

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

Auteur secondaire : Peligot, Eugène-Melchior (1811-1890), Laboulaye, Charles (1813-1886)
Titre du volume : 1882. 81e année. 3e série, tome 9

Adresse : Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1882
Collation : 1 vol. (679 p.) : ill., pl. 138-146 ; 26 cm
Cote : BSPI 81
Sujet(s) : Progrès scientifique et technique ; Innovations -- France -- 19e siècle

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.81>

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

BSI - 81

PUBLIÉ
SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ
MM. E. PELIGOT ET CH. DE LABOULAYE.

TROISIÈME SÉRIE. — TOME IX. — 1882.

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



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

1882

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.

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 23 DÉCEMBRE 1881,
POUR L'ANNÉE 1882.

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 au Conservatoire des arts et métiers, rue Cuvier, 57.
1846. — THÉNARD (le baron Paul) (✱), de l'Académie des sciences, membre perpétuel, place Saint-Sulpice, 6.
1847. — BAUDE (le baron Alph.) (O. ✱), inspecteur général des ponts et chaussées, membre perpétuel, rue Royale, 40.
1873. — DE CHABANNES (le vicomte) (G. O. ✱), vice-amiral, rue de Bellechasse, 22.

Année
de l'entrée
au Conseil.

Secrétaires.

1836. — PELIGOT (E.) (C. *), de l'Académie des sciences, directeur des essais de la direction générale des monnaies, quai Conti, 11.
1850. — DE LABOULAYE (Ch.) (*), ancien élève de l'École polytechnique, rue de Madame, 60.

Trésorier.

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

Censeurs.

1842. — Le comte B. DE MONY-COLCHEN (*), conseiller maître à la Cour des comptes, cité Martignac, 7.
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, cité Martignac, 7.
1849. — Le baron E. DE LADOUCKETTE (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 Neuve-des-Mathurins, 34.
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, membre perpétuel, rue Royale, 10.
1850. — DE LABOULAYE (Ch.) (*), ancien élève de l'École polytechnique, rue de Madame, 60.
1855. — TRESKA (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.
1866. — BREGUET (L. F. C.) (O. *), membre de l'Académie des sciences, quai de l'Horloge, 39.

Année
de l'entrée
au Conseil.

1867. — LECOEVRE (P.) (*), ingénieur, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, boulevard Voltaire, 62.
1867. — DE FRÉMINVILLE (O. *), directeur des constructions navales en retraite, rue de Beaune, 6.
1869. — HATON DE LA GOUPILLIÈRE (*), professeur à l'École des mines, rue Garancière, 8.
1872. — PIHET (A. E.) (*), ingénieur-mécanicien, rue Neuve-Popincourt, 8.
1876. — PIERRE (A. C. P.) (C. *), colonel d'artillerie en retraite, rue de Varennes, 14.
1876. — COLLIGNON (Ed.) (*), inspecteur de l'École des ponts et chaussées, rue des Saints-Pères, 28.
1877. — GOULIER (C. M.) (O. *), colonel du génie, rue Vaneau, 49.
1877. — BOUTILLIER (*), ingénieur des ponts et chaussées, ingénieur en chef au chemin de fer du Midi, boulevard Haussmann, 134.
1878. — DE COMBEROUSSE (Ch.) (*), ingénieur, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, rue Blanche, 45.
1879. — REDIER (O. *), horloger-mécanicien, cour des Petites-Écuries, 8.
1881. — SIMON (E.), ingénieur, rue Meslay, 32.

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 centrale d'agriculture de France, rue de Rennes, 66.
1851. — SALVETAT (A.) (*), professeur à l'École centrale des arts et manufactures, à Sèvres (Seine-et-Oise).
1868. — DEBRAY (*), de l'Académie des sciences, professeur de chimie à la Faculté des sciences et à l'École normale supérieure, rue Vauquelin, 10.
1869. — CLOEZ (*), examinateur à l'École polytechnique, rue Linné, 7.
1869. — BOUIS (J.) (*), essayeur à la Monnaie, quai Conti, 11.
1872. — TROOST (*), professeur de chimie à la Faculté des sciences, rue Bonaparte, 84.
1872. — GRUNER (O. *), inspecteur général des mines, rue d'Assas, 90.
1876. — SCHÜTZENBERGER (P.) (*), professeur au Collège de France, rue des Feuillantines, 53.
1876. — GIRARD (Aimé) (O. *), professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue du Bellay, 7.

Année
de l'entrée
au Conseil.

1876. — BÉRARD (P.) (*), secrétaire du Comité consultatif des arts et manufactures, rue Casimir-Delavigne, 2.
1880. — VINCENT (C.), professeur à l'École centrale des arts et manufactures, boulevard Saint-Germain, 28.
1880. — JUNGLEISCH (*), professeur à l'École de pharmacie, rue des Écoles, 38.

Comité des arts économiques.

1840. — BECQUEREL (E.) (C. *), de l'Académie des sciences, professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue Cuvier, 57.
1856. — DU MONCEL (le comte Th.) (O. *), membre de l'Académie des sciences, rue de Hambourg, 7, et à Lebisey (Calvados).
1861. — LE ROUX (F. P.) (*), professeur à l'École de pharmacie, boulevard Montparnasse, 102.
1861. — JAMIN (J. C.) (O. *), de l'Académie des sciences, professeur de physique à la Faculté des sciences, rue Soufflot, 24.
1862. — PELIGOT (Henri), ingénieur, rue Saint-Lazare, 43.
1862. — DE LUYNES (Victor) (*), directeur du service scientifique de l'Administration des douanes, rue de Vaugirard, 61.
1866. — BOUILHET (Henri) (O. *), ingénieur manufacturier, rue de Bondy, 56.
1866. — WOLFF (Aug.) (*), manufacturier, rue Rochechouart, 22.
1869. — DE LA GOURNERIE (J. A. R.) (O. *), de l'Académie des sciences, inspecteur général des ponts et chaussées, boulevard Saint-Michel, 75.
1876. — PARIS (F. E.) (G. C. *), vice-amiral, membre de l'Académie des sciences, au palais du Louvre, direction du musée maritime.
1876. — ROUSSELLE (H.) (*), inspecteur général des ponts et chaussées, rue de Bellechasse, 72.
1876. — FERNET (E.) (*), inspecteur général de l'Université, répétiteur à l'École polytechnique, rue des Feuillantines, 79.
1876. — SEBERT (H.) (O. *), lieutenant-colonel, directeur du laboratoire central de l'artillerie de marine, rue de la Cerisaie, 43.
1880. — BERTIN (A.) (*), sous-directeur de l'École normale supérieure, rue d'Ulm, 45.
1880. — SER (L.) (*), professeur à l'École centrale des arts et manufactures, rue Soufflot, 21.

Comité d'agriculture.

1851. — DAILLY (Ad.) (O. *), de la Société centrale d'agriculture de France, rue Pigalle, 69.
1856. — MANGON (Hervé) (C. *), membre de la Chambre des députés, de l'Académie des sciences, ingénieur en chef des ponts et chaussées, rue Saint-Dominique, 3.

Année
de l'entrée
au Conseil.

1864. — BOITEL (A.) (C. ✱), inspecteur général de l'agriculture, rue du Bac, 32.
 1864. — CHATIN (✱), de l'Académie des sciences, directeur de l'École de pharmacie, membre perpétuel, avenue de l'Observatoire, 4.
 1866. — BELLA (F.) (O. ✱), membre de la Société centrale d'agriculture de France, rue Castellane, 10.
 1866. — TISSERAND (Eug.) (C. ✱), directeur au Ministère de l'agriculture, rue du Cirque, 17.
 1866. — HEUZÉ (G.) (✱), 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. ✱), membre de l'Académie des sciences, rue d'Ulm, 45.
 1876. — DUTERTRE (F.) (✱), directeur de l'École d'agriculture de Grignon, (Seine-et-Oise).
 1879. — RISLER (✱), directeur de l'Institut agronomique, rue de Rome, 35.
 1879. — SCHLOESING (O. ✱), 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.) (✱), directeur de la cavalerie et des fourrages de la Compagnie des Omnibus, rue de Monceau, 87.

**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 (O. ✱), inspecteur général de l'Université, rue Pierre-Charon, 73.
 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.
 1876. — DUMAS (Ernest) (✱), essayeur du bureau de la garantie de Paris, rue Guénégaud, 4, et rue de la Vieille-Estrapade, 7.
 1876. — HUET (E.) (✱), ingénieur en chef des ponts et chaussées, membre à vie, au Palais des Tuileries, service municipal, et rue du Regard, 5.

Année
de l'entrée
au Conseil.

1879. — VOISIN BEY (O. ✱), inspecteur général des ponts et chaussées, rue Auber, 5.
1879. — ROSSIGNEUX (Ch.) (✱), architecte, quai d'Anjou, 23.
1880. — GEOFFROY (E.), ancien membre du conseil d'administration de la manufacture de Gien, avenue Marigny, 27.

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), Ministre des finances, au palais du Louvre.
1869. — CHRISTOFLE (Paul) (✱), manufacturier, rue de Bondy, 56.
1869. — ROY (Gustave) (C. ✱), président de la Chambre de commerce et membre du Comité consultatif des arts et manufactures, rue Moncey, 14.
1873. — Le vicomte DE CHABANNES (G. O. ✱), vice-amiral, rue Bellechasse, 22.
1873. — MAGNIER (E.) (✱), négociant, rue d'Uzès, 7.
1877. — DAGUIN (J. B. E.) (O. ✱), ancien président du tribunal de commerce, 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. ✱), membre de l'Académie des sciences, quai Conti, 11.
1844. — GAULTIER DE RUMILLY (✱), sénateur, à Fleury, par Conty (Somme).
1846. — FÉRAY (E.) (C. ✱), sénateur, manufacturier, à Essonne.
1855. — PHILLIPS (E.) (O. ✱), membre de l'Académie des sciences, ingénieur en chef des mines, rue de Marignan, 27.
1856. — TRÉLAT (Émile) (O. ✱), architecte, professeur au Conservatoire des arts et métiers, boulevard Montparnasse, 136.
1876. — PORLIER (A.) (C. ✱), ancien directeur au ministère de l'agriculture et du commerce, boulevard Saint-Germain, 282.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT fait par M. PELIGOT (Henri), au nom du comité des arts économiques.
sur les HORLOGES PNEUMATIQUES présentées par la COMPAGNIE GÉNÉRALE DES
HORLOGES PNEUMATIQUES, rue d'Argenteuil.

Messieurs, la Compagnie générale des horloges pneumatiques, par l'organe de M. Martin, son ingénieur, vous a donné connaissance de l'ensemble de son système. J'ai l'honneur de vous rendre compte de l'examen qui en a été fait par votre comité des arts économiques.

Il convient de rappeler d'abord que le fait de commander plusieurs horloges par un seul moteur a déjà été mis en pratique à plusieurs reprises. En 1877, notamment, M. Eugène Bourdon a présenté à la Société d'encouragement une horloge hydro-pneumatique de son invention, qui a fait l'objet d'un Rapport favorable publié dans le *Bulletin* de janvier 1878.

Le même *Bulletin* renferme une Note de M. le colonel Goulier sur la transmission de l'heure à plusieurs cadrans éloignés, au moyen d'une canalisation dans laquelle on fait varier la pression.

On trouve encore dans ce même *Bulletin* la mention de plusieurs applications de l'air comprimé pour la transmission de l'heure, par M. Collin, horloger à Paris, et de la récente application du même principe, faite à Vienne, par MM. Popp et Resch, les fondateurs de la Société générale des horloges pneumatiques, qui fonctionne actuellement à Paris.

La communication faite à la Société par M. Martin donne d'intéressants détails sur les débuts de cette affaire. Nous ne croyons pas utile de les rappeler, et nous nous bornerons à expliquer sommairement les conditions dans lesquelles sont installées l'usine centrale, la canalisation et les horloges qui desservent partiellement trois arrondissements de Paris.

L'air est comprimé par des pompes à air, actionnées par des locomobiles. Il est envoyé dans des réservoirs en tôle, dits réservoirs à haute pression, dans lesquels la pression varie entre deux et trois atmosphères.

