* et *Boffy*.)
Wolff (*Ch.*). Détermination de l'indigo, **552**.
Wurtz. Discours prononcé aux obsèques de M. *Dumas*, **161**.

Z.

Zédé. Touage par chaîne sans fin, **24**, **26** (pl.).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES PLANCHES ET DES DESSINS.

PLANCHES.

		Pages.
Pl. 152, *double.*	Avant-projet de toueur par chaîne sans fin de M. *Zédé*.	33
Pl. 153, *triple.*	Mécanique Jacquard réduite, système *J. Verdol*.	56
Pl. 154, *double.*	Bobinoir pour laine peignée, système *Bazilier*.	217
Pl. 155, *double.*	Nouveau désembrayage et casse-fil indépendant de M. *Emanuel Buxtorf*.	262
Pl. 156, *simple.*	Lubrifieur *Mollerup*.	312
Pl. 157, *double.*	Casse-mèche de M. *Ed. Comte*.	360
Pl. 158, *triple.*	Pendule astronomique, munie d'un interrupteur électrique, pour l'unification de l'heure, par M. *Fénon*.	407
Pl. 159, *triple.*	Id.	409
Pl. 160, *simple.*	Id.	412

DESSINS.

Dévidoir de M. Louis Olivier. — 1 figure.	10
Pyromètre de MM. Boulier frères. — 1 figure.	39
Constructions mobiles de M. Poitrineau. — 12 figures.	60
Verre de lampe de M. P. Bayle. — 1 figure.	65
Dispositif à prismes pour les niveaux à fiole indépendante de M. Klein, exécuté par M. Berthélemy. — 4 figures.	106
Garde-fou pour regard d'égout, de M. Caillette. — 2 figures.	111
Aérostat dirigeable de MM. Albert et Gaston Tissandier. — 3 figures.	142
Appareil de M. Gaston Tissandier pour la fabrication du gaz hydrogène. — 1 figure.	150
Moufle portatif de M. Lacroix. — 1 figure.	218
Appareil d'extraction du puits de Camphausen. — 1 figure.	232
Carte de la région des sources de naphte au Caucase. — 1 figure.	243

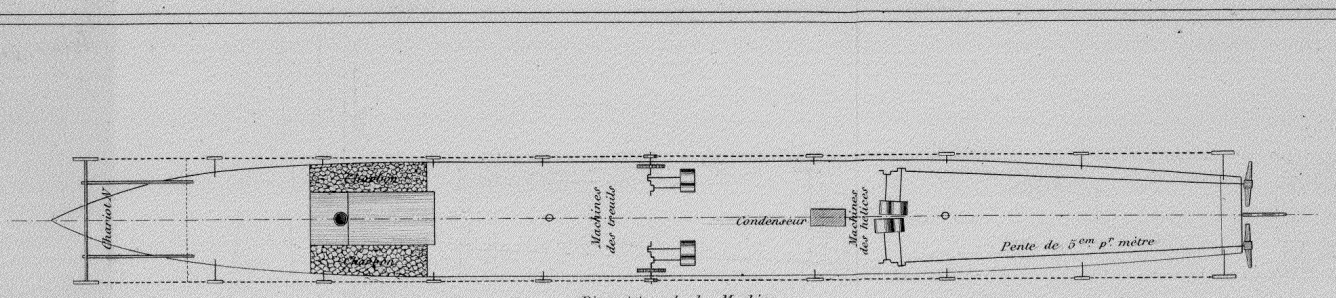
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

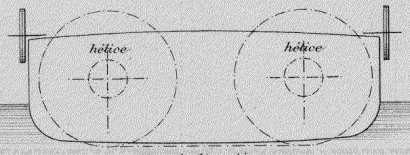
Brosse mécanique pour nettoyer les bannetons de boulangerie, par M. Boulais.—2 figures. 258
Lampe de sûreté, de M. Lechien. — 1 figure. 278
Scie à découper le marbre de M. Jeansaume. — 1 figure. 308
Coulage de la porcelaine, par M. Lauth. — 2 figures. 333
Dynamomètre à rotation, de M. Deny. — 1 figure. 365
Appareils à fabriquer le beurre, de M. Pilter. — 3 figures. 369
Brosse rotative pour cirer les chaussures, de M. P. Audoye. — 1 figure. 373
Courbes de la distribution du potentiel dans les machines électriques. — 6 figures. 443
Système de distribution du courant pour l'éclairage électrique. — 1 figure. 485
Tige de suspension, de M. Jacquet. — 1 figure. 506
Lit pliant, de M. Anquetin. — 1 figure. 509

Paris. — Imprimerie Jules TREMBLAY, rue de l'Éperon, 5;
Madame Veuve TREMBLAY, née BOUCHARD-HUZARD, successeur.