De là il se rend, en passant par un régulateur, dans le réservoir dit à basse pression, dans lequel il est maintenu à une pression constante de trois quarts d'atmosphère ou plutôt d'une atmosphère trois quarts.

Par le jeu d'un tiroir spécial, manœuvré par une horloge ordinaire, dite

horloge centrale, l'air, à cette pression constante, est envoyé chaque minute dans les tuyaux distributeurs. La pression est donnée dans la canalisation pendant vingt secondes; au bout de ce temps, le tiroir distributeur interrompt la communication entre le réservoir à basse pression et la canalisation, et fait communiquer celle-ci avec l'atmosphère. La pression atmosphérique se rétablit, et se maintient jusqu'au moment où le jeu du tiroir met de nouveau la canalisation en communication avec le réservoir distributeur.

Ce double mouvement du tiroir se répétant à chaque minute, la pression dans la canalisation monte pendant les vingt premières secondes, atteint une atmosphère trois quarts, et retombe, pendant les quarante dernières secondes, à la pression atmosphérique.

Le mouvement est donné aux horloges publiques et aux pendules par l'intermédiaire de petits soufflets qui communiquent avec la canalisation. Ces soufflets se gonflent sous l'influence de la pression et retombent quand la pression atmosphérique se rétablit. La partie supérieure du soufflet actionne une tige qui fait mouvoir, par l'intermédiaire d'un rochet, le levier de commande d'une roue de minuterie qui donne le mouvement aux aiguilles.

Tel est, dans son ensemble, le système à l'aide duquel la Compagnie des horloges pneumatiques donne l'heure sur la voie publique et chez les particuliers.

Pour assurer le service avec sécurité, deux horloges semblables sont installées à l'usine, et fonctionnent simultanément, réglées à la même heure. Chacune d'elles peut faire mouvoir le tiroir distributeur. Si l'horloge en service venait à s'arrêter, on en serait immédiatement averti par une sonnerie électrique, et on mettrait, par la simple action d'un levier, l'autre horloge et son tiroir en communication avec la canalisation.

Les machines à vapeur et les compresseurs d'air sont installés rue d'Argenteuil; tous les autres appareils se trouvent rue Sainte-Anne.

A sa sortie des compresseurs, l'air se rend dans les réservoirs à haute pression par des tuyaux de 60 millimètres qui passent dans les égouts; il se rend au réservoir à basse pression par des tuyaux de même diamètre.

A sa sortie du réservoir distributeur, l'air est envoyé dans le réseau de la canalisation, composé *actuellement* de dix tuyaux en fer de 27 millimètres de diamètre. Chacun de ces tuyaux porte une prise sur laquelle est branché un petit tuyau aboutissant à un manomètre qui permet de se rendre compte de la pression dans chaque branchement principal.

Les tuyaux de distribution d'air sont placés dans les égouts. Leur diamètre

varie entre 16 et 27 millimètres. Pour le service d'une habitation particulière, on branche sur la conduite un tuyau de plomb de 6 à 10 millimètres de diamètre. Ce tuyau se prolonge, le plus souvent en passant dans la cage de l'escalier de service, jusqu'en haut de la maison, et reçoit à chaque étage un robinet d'attente sur lequel seront branchées plus tard les conduites de distribution des appartements. Ces conduites ont 3 millimètres de diamètre; elles sont en caoutchouc avec spirale métallique et conduisent l'air jusqu'aux soufflets des pendules à desservir.

Les fuites qui peuvent se déclarer dans les conduites n'ont d'influence qu'à partir du point où elles existent, et n'affectent en rien le service dans la partie du tuyau qui les précède. Si une fuite se déclare dans un tuyau desservant spécialement une des pendules d'un appartement, cette pendule seule cesse de marcher; celles qui précèdent et celles qui suivent continuent à fonctionner régulièrement, à moins, toutefois, que la fuite n'existe à l'origine de la conduite principale de l'appartement.

L'usine centrale, en outre des manomètres dont il a été question ci-dessus, possède une série d'appareils de contrôle qui permettent à tout instant de se rendre compte de l'état de la canalisation et même du fonctionnement des horloges principales. Les appareils destinés à la compression de l'air, les divers réservoirs d'air comprimé, les horloges centrales, en un mot, tous les appareils principaux sont en double, de façon à parer, autant que possible, à un accident qui intéresserait l'ensemble du service. Toutes les précautions ont donc été prises pour desservir la voie publique et les abonnés avec la plus grande régularité.

En ce moment, la longueur de la canalisation souterraine est de 23 kilomètres. Elle dessert quatorze candélabres posés dans les voies principales et munis de trente-trois cadrans.

Les abonnés sont au nombre de treize cents, répartis dans cinq cents immeubles, qui renferment environ deux mille cinq cents pendules.

Ce résultat est d'autant plus important, que l'exploitation des horloges privées n'existe guère que depuis un an. Il doit être attribué à l'extrême simplicité du système et à la régularité du service.

En résumé, le système très simple imaginé par MM. Popp et Resch a été installé avec beaucoup de soin. Il fonctionne régulièrement, et n'est que très accidentellement susceptible d'éprouver des interruptions. Du moment où l'horloge centrale est bien réglée et fonctionne régulièrement, ce qui ne pré-

sente aucune difficulté, il donne l'heure dans des conditions d'exactitude très suffisantes pour les besoins courants.

L'installation que nous venons de décrire sommairement réalise donc, en très grande partie, le desideratum exprimé par M. le colonel Goulier dans la Note précitée : *l'unification de l'heure pour les besoins ordinaires*.

Votre comité pense que la Compagnie générale des horloges pneumatiques peut rendre des services réels, et il vous propose de remercier cette Société de son intéressante communication et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin*, avec les dessins représentant : 1° la disposition générale de l'installation ; 2° le tiroir de distribution et son mouvement ; 3° le mécanisme spécial qui actionne les pendules.

Signé : H. PELIGOT, rapporteur.

Approuvé en séance, le 22 juillet 1881.

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 138, RELATIVE AUX HORLOGES PNEUMATIQUES,
SYSTÈME POPP ET RESCH.

Fig. 1. Installation générale.

A, moteur.

B, compresseur d'air actionné par le moteur.

C, réservoir à haute pression.

Ce réservoir reçoit directement l'air, comprimé par le compresseur ; cet air est conduit par le tuyau T jusqu'au robinet R fermé.

D, réservoir à pression constante, ou réservoir distributeur. Ce réservoir est aussi en communication, par le tuyau T', avec le robinet R.

E, régulateur de pression à mercure.

La capacité inférieure est en communication avec le réservoir D. Si, donc la pression baisse dans le réservoir par suite de l'émission d'une partie de cette pression dans la canalisation, les niveaux supérieur et inférieur du mercure tendent à se rapprocher vers le même plan horizontal. Un flotteur *f* descend en même temps que le niveau supérieur, et ouvre le robinet R. Une certaine quantité d'air à haute pression passe dans le réservoir distributeur, quantité qui est seulement égale à celle perdue ; en effet, la pression augmentant dans ce réservoir, le niveau du mercure dans la capacité supérieure relève le flotteur, qui lui-même referme le robinet par lequel s'établit la communication entre le réservoir à haute pression et le réservoir distributeur.

G, horloge centrale produisant, par un mécanisme spécial, l'ouverture et la fermeture d'un tiroir de distribution H.

K, clarinette de distribution dans la canalisation.

Fig. 2 et 3. Tiroir de distribution.

La glace de la boîte à tiroir est percée de trois orifices O, O' et O''. L'orifice O n'est jamais couvert par le tiroir, c'est celui qui établit la communication du réservoir distributeur avec la boîte à tiroir. Dans la position P (fig. 2), le tiroir est ouvert, c'est-à-dire que l'orifice O' de canalisation communique avec l'orifice O de distribution; l'air du réservoir à pression constante s'échappe donc dans la canalisation et va actionner les mouvements des différentes pendules placées sur le parcours de cette canalisation. Au bout d'un certain nombre de secondes, déterminé par l'expérience, suivant la longueur des conduites, le tiroir se ferme, occupe la position P' (fig. 3), supprime la communication de la distribution avec la canalisation, et l'établit entre cette dernière et l'atmosphère, par l'orifice O''.

Fig. 4. Mouvement des pendules réceptrices (L).

Un soufflet S se gonfle sous l'influence de la pression qui lui arrive à chaque minute; il soulève un levier qui fait avancer d'une dent une roue *r*. Cette roue ayant soixante dents, chaque avancement correspond à une minute. Un cliquet *c* empêche la roue de revenir en arrière.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT fait, par M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, sur une MÉTHODE POUR LE CALCUL DES DIAGRAMMES DES MACHINES A VAPEUR, au nom du comité des arts mécaniques, par M. Auguste QUERRUEL, ingénieur.

M. Auguste Querruel, ingénieur, 275, boulevard Voltaire, a soumis à votre appréciation un opuscule qui, non encore imprimé, n'a reçu qu'une publicité restreinte par l'autographie. Ayant eu souvent à s'occuper de projets de machines à vapeur, il a cherché à faciliter ses opérations par la construction de nombreuses tables numériques, et il a voulu, ensuite, faire profiter le public des avantages qu'elles lui procureraient. Il a commencé par comparer entre elles les diverses sources de renseignements originaux, soit expérimentaux, soit théoriques; et il a adopté finalement, pour lui servir de base, ceux de Zeuner, comme point de départ des transformations et interpolations qu'il voulait leur faire subir. Les tableaux qu'il en a déduits sont au nombre de cinq, et nous vous en indiquerons brièvement le dispositif.

La table n° 1 sert à ramener les atmosphères terrestres aux atmosphères

métriques, c'est-à-dire aux pressions en kilogrammes par centimètre carré, seules légales en France, et seules employées pratiquement. La première colonne présente comme graduation ces pressions, non d'une manière régulièrement espacée, mais avec une condensation ou un élargissement variables suivant les besoins de la pratique. On trouve dans les colonnes suivantes la température, le volume d'un kilogramme de vapeur et, réciproquement, le poids d'un mètre cube de ce fluide.

Le tableau n° 2 établit une comparaison entre les chiffres réels et ceux que fournirait l'application de la loi de Mariotte. Les pressions métriques forment l'échelle de la première colonne. La seconde indique le volume variable que prend par ses changements de pression une masse de vapeur occupant originairement un mètre cube sous la pression d'un kilogramme. La troisième donne le même résultat, sous une forme différente, en faisant connaître le volume auquel reviendrait, par le changement inverse de pression, un mètre cube de vapeur pris à l'état final. La quatrième colonne donne le rapport de ces résultats à ceux que l'on déduirait de la loi de Mariotte. C'est le *coefficient de correction* qui permet de passer de la loi des gaz parfaits, sous ce rapport, à celle de la vapeur, et il est accompagné de son logarithme pour faciliter les calculs.

Dans la troisième table, l'auteur évalue le travail absolu dont est susceptible une quantité de vapeur occupant un mètre cube sous la pression d'un kilogramme, et fonctionnant dans une compound théorique, sans espace nuisible et sans détente propre dans le petit cylindre. Une première colonne indiquant comme échelle de graduation le rapport des volumes des deux cylindres, la seconde fait connaître le travail, en supposant un réservoir intermédiaire d'une capacité indéfinie entretenue à la pleine pression, pour éviter l'irrégularité produite par le croisement des manivelles dans le passage d'un cylindre à l'autre. La troisième colonne supprime ce réservoir et accepte l'influence du passage direct avec le couplement à angle droit.

Le tableau n° 4, envisageant toujours la même quantité de vapeur, évalue le travail dont elle est susceptible par une détente théorique numériquement graduée dans la première colonne. Le résultat en kilogrammètres occupe la seconde. Puis trois autres doubles colonnes font connaître et l'expansion réelle et le travail réduit, quand on y apporte la correction due à l'espace nuisible, que l'auteur suppose successivement égal à $1/32$, valeur qu'il attribue au type Farcot, $1/64$ pour le type Corliss, et enfin $1/84$ pour son propre type Querruel-Pilon.

Enfin la dernière table, la plus utile au praticien, présente, avec un très long développement dû au grand resserrement de sa graduation qui fait croître la pression par décagrammes, la densité et le volume. Chacun de ces deux éléments est accompagné de son logarithme et de la différence tabulaire.

Dans cette énumération, nous passons à dessein sous silence d'autres éléments tabulaires, qui nous ont paru moins utiles ou moins clairs, en nous restreignant, pour simplifier, aux plus essentiels. Indépendamment de ces cinq tableaux, le fascicule renferme d'ailleurs un texte qui en explique l'emploi à l'aide de divers exemples numériques, et sur lequel il est inutile d'insister ici.

En résumé, messieurs, votre comité de mécanique a pensé que l'opuscule soumis par M. Querruel à votre examen représente le fruit d'un travail personnel considérable, et qu'il est susceptible d'apporter un utile secours de simplification pour les opérations laborieuses qu'exige l'étude d'un projet de machine à vapeur. Il vous propose en conséquence de remercier l'auteur de son intéressante communication, et de décider l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : HATON DE LA GOUPIILLIÈRE, rapporteur.

Approuvé en séance, le 9 décembre 1881.

ARTS PHYSIQUES.

HISTOIRE DE LA DÉCOUVERTE DU TÉLÉPHONE PARLANT, DE M. GRAHAM BELL,
PAR M. LE COMTE DU MONCEL, MEMBRE DU CONSEIL.

Dans l'exposé modeste qu'il a fait de l'invention du téléphone, M. Graham Bell n'avait pas indiqué les différentes expériences successives qui l'avaient conduit à cette invention; aucune réclamation de priorité ne s'étant alors produite, il n'avait pas à entrer dans ces détails, et, d'ailleurs, son caractère extrêmement réservé ne l'y portait pas; mais quand MM. Edison et Elisha Gray voulurent poser leurs droits à cette découverte (1), quand deux procès

(1) Ce qui est curieux, c'est que ces revendications n'ont été faites que plus d'un an après la

survinrent à cette occasion, ces détails n'étaient plus inutiles, et il fallut les rechercher de tous côtés. Or, il est résulté de toutes les enquêtes faites pendant le cours du procès, et qui remplissent quatre gros volumes, des documents d'un grand intérêt pour l'histoire de cette découverte, et que nous croyons intéressant de résumer ici, ne serait-ce que pour montrer par quels chemins tortueux une grande découverte doit passer avant d'arriver aux résultats importants qu'elle est appelée à réaliser.

Nous devons commencer par dire, tout d'abord, qu'il est résulté des enquêtes du procès et des pièces justificatives qui ont été produites, que dès l'année 1874, M. Graham Bell s'occupait de la transmission électrique de la parole. Ses premières recherches dans ce but remontent, en effet, au 26 juillet 1874. Mais ce n'est que le 2 octobre de cette même année que ses idées purent se préciser et prendre un certain corps. Après avoir étudié les beaux travaux de M. Helmholtz sur la combinaison des sons, il pensa que si deux électro-aimants placés aux deux extrémités d'un circuit avaient pour armature une série de tiges de fer de différentes longueurs et placées exactement dans les mêmes conditions aux deux stations, les sons de la parole pourraient impressionner telles ou telles de ces tiges, suivant qu'elles s'accorderaient plus ou moins avec leur son fondamental, et qu'il pourrait résulter de ces tiges, au poste transmetteur, des extra-courants d'induction capables de faire reproduire de pareilles vibrations sur les tiges de longueur correspondante au poste de réception. C'était, comme on le voit, le germe des télégraphes harmoniques à transmissions multiples, et il paraît qu'à cette époque (juillet 1874), M. Bell avait déjà constaté, pour ce genre de reproduction des sons combinés, *la nécessité de courants continus et ondulatoires*. Quoi qu'il en soit, il fit part de ses idées à M. Clarence Blake et lui demanda même s'il croyait *qu'une simple lame attachée à une membrane ne pourrait pas suffire pour produire les effets décrits précédemment*. A cette époque, M. Bell n'était pas électricien et cherchait des conseils. Aussi allons-nous voir son idée se développer successivement.

Dans une lettre écrite à M. Hubbard au commencement de 1875, M. Bell lui fait part d'une conversation qu'il avait eue à ce sujet avec M. Henreish,

description, par tous les journaux du monde entier, des expériences de M. Bell, ce qui montre que les auteurs de ces revendications n'avaient, dans l'origine, attaché qu'une bien médiocre importance à cette invention, et il a fallu que le succès couronnât l'œuvre de M. Bell, pour les faire sortir de leur indifférence à ce sujet.

qui lui conseillait de donner suite à son idée, et dans une autre lettre écrite également à M. Hubbard, le 4 mai 1875, il lui indique le moyen qu'il avait conçu de transmettre électriquement la parole en faisant en sorte que *les vibrations déterminées par le transmetteur pussent provoquer dans la résistance du circuit des changements proportionnels à ces vibrations*. Se reportant à un mémoire scientifique qu'il avait lu, il croyait pouvoir résoudre ce problème en faisant faire réagir un diaphragme devant lequel il parlait, sur un fil tendu traversé par le courant transmis, et il admettait que les différences de tension de ce fil, sous l'influence des vibrations produites, devaient entraîner dans la résistance du fil des changements proportionnels aux vibrations. Il paraît que les expériences qu'il entreprit alors réussirent, car, le 24 mai 1875, il écrivait à son père une lettre dans laquelle il lui annonçait qu'il était bien près de résoudre le problème qu'il cherchait. Nous ajouterons que, dans les expériences précédentes, il employait comme récepteur une disposition absolument semblable à celle du transmetteur.

Le 2 juin 1875, il constata qu'en employant deux électro-aimants boiteux dont les armatures étaient susceptibles de vibrer, il pouvait, en reliant électriquement ces électro-aimants et en intercalant une pile dans le circuit, faire en sorte que les vibrations de l'une de ces armatures fussent reproduites par l'autre, *sous l'influence des extra-courants qui résultaient des rapprochements et des éloignements de l'armature vibrante*. Or, cette expérience le conduisit immédiatement à penser qu'il pourrait obtenir *la transmission des sons sans pile, en remplaçant le noyau de fer des électro-aimants précédents par un noyau d'acier aimanté*. Telle est l'origine du téléphone électro-magnétique de M. Bell, auquel il s'est particulièrement attaché. Effectivement, peu de temps après cette expérience, c'est-à-dire le 1^{er} juillet 1875, il disposa ses électro-aimants de manière que leur armature fût reliée à une membrane tendue sur une sorte d'entonnoir, et il obtint des résultats tellement encourageants, qu'il put croire le problème bien près d'être résolu.

Au mois de septembre 1875, la question avait bien progressé, car, parmi les pièces du procès, on trouve une lettre de M. Bell à M. Hubbard, datée du 28 septembre, dans laquelle il lui parle d'une visite qu'il vient de faire à M. Brown, premier ministre des États du Canada, qui était alors à Toronto, dans le but de lui expliquer ses idées relativement à la transmission électrique de la parole, et au désir qu'il avait de le charger de prendre en son nom des brevets en Angleterre et en Europe, alors qu'il les prendrait lui-même en Amérique. Il avait été convenu dans cette visite qu'il se mettrait de suite à ré-

diger le brevet et, effectivement, cette rédaction fut faite immédiatement et envoyée ; mais bien qu'elle n'ait pas été retrouvée parmi les papiers de M. Brown, qui avait été assassiné quelques mois après, on a pu s'assurer de son existence par quelques fragments des minutes qui avaient servi à la faire et qu'on a pu retrouver sur des envers de lettres écrites de Philadelphie, lesquelles en reportaient la date avant le 4 novembre 1875.

Nous insistons sur ces détails pour démontrer que la rédaction du brevet de M. Bell était bien antérieure à la date qu'on aurait pu lui supposer d'après celle de son dépôt, et voici pourquoi celui-ci ne fut pas fait plus tôt.

Continuant à ne pas recevoir de réponse de M. Brown, M. Bell retourna au Canada avant de prendre son brevet américain, et après avoir expliqué de nouveau son affaire à M. Brown, et lui avoir remis, le 29 décembre, les dessins nécessaires pour qu'il pût la bien comprendre, il fut convenu qu'à son prochain voyage en Angleterre, qui devait se faire sous peu de jours, M. Brown prendrait définitivement les brevets et qu'il en donnerait avis. Toutefois, cette convention ne fut pas exécutée, parce que les électriciens anglais auxquels M. Brown s'était adressé n'avaient pas trouvé l'invention assez sérieuse ; de sorte que, après avoir attendu quelque temps encore, M. Bell dut se décider à présenter sa demande de brevet à l'office des patentes américaines, et ce fut le 20 janvier 1876 que cette demande eut lieu ; mais le brevet ne fut présenté officiellement avec les formes de rigueur que le 14 février, et c'est ce même jour, deux heures après le dépôt de ce brevet, que fut présenté le *caveat* de M. Elisha Gray !!! Dans ce *caveat*, il n'était question que du téléphone parlant, mais cet appareil fonctionnait sous l'influence des variations de résistance d'une colonne liquide interposée dans le circuit téléphonique comme dans l'un des systèmes indiqués dans le brevet de M. Bell, et le dessin annexé à ce *caveat* ne peut laisser aucun doute sur la parfaite identité des deux systèmes. Il est toutefois résulté de l'enquête, qu'à la date des deux brevets, aucun des deux systèmes n'avait été exécuté, et que les premières expériences de M. Bell, seules, avaient pu démontrer la possibilité de la transmission de la parole. Mais M. Bell fit construire, en mars 1876, son appareil à liquide, et au 10 mai de cette même année, cet appareil fut l'objet d'une communication de l'auteur à l'Académie américaine de Boston. Il figura ensuite avec ses autres appareils à l'Exposition de Philadelphie, au mois de juin 1876.

En résumé, il a été démontré, dans les deux procès aujourd'hui terminés,

que c'est bien M. Bell qui, le premier, a pu faire parler le téléphone, en lui appliquant des courants continus et ondulatoires, fonction des vibrations de la voix, et qu'il a résolu le problème, soit avec des courants induits résultant des vibrations mêmes de l'appareil transmetteur, soit par des variations de résistance d'un conducteur imparfait mis en rapport avec un circuit voltaïque et résultant elles-mêmes des effets vibratoires.

Un fait assez curieux à rappeler ici, c'est que, dès 1865, M. Yeates, de Dublin, en essayant de perfectionner le téléphone de Reiss, avait réalisé en quelque sorte le transmetteur à liquide de MM. Bell et Gray, car il avait introduit entre les contacts de platine de l'appareil de Reiss une goutte d'eau, ce qui le rendait propre à la reproduction des sons articulés. Toutefois ce résultat ne fut pas alors observé.

NÉCROLOGIE.

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. MORIÈRE, DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE CAEN, SUR LA TOMBE DE M. ISIDORE PIERRE, CORRESPONDANT DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT.

« Messieurs, c'est avec une émotion profonde que je viens adresser le suprême adieu au savant chimiste, au professeur dévoué, à l'éminent doyen qui, pendant plus de trente années, a honoré, par son enseignement et par ses travaux, la Faculté des sciences de Caen et l'Université de France.

« Des personnes plus compétentes et plus autorisées que je ne puis l'être ne manqueront pas de faire apprécier le chimiste, de rappeler les services nombreux qu'il a rendus à l'agriculture et à l'industrie, par ses leçons et par ses nombreux ouvrages. Je dois me borner à rappeler à grands traits les diverses étapes d'une carrière si honorablement remplie, et que de cruels malheurs de famille ont si brusquement interrompue.

« Joachim-Isidore Pierre, naquit à Buno-Bonnevaux (Seine-et-Oise), le 14 novembre 1812, d'une honorable famille de cultivateurs. Les premières années de sa jeunesse, passées dans une exploitation agricole au milieu des travaux des champs auxquels il participa lui-même, ont probablement décidé de la direction qu'il donna plus tard à ses travaux de chimie.