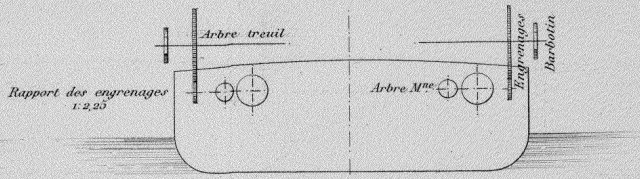
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



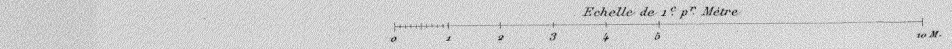
Disposition de la Machine

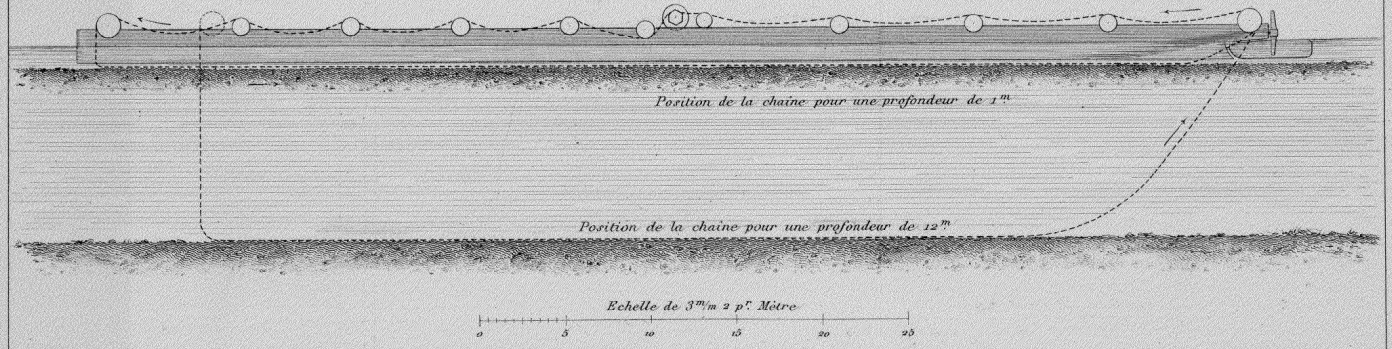


Vue de l'arrière
disposition des hélices



Disposition des treuils des barbotins





Imp. R. Taneur. L. Chaumont, del. et sc.