« Après avoir fait de solides études qu'il commença très tard au collège de Fontainebleau et qu'il continua à Henri IV, tout en étant répétiteur à la pension Barbet, M. Pierre fut admis au grade de bachelier ès lettres, le 10 janvier 1832 ; il suivit pendant deux ans, en qualité d'élève externe, les cours de l'École polytechnique et obtint, en 1836, le grade de bachelier ès sciences mathématiques ; l'année suivante,

il était reçu licencié ès-sciences physiques et, huit ans plus tard, il conquérait son diplôme de docteur.

« C'est en remplissant les fonctions de préparateur de physique et de chimie au collège Henri IV, du 15 mai 1837 au 31 mars 1839, que M. Pierre aborda la carrière de l'enseignement. Ses services universitaires furent alors interrompus pendant un an et demi, pour motifs de santé; puis nous le retrouvons préparateur de Regnault au Collège de France, du 15 août 1840 au 8 octobre 1842, et, de cette époque au 24 novembre 1846, c'est-à-dire pendant quatre ans, aide-chimiste au laboratoire de l'École des mines.

« Les connaissances étendues qu'il avait acquises dans ces diverses fonctions, le talent d'observateur et d'analyste dont il avait fait preuve, lui firent confier, en novembre 1846, la suppléance de la chaire de chimie à la Faculté des sciences de Bordeaux. Les succès obtenus par le jeune professeur lui valurent d'être chargé, le 24 septembre 1847, de la chaire de chimie à la Faculté des sciences de Caen, devenue vacante par la mort de Thierry. La succession était difficile à recueillir; il s'agissait de remplacer un chimiste distingué et un professeur émérite. M. Pierre fit bientôt voir qu'il était à la hauteur de la position à laquelle il avait été appelé, et, le 20 mars 1849, le ministre de l'instruction publique le nomma titulaire de la chaire.

« En novembre 1866, M. Isidore Pierre était délégué dans les fonctions de doyen et, le 28 janvier 1867, nommé doyen titulaire, fonction qu'il a exercée jusqu'au 24 décembre 1879. A cette époque, obéissant à d'honorables scrupules, il se crut obligé de résigner ses doubles fonctions de professeur et de doyen. Depuis lors, M. Pierre est encore resté attaché à la Faculté par les liens de l'honorariat.

« Ainsi que nous le disait le chef de l'Académie, lors de la rentrée des Facultés, au mois de novembre 1880 :

« M. Isidore Pierre s'est retiré après avoir conquis glorieusement, par toute une vie « de travail et de dévouement à la science, une place éminente parmi nos plus savants « chimistes. Esprit à la fois sagace et plein de persévérance, très remarquablement « doué pour le genre de recherches auquel il s'était plus particulièrement voué, les « travaux multiples de l'enseignement et les devoirs même d'un autre ordre, qui viennent plus tard s'y ajouter, étaient loin d'absorber toute son activité. La leçon terminée, le savant rentrait dans son laboratoire, et de précieuses découvertes récompensaient souvent ses efforts. Malgré sa modestie, une juste renommée finit par s'attacher à son nom, et il eut la satisfaction de voir ses travaux couronnés et ses titres reconnus par le premier corps savant de France, par l'Institut, qui le jugea digne de l'associer à ses travaux et lui conféra un titre justement recherché, en l'adoptant comme membre correspondant. »

« M. Isidore Pierre avait surtout dirigé ses études vers les applications agricoles de la chimie; aussi fut-il chargé, en 1850, par le ministre de l'agriculture, d'un cours de chimie agricole qu'il a continué sans interruption pendant près de trente années. Il a

ainsi trouvé l'occasion de faire ressortir dans ses leçons les avantages précieux que de saines notions scientifiques procureraient aux cultivateurs. Les travaux qu'il a publiés sur les divers points de l'économie rurale, qui intéressent plus spécialement le Calvados, les services importants qu'il a rendus soit comme secrétaire, soit comme président de la Société d'agriculture et de commerce de Caen, sont un des nombreux titres de M. Pierre à la reconnaissance publique.

« En outre de ses devoirs de professeur, si rigoureusement accomplis, et de ses travaux de laboratoire, M. Pierre, qui possédait une grande puissance de travail, trouva encore le moyen de consacrer une partie importante de son existence aux affaires publiques. En 1852, il fut appelé à faire partie du Conseil de la cité, où ses connaissances scientifiques étaient souvent invoquées et ont aidé puissamment, pendant plus de vingt ans, à la solution de diverses questions.

« Les Sociétés savantes de la ville de Caen, la Chambre d'agriculture et de commerce, la Société de météorologie du département perdent en M. Pierre un collaborateur précieux et dévoué.

« Non seulement les Sociétés locales, mais un grand nombre de Sociétés savantes, nationales et étrangères, avaient tenu à honneur de placer le nom de M. Pierre sur la liste de leurs membres.

« M. Isidore Pierre a enrichi les volumes de nos Sociétés savantes et, en particulier, ceux de la Société d'agriculture, dont il a été, pendant de longues années, le secrétaire et l'âme d'un grand nombre de mémoires, notices et études ; il a, en outre, publié divers ouvrages justement appréciés ; quelques-uns sont devenus classiques, d'autres ont été l'objet des plus hautes récompenses.

« C'est ainsi qu'après la publication, en 1852, de son important travail sur les *Engrais de mer de la Basse-Normandie*, il fut nommé correspondant de l'Institut, puis, un peu plus tard, chevalier de la Légion d'honneur.

« Un travail magistral de M. Pierre, et qui lui a coûté de longues années d'observations, est celui qui a pour titre : *Recherches sur la Thermométrie et sur la dilatation des liquides*. Ce travail de M. Pierre, digne de l'illustre physicien dont il avait été le préparateur au Collège de France, sera toujours celui que les physiciens et les personnes qui s'occupent de ce genre de recherches devront consulter de préférence.

« Des *Études comparées sur la culture des céréales, des plantes fourragères et industrielles* ; — des *Recherches expérimentales sur le développement du blé et sur la répartition, dans ses différentes parties, des éléments qui le constituent à diverses époques de la végétation* ; — des *Études théoriques et pratiques d'Agronomie et de Physiologie végétale* ; — un *Travail considérable sur le colza*, etc., ont mérité à notre collègue diverses récompenses ; à plusieurs reprises des médailles d'argent lui furent décernées à la suite du congrès des Sociétés savantes à la Sorbonne ; son *Mémoire sur les Prairies artificielles* fut couronné en 1861 par la Société d'agriculture d'Orléans et, à l'Exposition universelle de 1878, il obtint une médaille de vermeil.

« Dans ses dernières années, M. Pierre a fait, avec la très intelligente et très dévouée collaboration de M. Puchot, son ancien élève et son préparateur, une étude complète sur les produits de la distillation des alcools de fermentation. Ce travail fait le plus grand honneur aux deux chimistes.

« Depuis longtemps M. Pierre se trouvait tout naturellement désigné pour l'avancement dans la Légion d'honneur; il fut nommé officier le 11 août 1869. Il avait reçu antérieurement les palmes d'officier de l'Instruction publique.

« Le savant doyen de la Faculté des sciences semblait donc parcourir régulièrement une glorieuse carrière; ses publications dans les comptes rendus de l'Académie des sciences et dans un grand nombre de recueils; — l'hommage rendu à son mérite; — les sympathies qu'on lui témoignait dans sa ville d'adoption; — les titres honorifiques; — les récompenses si flatteuses dont ses travaux avaient été l'objet; — tout semblait lui sourire, lorsqu'il fut frappé, coup sur coup, dans ses plus chères affections: « Le père brisa le savant. » Nous vîmes alors cette puissante organisation s'altérer de jour en jour, et elle a fini par s'éteindre le 5 novembre.

« Le respect et l'émotion des nombreux amis qui sont réunis pour vous rendre les derniers devoirs, disent assez haut, cher collègue, les regrets que vous laissez. Puisse l'hommage rendu à votre savoir et à la dignité de votre vie adoucir la douleur de l'épouse et des enfants qui ont veillé à votre chevet jusqu'à l'heure suprême.

« Heureux, messieurs, ceux qui peuvent se présenter devant le souverain Juge, avec une vie si utilement et si laborieusement remplie! Le travail n'est-il pas aussi une prière?

« Isidore Pierre, au nom des professeurs de la Faculté des sciences, au nom de la famille universitaire, j'ai l'honneur de vous adresser un dernier adieu! »

VINIFICATION.

SUCRAGE DES VENDANGES, PAR M. MICHEL PERRET, PRÉSIDENT DU CONSEIL DÉPARTEMENTAL D'AGRICULTURE DE L'ISÈRE.

I. — La transformation du jus de raisin en vin est une opération dite de *fermentation*; elle s'effectue toute seule par le fait des éléments, éminemment favorables à cette réaction, qui se trouvent dans le fruit de la vigne. Néanmoins, ce travail naturel peut être entravé par une série de circonstances, dont on ne peut se rendre un compte exact qu'en suivant attentivement les différentes particularités de la fermentation.

Lorsqu'on veut faire du *vin blanc*, l'opération est des plus simples: on extrait le jus du raisin par la pression, et on abandonne ce liquide à lui-même pendant un temps suffisamment long pour que le sucre qu'il contient ait passé à l'état d'alcool.

Ce temps varie suivant la température extérieure ; il peut se prolonger plusieurs mois même sans inconvénient notable pour la qualité du produit.

Le vin blanc est donc très facile à obtenir, et cependant on n'en fait que des quantités minimales relativement à la masse des vins consommés. La raison en est que l'on a reconnu au *vin rouge* des qualités spéciales hygiéniques et nutritives, et nous verrons bientôt que ces qualités ne peuvent être acquises complètement que dans des conditions très précises, imparfaitement réalisées jusqu'ici, je le crois, par la méthode ordinaire de vinification.

En effet, la présence de la peau du raisin dans la cuve pendant la fermentation du vin rouge doit être considérée comme le principe constitutif des propriétés spécifiques de ce vin ; c'est cette peau qui, par sa macération, lui donne sa couleur et une bonne partie de ses éléments essentiels.

Il importe donc de se préoccuper d'abord de mettre en contact constant la peau, qu'on appelle le *marc du raisin* et le liquide qu'elle renfermait. Puis il faut régler la durée de l'opération et la réduire autant que possible, afin d'éviter :

D'une part, les fermentations de mauvaise nature (acétique et putride) que la présence prolongée du marc entraînerait ;

D'autre part, la perte de l'alcool, qui est absorbé par ce marc à proportion du temps pendant lequel ce dernier reste immergé dans ce liquide.

Or, dans une cuve ordinaire, aucune de ces conditions n'est remplie :

1° Le marc se sépare du liquide et remonte à la surface, soulevé par l'acide carbonique que produit la réaction. On cherche, il est vrai, à l'immerger en descendant à plein corps dans la cuve, ce qui expose les travailleurs à des accidents d'asphyxie, mais on n'obtient ainsi qu'un effet momentané. Le marc remonte toujours à la surface, et l'appareil de vinification se divise forcément en deux couches : l'une, occupant le bas de la cuve, toute de liquide, et fermentant lentement comme le vin blanc ; l'autre, superposée à la première, contenant tout le marc, et, par cette raison, fermentant beaucoup plus rapidement que la partie exclusivement liquide, dont la température est souvent inférieure de 10 degrés ;

2° Dans la couche supérieure, le marc, saturé de vin et en contact avec l'air, subit la fermentation acétique, et même la fermentation putride si la cuvaison dure trop longtemps ;

3° Enfin, la durée de l'opération, forcément prolongée pour que la réaction nécessaire à la vinification s'étende à toute la masse en travail, occasionne la perte d'une quantité d'alcool absorbée par le marc, nous l'avons dit, à proportion du temps pendant lequel il a été immergé.

II. — Les recherches que j'ai faites pour arriver aux moyens pratiques d'obvier à ces trois graves inconvénients m'ont amené à constituer l'appareil dont les dessins ci-après donneront l'idée.