AVANT PROJET DE TOUEUR PAR CHAÎNE SANS FIN DE M. ZÉDÉ.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1

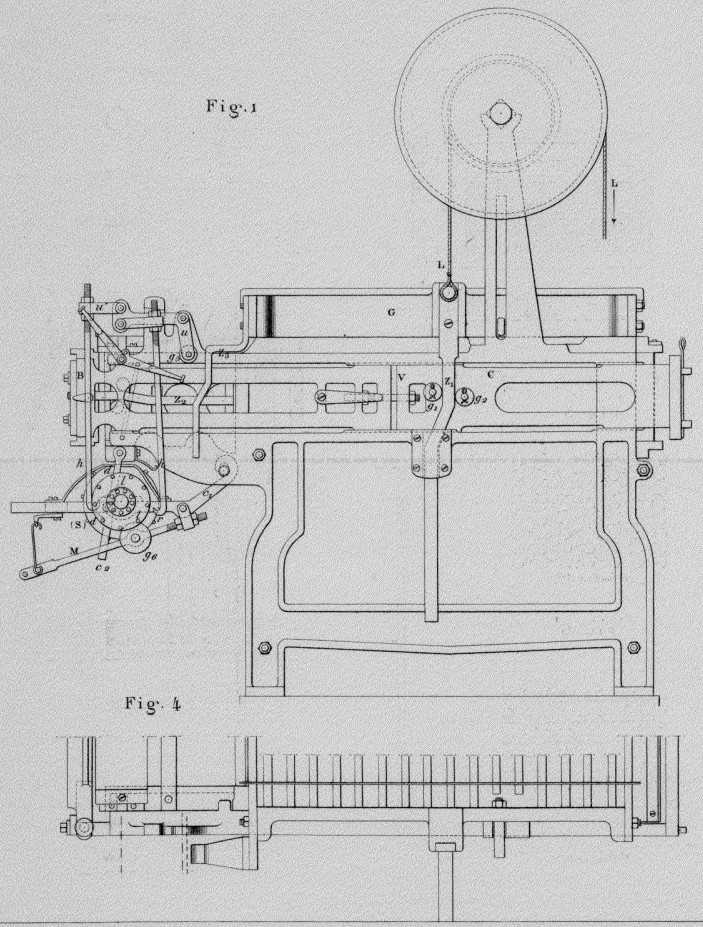


Fig. 2

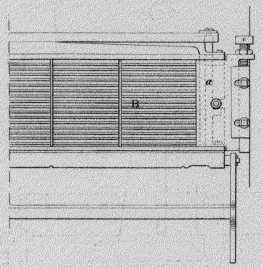


Fig. 3

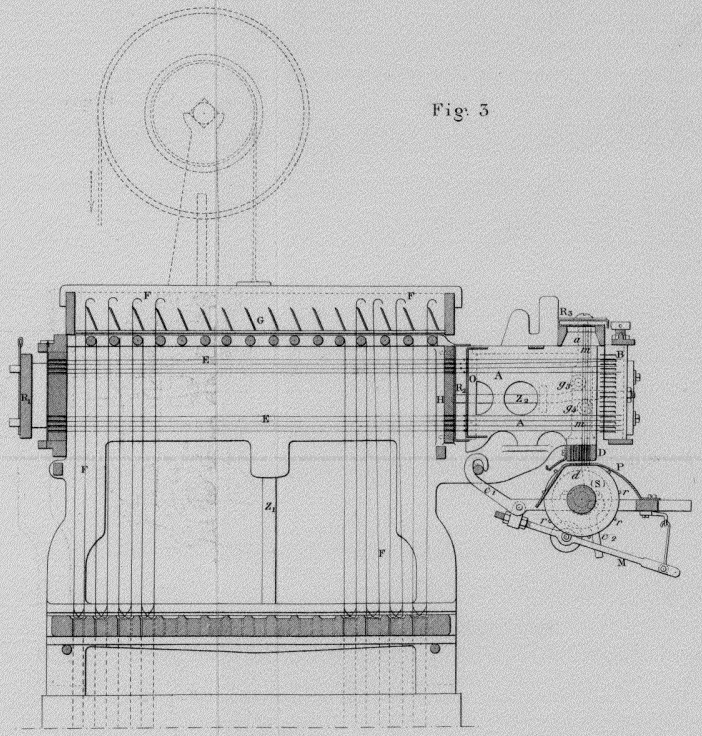
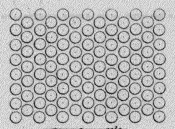


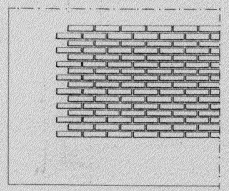
Fig. 4

Fig. 5



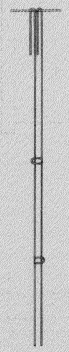
Grandeur N^le

Fig. 6



Grandeur N^le

Fig. 7



Echelle de 1/5 p^r Fig. 1 à 4.

1 2 3 4 5 déc.

Echelle de 1/2 p^r Fig. 7.

1 2 déc

Imp. R. Taneur.

L. Chaumont, del. et sc.

MÉCANIQUE JACQUARD RÉDUITE, SYSTÈME J. VERDOL

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

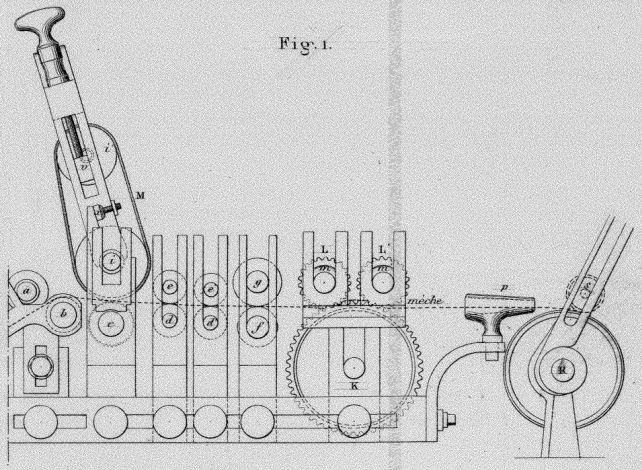


Fig. 2.

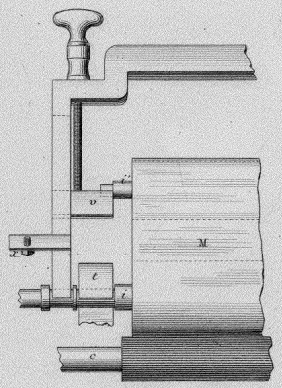
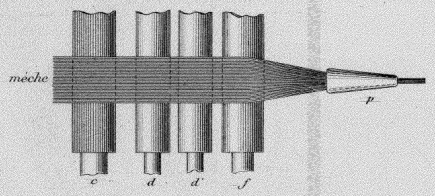


Fig. 4



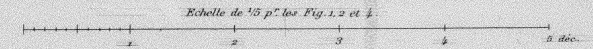
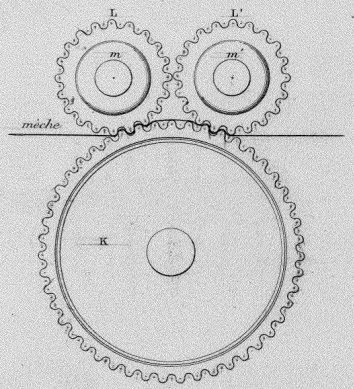


Fig. 3



E. au 2/5

Imp. R. Taneur.