La figure 1 montre une coupe verticale faite par l'axe de la cuve. Cette cuve com-

porte des montants fixés par une traverse supérieure et une première claie ou cloison

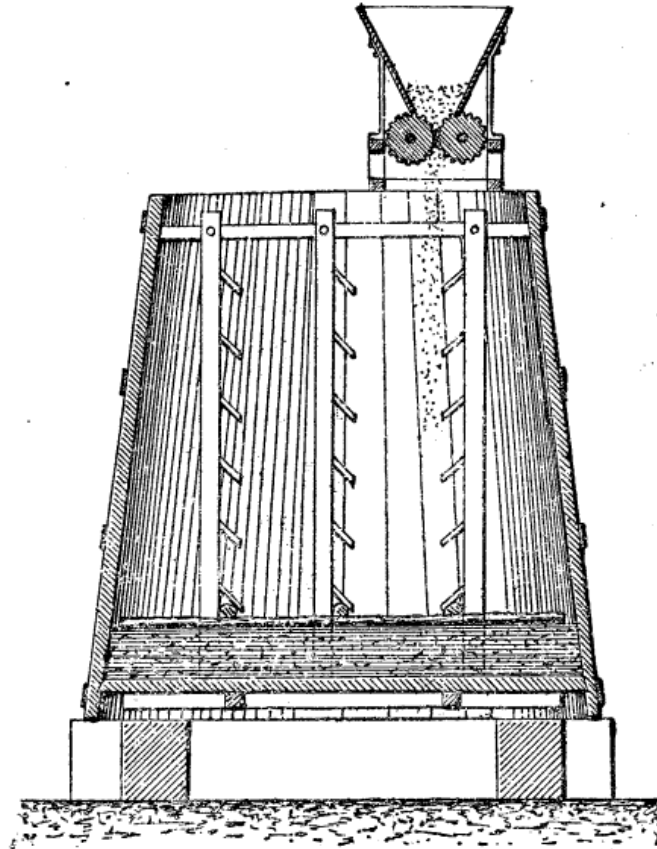


Fig. 1. — Remplissage.

horizontale à jour, placée à la partie inférieure, au-dessus d'une première couche de vendange de 0^m,25 d'épaisseur.

La figure 2 fait voir la cuve pleine jusqu'aux trois quarts environ de sa hauteur, avec des couches ou étages d'égale épaisseur (0^m,25) séparés par autant de claies. — La masse est supposée en pleine fermentation.

La figure 3 est une section horizontale de la cuve au niveau du dernier étage, montrant la disposition des liteaux qui forment chaque claie.

Enfin, la figure 4 indique la position que prennent les claies ou cloisons de séparation quand, après le soutirage, les couches de marc, n'étant plus soutenues par le liquide, sont descendues d'une quantité égale au volume du vin écoulé.

III. — Voici maintenant la méthode à suivre pour employer cet appareil :

Mode d'opération. — La vendange est versée dans la trémie du broyeur à cylindres cannelés que l'on a placé sur la cuve, afin d'écraser les grains du raisin.

Aussitôt que la vendange a atteint la hauteur de 0^m,25 dans la cuve, un homme y

descend et étale sur cette première couche des liteaux, qui ne sont autres que les écha-

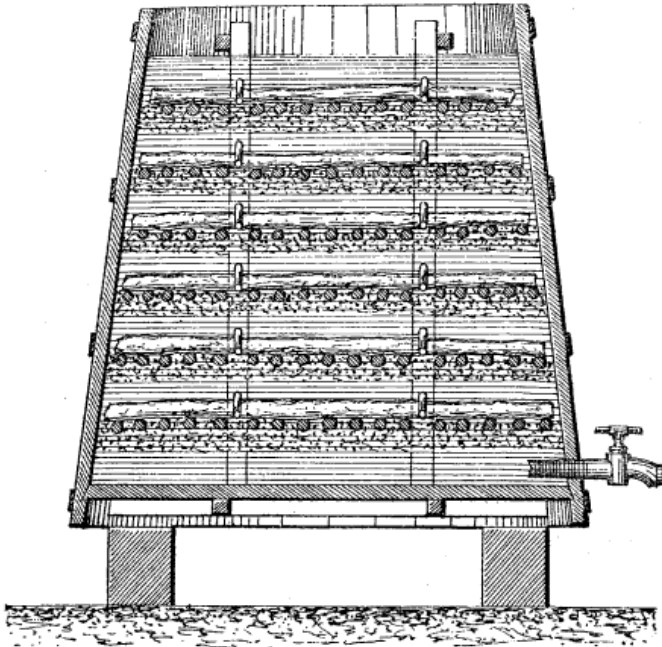


Fig. 2. — Cuve en fermentation.

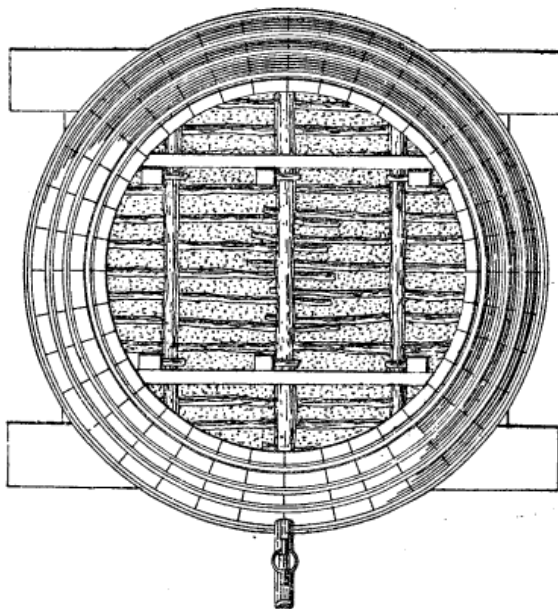


Fig. 3. — Plan des claies.

las servant de supports aux vignes. Ces liteaux, posés à 5 ou 6 centimètres de distance les uns des autres, sont maintenus par trois traverses de bois un peu plus fort, placées au-dessus et que l'on engage sous des crochets, ou chevilles inclinées qui sont fixées aux montants.

Le remplissage, continuant, est interrompu à la hauteur de chaque rang de crochets pour constituer une nouvelle claie, comme il est expliqué ci-dessus. Le dernier étage, ainsi formé, comporte seul l'addition d'une couche de paille étendue sur la vendange et sous le clayonnage, afin d'empêcher les grains de raisin détachés de passer au travers de ce clayonnage.

Il faut achever de remplir la cuve dans la journée, car la fermentation, commençant presque immédiatement, en rendrait l'accès difficile et périlleux. Cette réaction, très énergique, produit au-dessus de la dernière claie un regorgement du liquide qui occupe alors l'espace laissé vide à cet effet au haut de la cuve.

Tous les étages fonctionnent bientôt de la même manière, formant des tranches

alternées de liquide et de marc, dont le contact forcé et constant accélère la fermentation à tel point que, au bout de soixante-douze heures, le gleucomètre accuse 0 degré, lorsqu'on a opéré à la température ordinaire de 15 degrés.

A ce moment, le vin n'est pas encore terminé, le zéro du gleucomètre n'indiquant qu'une moyenne entre la densité du jus (supérieure à 0 degré) et celle du liquide alcoolique (inférieure à 0 degré). Il faut donc laisser le travail se poursuivre et ne décuvage que soixante-douze heures après la constatation du zéro degré sus-indiqué au gleucomètre.

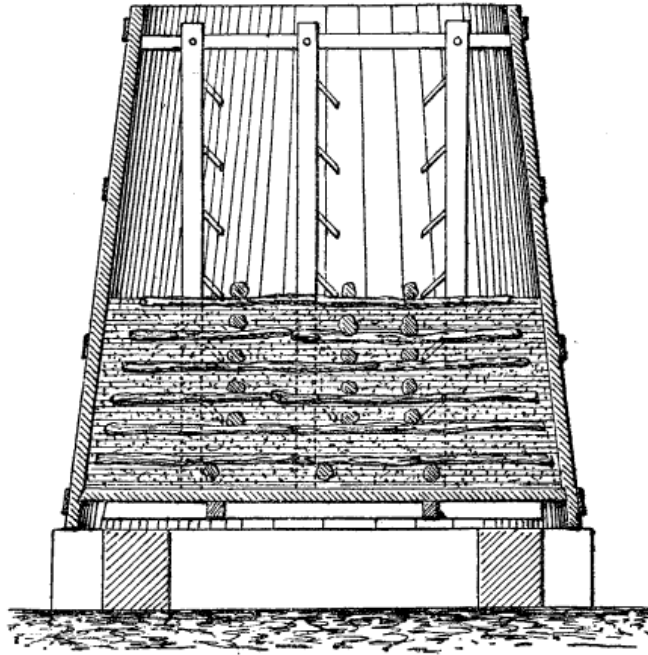


Fig. 4. — Décuvage.

Le décuvage s'opère de la manière ordinaire, par un robinet fixé au bas de la cuve. Tout le liquide étant écoulé et ne soutenant plus le marc, celui-ci s'affaisse en entraînant les claies et traverses, qui glissent sur le dos incliné des crochets.

L'enlèvement du résidu de

la vendange est d'ailleurs facilité par la division même produite dans sa masse par les claies successivement tombées.

IV. — Si l'on résume maintenant les effets produits par l'emploi de l'appareil et du procédé que je viens de détailler, on voit :

1° Que le marc du raisin a été sans cesse en contact avec le liquide, et la température de la cuve constante dans toutes ses parties ;

2° Que le marc, étant resté toujours immergé, ne s'est trouvé en aucun point exposé à l'action de l'air ;

3° Que la réduction de la durée de l'opération a entraîné une diminution proportionnelle de la quantité d'alcool absorbée par le marc.

Ainsi se trouvent résolues les trois difficultés que j'ai signalées ; et cela au moyen de dispositions très simples, que tout cultivateur peut employer sans le secours d'aucun ouvrier du métier.

V. — Étant donné ce procédé, à l'aide duquel on obtient une fermentation rapide et complète, rien n'est plus simple que d'ajouter à la vendange le liquide sucré, dans la proportion jugée convenable.

Lorsque la cuve aura reçu quatre couches de vendange, on complètera le remplissage des étages supérieurs par une addition d'eau légèrement chauffée (à 15 ou 20 degrés), dans laquelle on projettera une quantité de sucre correspondante à 20 kilog. par hectolitre d'eau.

La fermentation commencera immédiatement, et le marc (toujours à l'abri du contact de l'air) exerçant son action sur tout le liquide, le travail s'achèvera dans le délai indiqué plus haut.

Le soutirage et la pressée, effectués comme à l'ordinaire, donneront, sans main-d'œuvre particulière, le vin mélangé, dans lequel le sucre aura profité de la propriété fermentescible que possède, à un si haut degré, le fruit de la vigne.

Si la proportion du *vin de sucre* ne dépasse pas la moitié du *vin de raisin*, le mélange ne présentera, avec ce dernier, presque aucune différence : la couleur, le goût, les quantités relatives des éléments constitutifs que doit régulièrement fournir l'analyse du vin ordinaire seront à très peu près reproduits.

En outre, la proportion alcoolique étant absolument réglée à une quotité supérieure à 10 pour 100, par la quantité même du sucre employé (20 pour 100), le vin obtenu sera de meilleure conserve dans tous les pays où la vigne ne donne qu'un produit d'une richesse alcoolique inférieure à 10 pour 100.

Quelques observations m'ont été faites sur l'inconvénient de produire le vin de sucre en mélange avec le vin naturel ; en effet, il peut être convenable d'obtenir séparément ces deux vins, pour en faire ensuite tel usage que l'on désire.

Dans ce cas, il faut faire le remplissage de la cuve comme il a été expliqué pour produire le vin naturel, mais avec la précaution d'assujettir, avec des liens, les traverses aux montants qui soutiennent les étages, afin de laisser le marc suspendu au moment où le vin sera soutiré.

Immédiatement après le soutirage, on introduit dans la cuve une quantité d'eau tiède égale au vin soutiré, afin d'en occuper exactement la place ; on ajoute ensuite le sucre, qui, projeté dans la cuve sur la claie supérieure, se dissout rapidement. La fermentation recommence, et le second vin s'achève dans le même temps que le premier, car il se trouve dans les mêmes conditions de contact avec le marc par sa division en étages : conditions qui constituent essentiellement ce système de fermentation.

Le second vin soutiré, on enlève le marc en détachant successivement les traverses des étages ; on le presse comme à l'ordinaire, et l'opération n'a entraîné d'autres frais que la main-d'œuvre nécessaire pour introduire l'eau et le sucre dans la cuve.

Ces frais et ceux du combustible suffisant pour élever la température de l'eau de quelques degrés sont presque insignifiants si on emploie pour chauffer l'eau le petit appareil qui sert dans le Beaujolais à l'ébouillantage des vignes, et une pompe pour remonter dans la cuve l'eau atténuée pendant son passage rapide dans l'appareil.

Le sucre blanc cristallisé extra est très approprié au sucrage par sa division, sa pureté et son prix moindre que celui du sucre raffiné.

EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1878

A PARIS

MATIÈRES COLORANTES ET COULEURS, PAR M. LAUTH, MEMBRE DU JURY INTERNATIONAL.

I.

MATIÈRES COLORANTES ARTIFICIELLES.

L'Exposition universelle de Vienne a fourni à notre illustre maître, M. A. Wurtz, l'occasion de faire sur les matières colorantes artificielles un Rapport détaillé, dans lequel l'histoire et la fabrication de ces produits sont exposées avec une précision et une netteté telles, que ce livre, véritable modèle, ne laisse plus rien à dire sur le même sujet.

Dans les pages qui suivent, nous n'examinerons donc que le développement de cette industrie dans ces dernières années, nous appliquant à faire ressortir exclusivement les faits nouveaux et les découvertes qui ont été réalisées depuis 1873; le champ est vaste encore, car si l'on a pu croire un instant, lorsqu'on eut épuisé sur les alcaloïdes du goudron toutes les méthodes d'oxydation et de substitution connues alors, et lorsque les conséquences immédiates des travaux de M. Perkin eurent été ainsi atteintes, que la série des recherches nouvelles à tenter dans cette voie était close, on n'a pas tardé à comprendre, à la suite de travaux scientifiques plus récents, de quelle extension la fabrication des couleurs artificielles est susceptible; l'industrie s'est emparée rapidement des indications les plus délicates de la science; elle a mis à profit des réactions dont le savant, à la poursuite de quelque grande vérité philosophique, ne voyait et ne cherchait pas à voir les applications possibles: elle a su créer un nombre surprenant de produits nouveaux, et remplacer les matières fournies directement par la nature, par des corps similaires ou identiques, fabriqués de toutes pièces à l'aide de réactions chimiques.

Cet admirable résultat de l'alliance de la science et de l'industrie a permis de transformer une matière sans valeur en une source inépuisable de richesses; il ouvre à l'activité des travailleurs un horizon immense, personne aujourd'hui, parmi ceux qui s'intéressent à cette question, n'hésitant à affirmer que toutes les matières colorantes naturelles seront produites artificiellement.

Rien, en effet, ne saurait arrêter les tentatives des chimistes dans cette voie; l'expérience a montré combien l'industriel est habile à transformer économiquement les procédés scientifiques, et, s'il est intéressant d'étudier la série ininterrompue des découvertes auxquelles nous assistons depuis vingt ans, il y a lieu d'admirer aussi

la rapidité avec laquelle on a pu, par l'étude intelligente des procédés, par l'emploi d'appareils jusqu'alors réservés aux laboratoires des hommes de science, arriver à produire en quantités énormes, et à des prix extraordinairement réduits, les substances les plus rares ou les plus difficiles à préparer; la fuchsine, qui coûtait 1,200 francs le kilogramme, se vend aujourd'hui 15 francs; le violet de Paris est descendu de 250 à 25 francs; le vert de méthylaniline, de 800 francs, est tombé à 60 francs.

Ces exemples, que nous pourrions multiplier, prouvent que l'industrie possède, avec l'appui de la science, des ressources inépuisables; aucun fait, quelque impraticable qu'il puisse paraître au moment de sa découverte, ne doit être rejeté du champ de ses investigations.

L'avenir de l'industrie qui nous occupe est donc riche d'espérances pour les travailleurs.

L'Exposition de 1878 a prouvé que les craintes manifestées, il y a dix ou quinze ans, relativement au développement de cette industrie, sont chimériques: on paraissait, à cette époque, redouter comme un obstacle peut-être insurmontable l'emploi d'agents d'un prix élevé ou de réactions compliquées; nous venons, par des chiffres, de montrer ce que valent ces appréhensions.

On avait dit que le peu de résistance à la lumière solaire des couleurs d'aniline devait les faire proscrire de la consommation; aujourd'hui, le goudron est la source d'une foule de matières colorantes dont la solidité est égale, sinon supérieure, à celle des produits naturels.

Enfin, l'application de ces couleurs paraissait à l'origine devoir présenter quelques difficultés; elle est devenue si simple, que le teinturier a tout intérêt à favoriser le développement de leur fabrication; il n'a plus à se préoccuper de l'encombrement causé par la présence des bois de teinture, de l'étude de mordants quelquefois compliqués, de l'emploi de procédés d'une réussite incertaine; il n'a plus aujourd'hui en quelque sorte qu'à s'assurer de la pureté des produits qu'on lui offre et qu'à les mélanger dans sa cuve avec un peu de sulfate de soude ou d'acide sulfurique pour obtenir les résultats les plus parfaits.

L'économie, la beauté, la solidité, la facilité d'application des couleurs artificielles, tout leur assure donc un magnifique avenir.

Il nous a été impossible de réunir des documents certains, concernant l'importance du chiffre d'affaires auxquelles donne lieu l'industrie qui nous occupe; nous croyons cependant ne pas être très éloigné de la vérité en disant que l'Allemagne produit pour 50 à 60 millions de francs de couleurs, dont 30 millions pour la production de l'alizarine (les trois quarts de sa production sont exportés); l'Angleterre produit pour environ 11 millions, la Suisse produit 7 millions, l'Autriche, 4 millions, et la France, 4 à 5 millions.

La quantité totale d'aniline fabriquée est d'environ 5 millions et demi de kilogrammes répartis entre l'Allemagne pour 3 millions 600,000 kilogrammes, l'Angle-

terre pour 1 million de kilogrammes, et la France pour 800,000 kilogrammes.

La quantité de goudron de houille traité pour cette production d'aniline, et qui sert aussi à préparer la majeure partie de l'anthracène consommé, correspond à 550 millions de kilogrammes.

On ne saurait, d'après ces chiffres, se faire une idée exacte du développement pris par l'industrie des couleurs artificielles dans les dix dernières années : en effet, si l'on se reporte aux Rapports faits à la suite des expositions précédentes, on constate que le chiffre de 60 millions de francs était admis comme représentant l'importance de ces fabrications ; il est aujourd'hui de 85 à 90 millions, mais il ne faut pas oublier que la valeur des matières colorantes a diminué dans des proportions colossales ; l'augmentation de la production est donc infiniment plus grande que ne le laisserait supposer le rapport de 60 à 85 millions.

La part de la France est malheureusement bien minime dans ces chiffres ; les considérations que nous avons développées dans l'introduction générale du Rapport sur l'ensemble de l'exposition de la classe 47 font connaître les motifs qui ont amené cet état de choses déplorable ; mais nous ne saurions assez répéter combien il est douloureux de voir notre pays, qui a si largement contribué aux découvertes réalisées dans l'industrie des couleurs artificielles, qui fournit la presque totalité de l'anthracène consommé pour la préparation de l'alizarine et une forte proportion de l'aniline nécessaire à la fabrication des couleurs, condamné, par la législation des brevets et par des mesures fiscales trop rigoureuses, à une situation si peu en harmonie avec son activité industrielle.

Les couleurs tirées du goudron ont été jusqu'en 1875 comprises par la douane française dans la catégorie des *couleurs non dénommées* ; à partir de cette époque, on les a classées à part. Voici les chiffres qui ont été relevés pour les quatre dernières années (1) :

	IMPORTATION.	EXPORTATION.
	francs.	francs.
1875.	4 217 463	2 295 748
1876.	4 798 507	2 079 611
1877.	3 871 375	2 478 900
1878.	5 630 565	1 563 375

Il n'est pas douteux pour nous que les chiffres de ces tableaux sont erronés : le

(1) Il nous a paru intéressant de présenter, dans ce Rapport, les chiffres d'importation et d'exportation, en France, des divers produits que nous avons étudiés, tels qu'ils sont établis au Ministère de l'agriculture et du commerce. M. Marquet, secrétaire de la 5^e section de la commission permanente des valeurs de douane, a bien voulu relever ces chiffres et nous les communiquer.

classement est défectueux, et les déclarations sont fréquemment fausses; nous aurons, dans plusieurs autres cas, à faire de semblables observations.

CHAPITRE PREMIER.

MATIÈRES PREMIÈRES DE L'INDUSTRIE DES COULEURS ARTIFICIELLES.

Le goudron de houille est resté la base de cette industrie; résidu encombrant et presque inutile il y a peu d'années, il est recueilli aujourd'hui avec le plus grand soin. Sa valeur en effet a augmenté dans une proportion considérable; le prix du goudron atteint 50 à 90 francs la tonne, tandis qu'avant la découverte des couleurs qui en dérivent il ne dépassait pas 6 à 8 francs la tonne.

Les dispositions générales des appareils ne paraissent pas avoir été modifiées dans leur ensemble; nous n'avons, comme perfectionnement important à signaler ici, que le procédé de MM. Audouin et Eugène Pelouze (de la Compagnie parisienne), pour extraire du gaz les dernières portions de goudron entraînées.

Ce procédé est basé sur ce fait que des matières liquéfiables tenues en suspension dans un gaz peuvent être condensées par leur choc contre une paroi résistante. La disposition adoptée par ces deux ingénieurs consiste à diriger le gaz, renfermant encore du goudron, sur des plaques de tôle percées de trous de 1 millimètre de diamètre; pendant le passage du courant gazeux au travers de ces trous, les globules se soudent les uns aux autres en s'écrasant, et se liquéfient finalement au contact d'une autre plaque maintenue à 2 ou 3 millimètres de la première.

Le goudron condensé s'écoule le long des plaques et est recueilli au fur et à mesure de sa production. La quantité ainsi obtenue par l'effet du choc est d'environ 9 à 10 kilogrammes par 1 000 mètres cubes de gaz, lorsque la température est relativement basse et lorsque l'usine est munie de systèmes de réfrigération assez puissants; la qualité du produit est supérieure à celle du goudron ordinaire: il renferme en effet jusqu'à 20 pour 100 d'huile légère, tandis qu'il n'en contient habituellement que 5 pour 100.

TRAITEMENT DU GOUDRON.

Cette opération a pour but de séparer le goudron en deux parties: l'une volatile, qui contient tous les principes utilisables dans l'industrie des couleurs; l'autre fixe, connue sous le nom de *brai*. On réalise cette séparation par distillation dans des cornues en tôle. Elle a été fréquemment décrite, et nous n'avons à indiquer ici que deux améliorations dues également à M. Audouin, l'habile ingénieur chimiste de la Compagnie parisienne du gaz.

La première a pour effet d'extraire du brai la majeure partie de l'anthracène qui y existe; il y a peu d'années encore on évitait de pousser la distillation au delà du

point où l'on obtient le brai gras, et l'on y retenait ainsi une forte proportion des carbures solides ; depuis la découverte de l'alizarine artificielle, on a naturellement cherché à augmenter le rendement d'anthracène, en poussant la distillation aussi loin que possible : mais lorsqu'on a extrait, outre les huiles, une quantité d'huiles lourdes égale au quart environ du poids du goudron, on est obligé d'arrêter la distillation ; la matière devenue visqueuse adhère fortement aux parois des chaudières, et, sous l'influence de la température élevée à laquelle on est arrivé, elle se carbonise au grand détriment du produit obtenu et de la chaudière elle-même. M. Audouin recommande d'agiter constamment la masse fluide au moyen de palettes, puis de diriger dans l'appareil de distillation un courant sous pression d'un gaz inerte ; il emploie le gaz d'éclairage, l'air, l'acide carbonique, les gaz provenant de la combustion de la houille, la vapeur d'eau, qu'il dirige à l'aide d'une conduite en tous sens, de telle manière que les surfaces du brai, en contact avec la tôle chauffée, soient renouvelées à chaque instant : on obtient ainsi 35 à 40 pour 100 d'huile lourde.