L. Chaumont del. et sc.

BOBINOIR POUR LAINE PEIGNÉE, SYSTÈME BAZILIER.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1

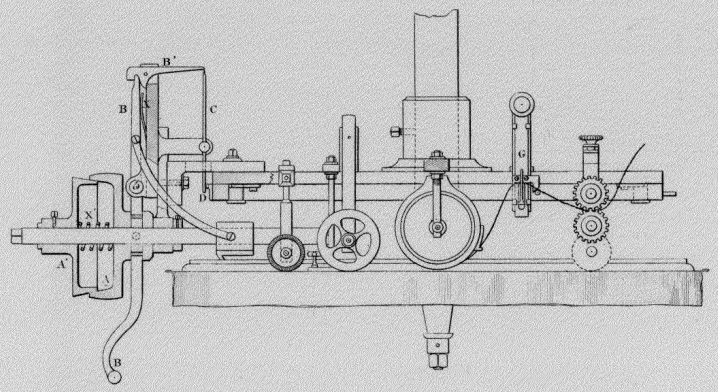


Fig. 3

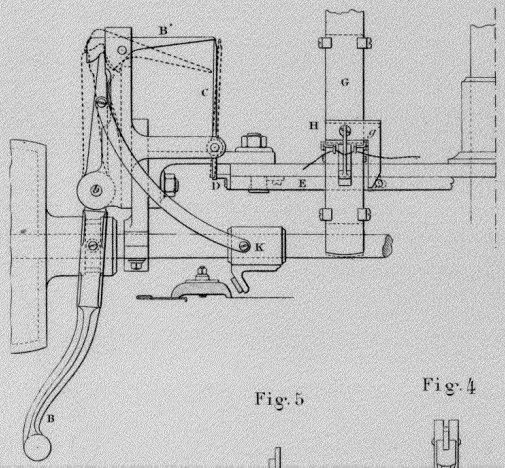


Fig. 2

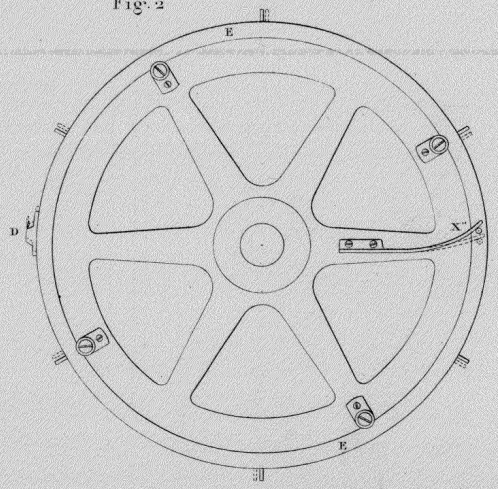


Fig. 2 bis

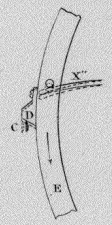


Fig. 5

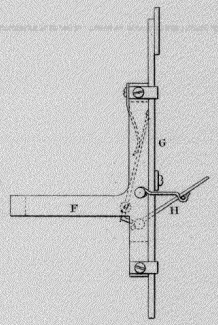
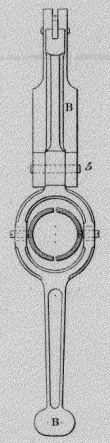


Fig. 4



Echelle pr les Fig. 1 et 2.

1 2 3 4 5 déc.

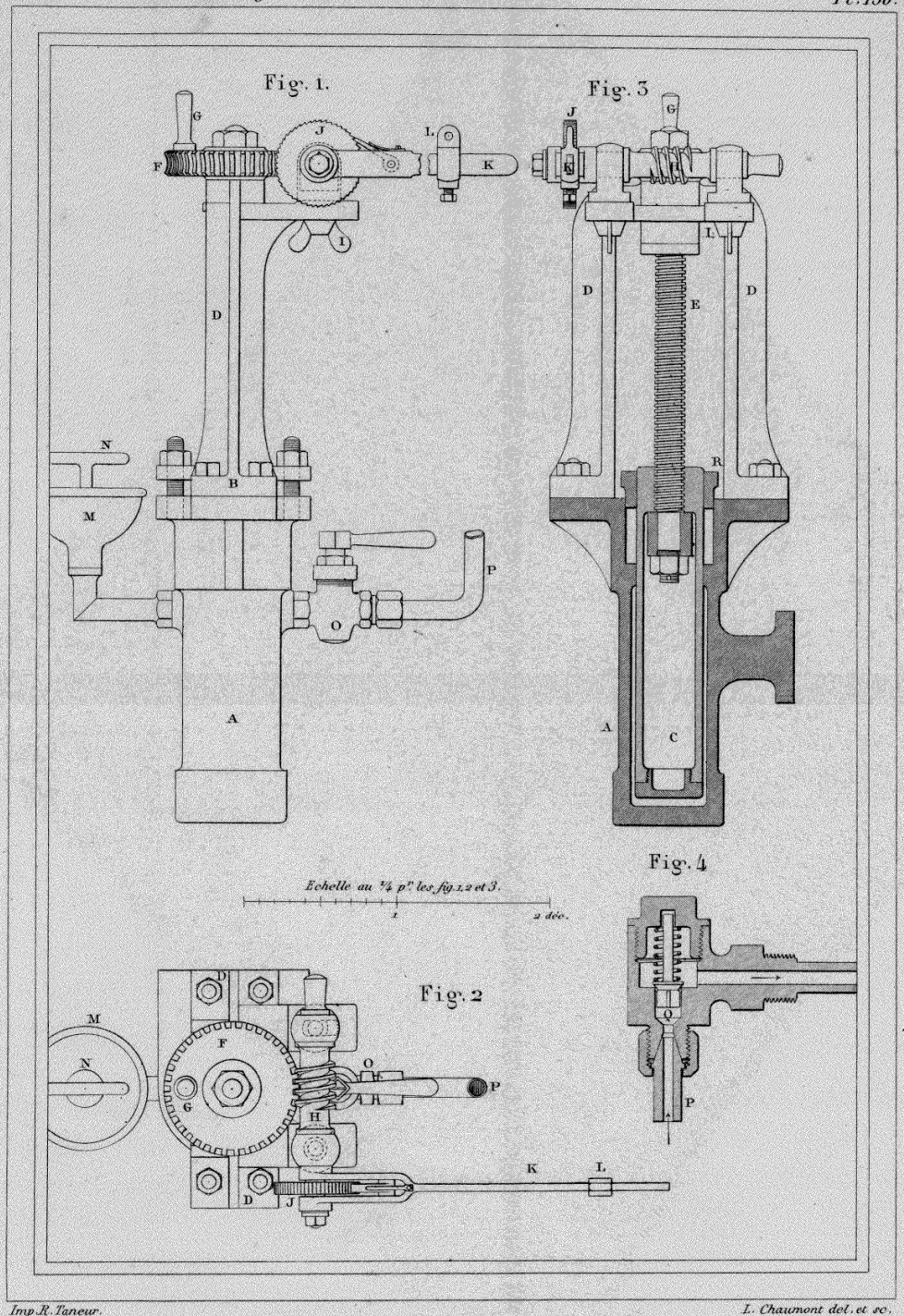
Echelle pr les détails.

1 2 3 4 5 déc.

Imp. R. Taneur. *L. Chaumont del. et sc.*

NOUVEAU DESEMBRAYAGE ET CASSE-FIL INDÉPENDANT DE M. EMANUEL BUXTORF.

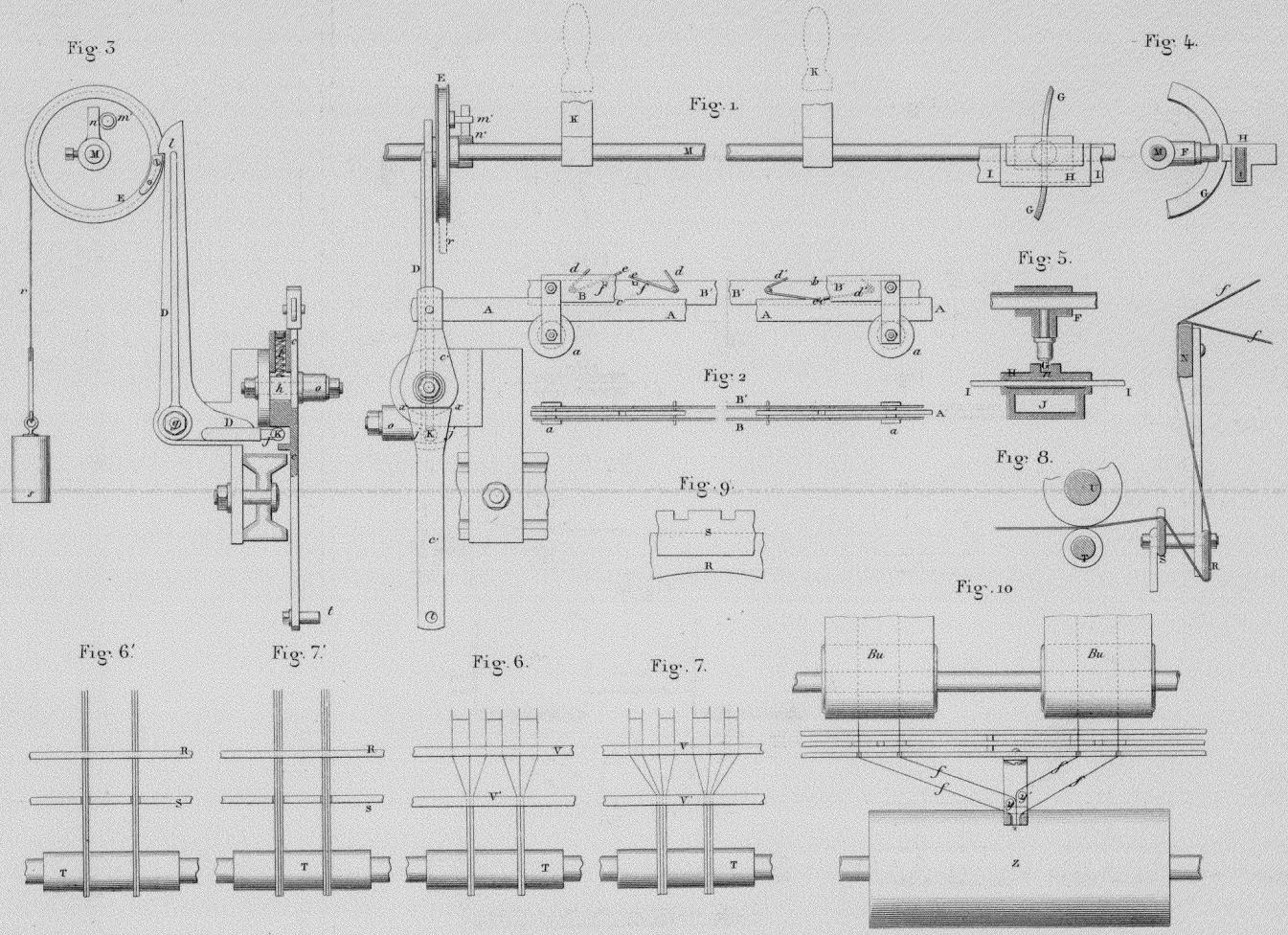
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. R. Taneur. *L. Chaumont del. et sc.*