Lorsqu'on a atteint une température d'environ 400 degrés, la distillation du goudron est terminée, on vide les chaudières. Mais le coulage à l'air libre de ce brai bouillant est une opération pénible pour les ouvriers et pour les habitations voisines, à cause des vapeurs irritantes qu'il répand. M. Audouin a imaginé un appareil qui supprime totalement ces inconvénients : ce sont deux chambres juxtaposées, construites en maçonnerie ou en tôle et séparées l'une de l'autre par un mur vertical, à la partie inférieure duquel une large ouverture fait communiquer les deux chambres entre elles. Ce brai bouillant s'écoule dans la première chambre, à l'abri de l'air et s'y refroidit partiellement ; à l'arrivée d'une nouvelle quantité de brai, la masse se répand dans la seconde chambre, mais les portions qui y arrivent se trouvant à la partie inférieure de la première chambre sont plus refroidies que le reste : elles répandent donc moins de vapeur. Lorsque la seconde chambre est pleine et que le courant arrive à la partie supérieure d'où il se déverse dans les bassins de solidification, sa température est voisine de 100 degrés ; dans ces conditions, il ne produit plus ni fumée ni vapeurs âcres.

L'appareil *siphon à déversement* fonctionne d'une manière continue et sans aucune surveillance de la part des ouvriers ; la fermeture se fait par le brai lui-même ; il supprime entièrement la manœuvre des robinets ou des valves dont l'obstruction ne peut être évitée lorsque, dans le but de supprimer la fumée, on opère à une basse température.

TRAITEMENT DES PRODUITS DISTILLÉS.

Aucune modification importante ne nous a été signalée relativement au traitement de ces produits ; on sait que, pendant la distillation même du goudron, on fractionne les huiles en *légères* et en *lourdes*.

1° Huiles légères.

Les huiles légères sont purifiées par l'acide sulfurique qui élimine les alcaloïdes et les carbures de la série grasse, puis lavées à la soude qui enlève les phénols et les acides ; enfin, on les soumet à diverses rectifications pour les fractionner d'après les besoins de la consommation, on prépare ainsi les benzols à 90, 50, 30 pour 100 de produits distillant jusqu'à 100 degrés.

La séparation des hydrocarbures benzéniques *purs* s'est généralisée, et l'on trouve aujourd'hui, chez tous les fabricants d'huiles de houille, de la benzine, du toluène, du xylène, presque chimiquement purs ; l'existence, dans le goudron, de ces différents carbures avait été prouvée scientifiquement, mais leur séparation n'avait pas été réalisée industriellement à l'origine ; c'est à M. Coupier (de Creil) que l'on est redevable de ce perfectionnement, basé sur l'emploi de colonnes analogues à celles qu'on utilise dans les distilleries d'alcool. Il n'a pas été sans influence sur le développement de l'industrie des couleurs d'aniline : en effet, si le mélange de la benzine et du toluène peut être utilisé dans la préparation de l'aniline pour rouge, il est indispensable d'opérer sur des hydrocarbures purs pour la fabrication de la plupart des autres produits ; la transformation de la rosaniline en bleu, la préparation du violet de Paris et de la diphenylamine exigent l'emploi d'aniline pure et par conséquent de benzines pures ; le chlorure de benzyle et l'acide benzoïque ne peuvent être obtenus qu'avec du toluène pur ; il en est de même pour les dérivés diazoïques, pour les acides sulfo-conjugués qui donnent naissance aux phénols, etc. Certains industriels même préfèrent, dans la fabrication de la fuchsine, opérer sur les alcaloïdes purs, qu'ils mélangent ensuite d'après les règles que l'expérience leur a indiquées. M. Coupier a donc rendu à l'industrie un service signalé dont le jury a reconnu l'importance.

Les appareils usités dans le traitement des huiles ont été décrits maintes fois ; les perfectionnements qui ont été introduits ont eu surtout pour but de régulariser leur marche, de diminuer la main-d'œuvre et d'éviter les chances d'incendie qui sont toujours considérables dans le maniement de produits aussi inflammables.

La distillation à la vapeur s'est généralisée ainsi que la suppression de la charge des chaudières à air libre ; il en est de même de l'emploi des flotteurs et des appareils de jauge, qui permettent de régler le travail de la distillation sans l'intervention des ouvriers, ainsi que de l'écoulement direct des huiles, des serpentins aux réservoirs dans lesquels elles s'accumulent.

Pour le lavage des huiles, on a remplacé l'ancien battage à la main par des appareils mécaniques ou par l'agitation obtenue au moyen d'une insufflation d'air (M. Dehaynin).

Enfin, tous les distillateurs se servent, pour le fonctionnement des huiles, des appareils à colonnes, modifiés d'après les indications de M. Coupier.

2° Huiles lourdes.

Ces huiles constituent la partie distillante entre 200 et 300 degrés ; elles renferment des hydrocarbures liquides, du phénol, de la naphthaline et de l'anthracène.

On les purifie, comme les huiles légères, par traitement chimique et par distillation.

Les eaux alcalines provenant du lavage de ces huiles sont réunies à celles qui ont été obtenues dans le lavage des huiles légères, et servent à la fabrication du *phénol* ; aucune nouveauté n'a été réalisée sur ce point ; les produits obtenus sont d'ailleurs arrivés à un tel degré de pureté qu'il n'y a guère d'amélioration à rechercher.

Le jury a constaté la perfection de la fabrication de MM. Charles Lowe et comp., qui exposaient du phénol et du crésol chimiquement purs ; on sait, d'après les observations de ces habiles industriels que le phénol pur, complètement débarrassé de crésol, fond à 42 degrés ; on ne peut l'obtenir, d'après eux, qu'en passant par l'hydrate de phénol $2\text{C}^6\text{H}^5, \text{OH} + \text{H}^2\text{O}$ cristallisé. Le phénol *granulé* qu'ils exposaient est du phénol pur réduit en poudre par un moyen mécanique.

Le degré de pureté du phénol exerce une grande influence sur la nature des produits qui en dérivent : pour l'acide picrique, MM. Lowe et comp. recommandent l'emploi de l'acide phénique fondant à 42 degrés ; l'acide rosolique cristallisé ne peut également être obtenu qu'avec ce produit ou tout au moins avec de l'acide fondant à 40 degrés.

Les usages nombreux du phénol ont considérablement augmenté l'importance de sa fabrication. MM. Lowe et comp. en produisent actuellement 8,000 kilogrammes par semaine.

La *naphthaline* est purifiée par les méthodes connues ; quoique ses emplois dans l'industrie des couleurs artificielles soient plus limités que ceux des hydrocarbures benzéniques, les découvertes qui ont été réalisées dans ces dernières années permettent d'espérer que les quantités considérables de naphthaline renfermées dans le goudron trouveront bientôt un débouché rémunérateur ; elle est, en effet, très demandée pour la fabrication de la naphtylamine, des naphthols, de l'acide phtalique et de certaines couleurs azoïques.

Les *huiles lourdes liquides*, séparées du phénol et de la naphthaline, sont épurées à l'aide du sulfate de fer, puis distillées ; elles sont utilisées pour l'injection des bois qu'elles préservent de la pourriture ; pour l'éclairage, pour le graissage des machines ; dans ce dernier emploi, on a recours à la propriété que possèdent ces huiles de dissoudre les savons de chaux, et on prépare ainsi un mélange dont les propriétés lubrifiantes sont très remarquables.

3° Huiles anthracéniques.

Les portions qui distillent entre 300 et 400 degrés sont exploitées en vue d'en retirer l'anthracène ; par pressages successifs à chaud et à froid, on élimine toutes les

matières huileuses et la naphthaline; le résidu représente l'anthracène, dont on termine le traitement par distillation, ou mieux par sublimation.

Mais il s'en faut de beaucoup que le produit ainsi obtenu soit pur et puisse, à cet état, servir à la préparation de l'alizarine; il convient de l'épurer, soit par l'alcool, soit par les essences légères de pétrole, véhicules dans lesquels il est peu soluble; l'acide sulfurique concentré peut également être employé dans ce but; enfin, la purification par l'acide picrique nous paraît devoir être particulièrement recommandée.

L'anthracène est toujours accompagné, dans les huiles lourdes, d'hydrocarbures solides dont les propriétés sont très voisines, et qu'il est, par conséquent, très difficile d'éliminer; l'anthracène étant seul capable de produire l'alizarine doit être obtenu aussi pur que possible; la présence d'autres carbures dans les traitements successifs qu'il doit subir entraîne inutilement l'emploi des agents de transformation et la production de matières étrangères absolument nuisibles à l'ensemble de la fabrication. Nous ne saurions trop recommander, pour suivre la purification de l'anthracène, la méthode indiquée par Fritzsche; le réactif qu'il a fait connaître naguère (l'antraquinone binitré) est d'un emploi si commode et si rapide que nous sommes surpris de ne pas le voir entre les mains de tous les fabricants d'anthracène. Nous rappelons que ce réactif, dissous dans la benzine et mis en présence des hydrocarbures, donne avec chacun d'eux des combinaisons caractéristiques; avec l'anthracène pur (*photène* de Fritzsche) l'antraquinone binitré forme des lamelles rhombiques d'un rose violacé superbe; un autre carbure, le *phosène* de Fritzsche, qui l'accompagne toujours et qu'on trouve également dans les produits de réduction de l'alizarine, donne dans les mêmes conditions des lamelles brunes; tous les autres hydrocarbures forment, avec le réactif de Fritzsche, des combinaisons absolument différentes. Il est donc très facile de suivre, sous le microscope, les progrès de la purification de l'anthracène, et l'expérience nous a indiqué que l'on a tout avantage à se servir de ce moyen précieux de contrôle.

La Compagnie parisienne du gaz, qui distille par an 35,000 tonnes de goudron, et M. Félix Dehaynin, qui en distille 15,000 tonnes, livrent à la consommation des quantités considérables d'anthracène. Il est hors de doute aujourd'hui que la production de ce carbure suffira amplement aux besoins de la consommation et que l'alizarine artificielle, par conséquent, pourra être produite en quantités suffisantes pour remplacer définitivement et complètement la garance.

La production presque entière de ces deux établissements français est exportée en Allemagne où se trouvent la majeure partie des fabricants d'alizarine; en effet, la transformation de l'anthracène en alizarine a été découverte par deux chimistes allemands, MM. Graebe et Liebermann, qui se sont réservé, par un brevet, la propriété de leur invention.

Un seul établissement, cessionnaire d'une licence des inventeurs, a été créé en

France, mais sa production est presque insignifiante; on nous assure même qu'il est sur le point de renoncer à cette fabrication.

CHAPITRE II.

Produits dérivés des carbures benzéniques (benzine, toluène, etc.)

NITROBENZINE, ANILINE ET CONGÉNÈRES.

1. *Nitrobenzine.*

La fabrication des dérivés nitrés des carbures benzéniques n'a subi aucune modification récente; on verse sur l'huile à nitrer le mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique, en agitant constamment la masse, de manière à éviter autant que possible la formation des vapeurs nitreuses; lorsque la réaction est terminée, on soutire les acides, on distille pour enlever les carbures non attaqués, qu'on fait rentrer dans la fabrication, et on termine par un lavage méthodique.

Les acides nitrosulfuriques soutirés servent à la préparation de l'acide nitrique que les producteurs d'aniline fabriquent tous aujourd'hui eux-mêmes; les eaux acides sont vendues aux fabricants d'engrais ou de produits désinfectants: sulfonitrates de zinc ou de fer qu'on consomme en grande quantité, notamment à Paris.

L'emploi d'appareils mécaniques a remplacé partout la main de l'homme dans la fabrication de la nitrobenzine, qui a été régularisée à tel point qu'elle ne présente plus aucun inconvénient.

La plupart des fabricants d'aniline avaient exposé de très beaux échantillons des différentes variétés de nitrobenzines:

Nitrobenzine pour parfumerie (Mirbane),

Nitrobenzine pure pour aniline,

Nitrobenzine pour rouge.