LUBRIFIEUR MOLLERUP.

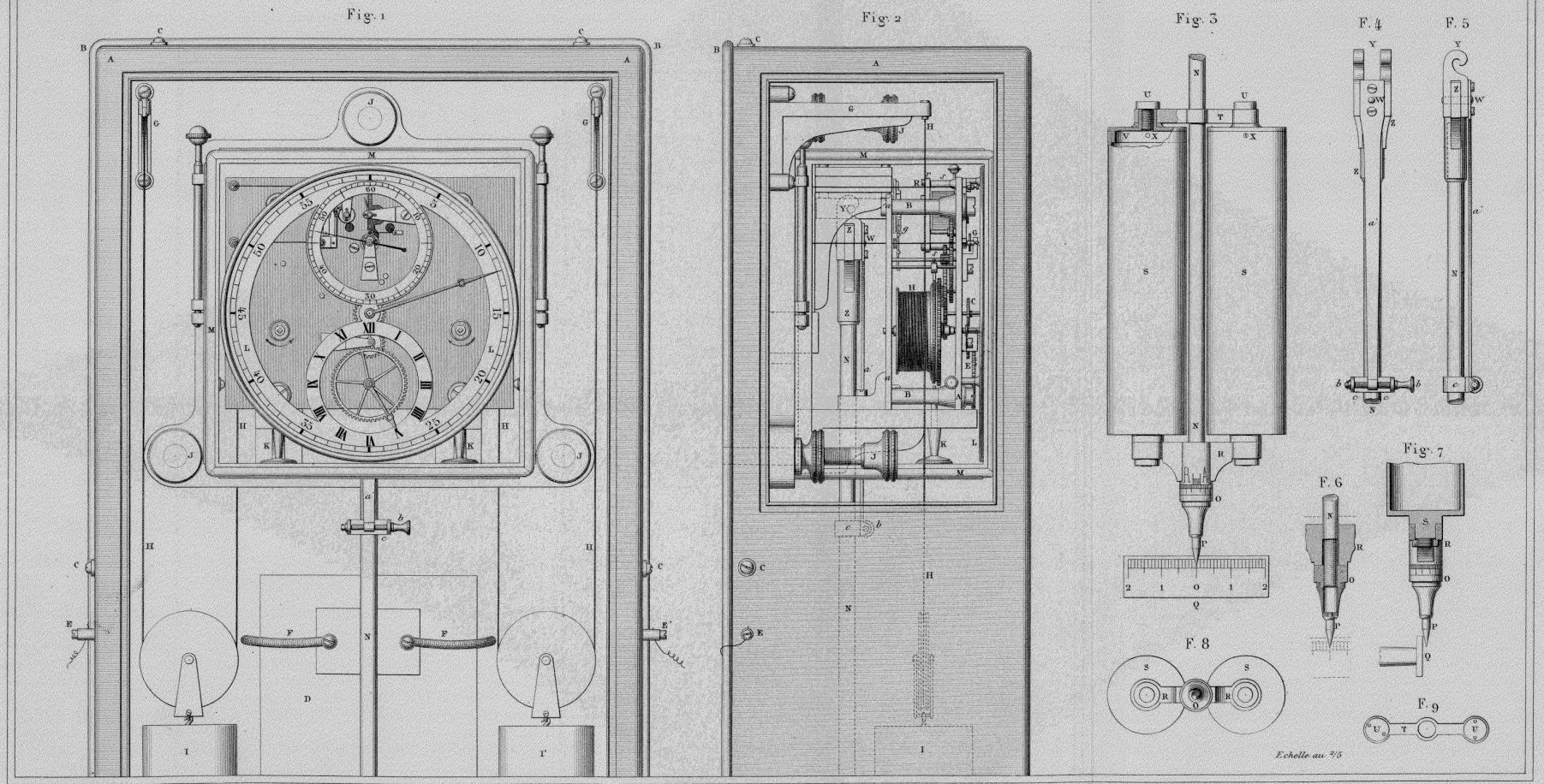
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. R. Taneur. L. Chaumont del et sc.

CASSE-MÉCHE DE Mr ED. COMTE

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. R. Taneur. *L. Chaumont et Bertrand, del. et sc.*

PENDULE ASTRONOMIQUE MUNIE D'UN INTERRUPTEUR ÉLECTRIQUE POUR L'UNIFICATION DE L'HEURE, PAR Mr FÉNON.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 8

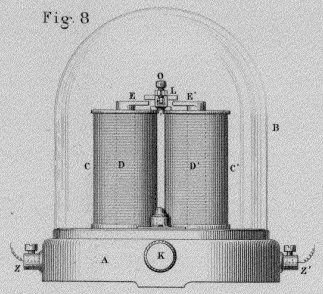


Fig. 1

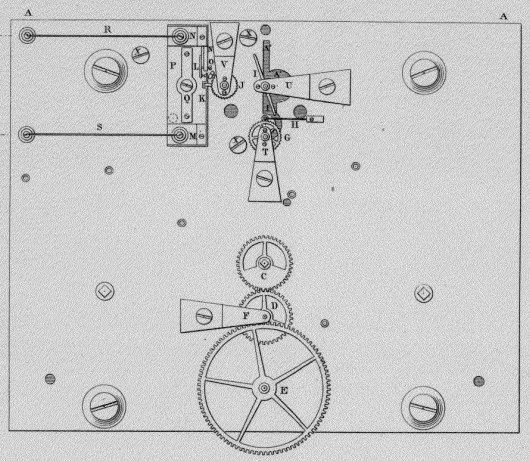


Fig. 2

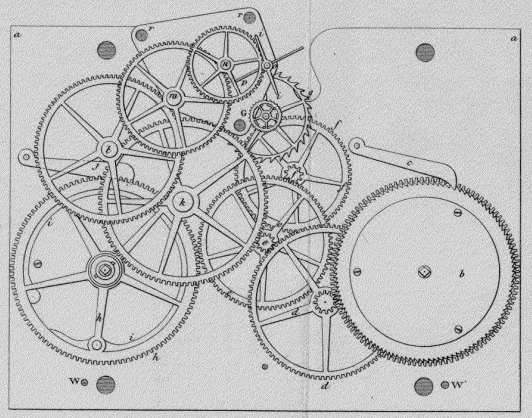


Fig. 3

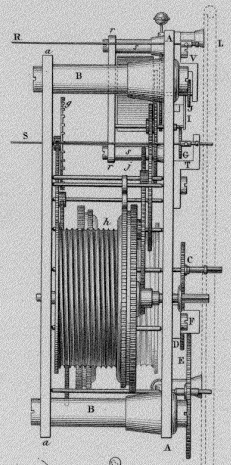


Fig. 9

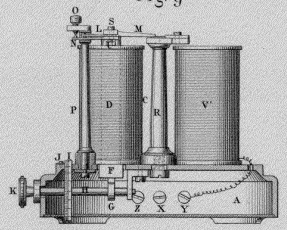


Fig. 10

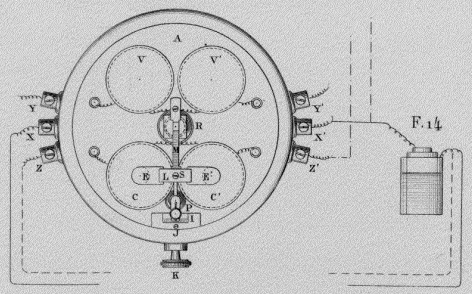


Fig. 11

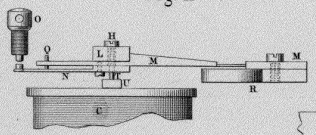
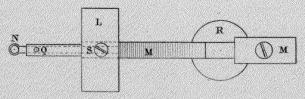
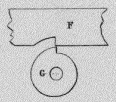