M. Vedlès (de Clichy) avait joint à sa collection les trois nitrotoluènes isomériques ortho..., méta..., et paranitrotoluènes. On sait que le nitrotoluène ordinaire est un mélange d'orthonitrotoluène (liquide) et de paranitrotoluène (solide). M. Jaworski, en 1865, a fait connaître ce dernier; M. Rosenstiehl, dans son remarquable travail sur les toluidines, a démontré en 1869 que la partie liquide qui accompagne le dérivé nitré solide représente un isomère de ce corps: c'est l'orthonitrotoluène (point d'ébullition, 219 degrés). Quant au métanitrotoluène (point d'ébullition, 230 degrés), il a été obtenu par MM. Beilstein et Kuhlberg par une méthode indirecte: il ne se produit pas dans l'action de l'acide nitrique sur le toluène.

M. Rosenstiehl a recherché les conditions les plus avantageuses pour la préparation

de l'ortho., et du paranitrotoluène ; il a montré que lorsqu'on opère à basse température et avec une faible quantité d'acide nitrique, soit 1.5 d'acide nitrique (1.5 densité) pour 1 de toluène, le produit de la réaction renferme 67 pour 100 d'orthonitrotoluène. En opérant, au contraire, vers 40 degrés et avec un excès d'acide nitrique, soit 3 à 4 d'acide, d'une densité de 1.5 pour 1 de toluène, le mélange obtenu renferme 65 pour 100 de paranitrotoluène.

Ces renseignements sont utilisés dans l'industrie, car il est du plus haut intérêt pour le fabricant de couleurs d'avoir à sa disposition les divers alcaloïdes aussi purs que possible.

2. Dinitrobenzine.

La dinitrobenzine sert à préparer la phénylène-diamine ; on l'obtient par l'action de l'acide azotosulfurique sur la nitrobenzine ; c'est un corps solide, fusible à 86 degrés. On en voyait de très beaux échantillons dans la plupart des vitrines des fabricants d'aniline.

3. Aniline.

La fabrication de l'aniline et de ses homologues s'est considérablement développée ; mais nous n'avons rien à signaler de particulier, relativement à son mode d'obtention : on emploie toujours la réaction indiquée par M. Béchamp, c'est-à-dire la réduction de la nitrobenzine par le fer et l'acide acétique, ou l'acide chlorhydrique dont le prix est beaucoup moins élevé.

Tous les producteurs d'aniline avaient exposé la collection complète des types commerciaux : aniline pure, aniline 90 pour 100, aniline 50 pour 100, toluidine liquide, toluidine cristallisée. M. Vedlès montrait également le troisième isomère : la métatoluidine.

M. Casthelaz, à qui l'industrie est redevable de nombreux progrès et de plusieurs découvertes intéressantes, exposait du chlorhydrate d'aniline pur, très blanc, qu'il obtient en faisant passer un courant d'acide chlorhydrique gazeux et sec dans une dissolution d'aniline dans le benzol ou l'essence de pétrole. Le sel se précipite au fur et à mesure de sa formation ; il est ensuite pressé, séché et pulvérisé. Anhydre et neutre, il se conserve mieux que dans les autres chlorhydrates : il est très avantageusement employé dans l'impression des tissus.

TABLEAU DE L'IMPORTATION ET DE L'EXPORTATION FRANÇAISES POUR LES PRODUITS TIRÉS DU GOUDRON DE HOUILLE (BENZINE, ANILINE, ANTHRACÈNE, NAPHTALINE, ETC.).

ANNÉES.	IMPORTATION.	EXPORTATION.
—	—	—
	francs.	francs.
1867.	182 601	»
1868.	190 973	79 984
1869.	318 039	323 940
1870.	225 435	197 552
1871.	130 074	123 943
1872.	214 441	1 089 650
1873.	151 216	665 263
1874.	242 574	533 717
1875.	304 137	720 264
1876.	496 934	811 400
1877.	999 153	777 638

MATIÈRES COLORANTES DÉRIVÉES DE L'ANILINE.

1. *Fuchsine*.

La fuchsine est préparée par deux procédés différents :

1° Par l'action de l'acide arsénique sur l'aniline (ce procédé, dû à MM. Medlock, Ch. Girard et de Laire, est le plus généralement adopté) ;

2° Par la réaction entre 185 et 195 degrés d'un mélange d'aniline, de nitrobenzine, de fer et d'acide chlorhydrique.

Ce second procédé, que M. Coupier a rendu industriel dès 1866, n'est employé que par quelques fabricants, malgré les avantages incontestables qu'il présente au point de vue hygiénique ; les rendements de fuchsine par ce procédé sont moindres que par le procédé de l'acide arsénique, du moins dans les conditions qu'on a fait connaître : il paraît cependant qu'en les modifiant on peut arriver à une fabrication rémunératrice.

La purification du rouge brut est réalisée par les opérations suivantes : dissolution sous pression dans les chaudières en tôle, filtration au filtre-pressé, et précipitation à 60-70 degrés du chlorhydrate de rosaniline par le sel marin. Le chlorhydrate brut est repris par l'eau et abandonné à cristallisation. L'arsenic, renfermé en totalité dans les premières eaux mères, est éliminé à l'état de combinaison calcaire.

La rosaniline, comme on le sait, ne représente qu'une faible partie des produits de la réaction de l'acide arsénique sur l'aniline. Les produits secondaires de la réaction sont utilisés de diverses manières : les couleurs solubles dans l'acide chlorhydrique sont précipitées par le sel marin et constituent le grenat ; on en extrait également la chry-

sotoluidine : celles qui y sont insolubles servent de base à la préparation de bleus ordinaires et de diverses sortes de gris.

Les faibles rendements en fuchsine obtenus par les différents procédés qu'on a étudiés jusqu'ici tiennent à diverses causes : les corps oxydants qui doivent transformer le mélange d'aniline et de toluidine en rosaniline agissent naturellement aussi sur chacun de ces alcaloïdes isolément et provoquent la formation d'autres couleurs; l'excès d'aniline en présence duquel on opère transforme sans doute aussi les produits obtenus en corps phénylés, et la température élevée à laquelle on agit n'est peut-être pas sans influence sur ce résultat. Aussi a-t-on cherché à abaisser cette température : de nombreuses tentatives ont été faites pour atteindre ce but, notamment en abaissant le point d'ébullition de l'aniline par une diminution de pression dans les chaudières. Ces tentatives ne paraissent pas avoir donné de résultats bien concluants.

M. Coupier a cependant annoncé au jury qu'il était arrivé à augmenter considérablement ses rendements en opérant dans le vide, mais il n'a donné aucun détail sur son mode opératoire.

Les travaux classiques de M. Hofmann ont montré que la rosaniline dérive de l'aniline et de la toluidine; d'autre part, M. Coupier a réalisé la fabrication d'une fuchsine, à laquelle il donnait le nom de *rouge de toluène*, par l'emploi de la toluidine liquide, qui ne renferme pas trace d'aniline.

Il y avait donc là un point obscur qui a été complètement éclairci par les recherches pleines de sagacité et de finesse de M. Rosenstiehl.

Ce savant a démontré qu'il existe trois rosanilines : la pararosaniline (α), qui dérive d'un mélange d'aniline et de paratoluidine (cristallisée); l'orthorosaniline (β), qui dérive d'un mélange d'aniline et d'orthotoluidine (liquide); et la rosaniline de M. Hofmann, qui dérive de trois alcaloïdes.

Lorsqu'on opère avec la toluidine liquide de M. Coupier (mélange des deux toluidines), on obtient un mélange des rosanilines. Pendant la réaction, l'orthotoluidine se transforme partiellement en aniline : ce qui explique comment on peut obtenir du rouge avec deux substances également impropres à en former.

L'orthotoluidine à elle seule produit du rouge, car elle se décompose partiellement en aniline qui concourt avec l'orthotoluidine en excès à produire l'orthorosaniline.

Le même chimiste, après avoir démontré l'existence des trois rosanilines et de l'orthotoluidine, a recherché les conditions dans lesquelles il convient de mélanger les trois alcaloïdes générateurs pour obtenir le maximum de rendement possible; il a observé les faits suivants :

Un mélange de parties égales d'aniline et de toluidine produit 22.4 pour 100 de fuchsine ; 1 partie d'aniline et 2 parties de pseudotoluidine produisent 50 pour 100 de fuchsine ; 1 partie de pseudotoluidine et 2 parties de toluidine produisent 39 pour 100 de fuchsine. Dès que dans un mélange d'aniline et de toluidine la proportion de cette dernière dépasse 50 pour 100, les rendements en matière colorante baissent

rapidement : ils ne sont plus que de 3.6 pour 100 quand le mélange renferme 75 pour 100 de toluidine.

L'aniline commerciale dite *pour rouge* renferme les trois alcaloïdes. D'après ce qui vient d'être dit, on comprend tout l'intérêt que les fabricants de fuchsine ont à connaître sa composition ; divers procédés ont été présentés dans ce but.

La méthode de MM. Noelting et Reverdin est basée sur la différence de solubilité des picrates d'ortho. . . et de paratoluidine dans l'alcool.

Voici comment ils opèrent :

Pour doser l'aniline, on prend les points d'ébullition du mélange à essayer et on lit directement, dans un tableau renfermant les points d'ébullition d'un certain nombre de mélanges déterminés, à la même pression barométrique, la proportion d'aniline et des deux toluidines contenues dans l'alcaloïde à essayer.

Pour doser l'orthotoluidine, on prépare d'abord un mélange contenant les mêmes quantités d'aniline et des deux toluidines que l'aniline à essayer. On prend 10 grammes de ce mélange qu'on fait bouillir au cohobateur avec 200 grammes d'alcool et 23 grammes d'acide picrique ; lorsque la dissolution est complète, on laisse refroidir ; il se forme un précipité de picrate d'orthotoluidine qu'on filtre au bout de quatre à cinq heures ; on le fait bien égoutter et on lave le précipité avec 50 grammes d'alcool, pour déplacer l'alcool tenant en dissolution les picrates de paratoluidine et d'aniline ; on le sèche et on pèse. On procède exactement de même avec l'aniline à essayer.

Une simple règle de trois donne la teneur du mélange en orthotoluidine ; quant à la paratoluidine, on l'obtient par différence.

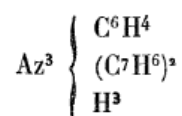
La valeur de la fuchsine a diminué dans une proportion extraordinaire depuis vingt ans : en 1855, elle se vendait 1 200 francs le kilogramme ; en 1867, 40 francs, et en 1878, 18 francs.

Dérivés sulfoconjugués de la fuchsine. — La fuchsine s'applique, comme on sait, avec la plus grande facilité sur les tissus de laine et de soie ; mais elle présente, à l'emploi sur laine, le grave inconvénient de ne pas teindre en présence des acides ; comme beaucoup d'autres matières colorantes ne teignent, au contraire, que sur bains acides, il a été impossible jusqu'ici de produire avantageusement les couleurs dérivées du mélange de la fuchsine avec ces autres produits. Une amélioration importante a été réalisée, sur ce point, par la *Badische anilin und soda Fabrik*. Bien que l'Allemagne n'ait pas pris part au concours international de 1878, nous croyons devoir ne pas passer ce fait sous silence.

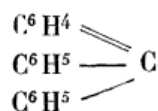
Cet établissement a appliqué à la rosaniline la réaction qui a pour but de former une combinaison sulfoconjuguée, réaction dont les résultats sont si avantageux dans beaucoup d'autres cas. Lorsqu'on traite la rosaniline par 4 fois son poids d'acide sulfurique fumant (à 20 pour 100 d'anhydride) et qu'on porte la température du mélange entre 120 et 170 degrés, on obtient des dérivés sulfoconjugués de la fuchsine. Les sels de ces dérivés possèdent la propriété de teindre sur bains acides ; ils peuvent donc être

associés au carmin d'indigo, aux couleurs jaunes, etc., et permettent d'obtenir en une seule teinture toutes les nuances mélangées qui sont d'un