Fig. 12



F. 13



F. 14

Fig. 4

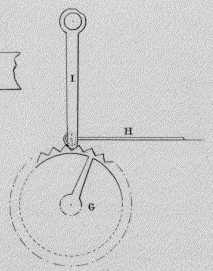


Fig. 5

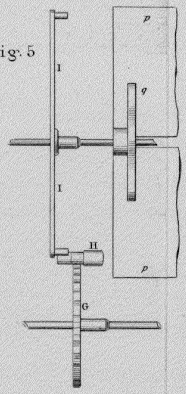
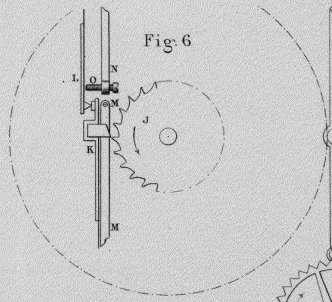
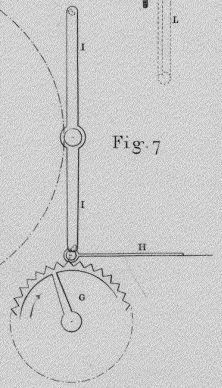


Fig. 6



Echelle au 2/5.

Fig. 7

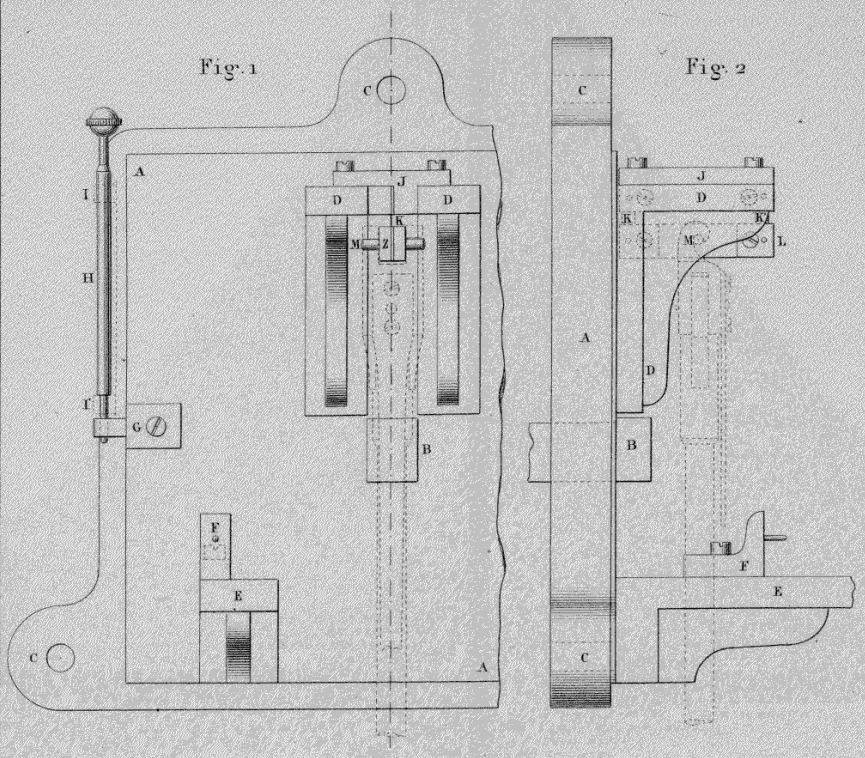


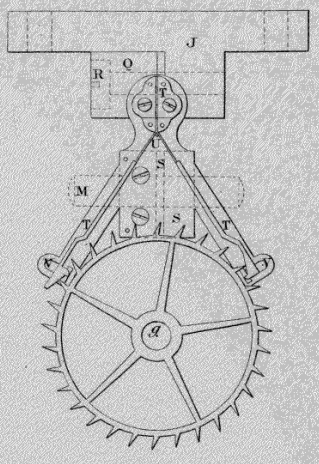
Imp. R. Taneur.

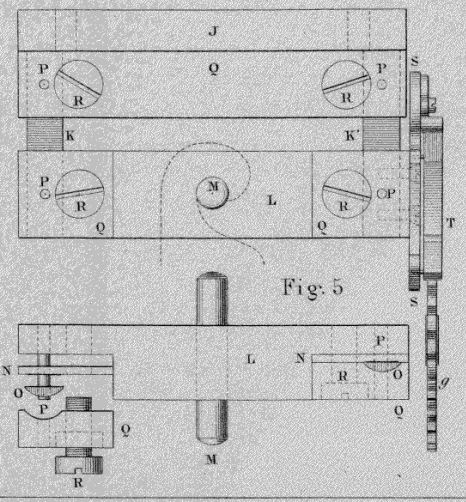
L. Chaumont et Bertrand, del et sc.

PENDULE ASTRONOMIQUE MUNIE D'UN INTERRUPTEUR ÉLECTRIQUE POUR L'UNIFICATION DE L'HEURE, PAR Mr FÉNON.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires







Imp. R. Taneur. L. Chaumont et Bertrand del. et sc.

PENDULE ASTRONOMIQUE POUR L'UNIFICATION DE L'HEURE, PAR Mr FÉNON.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires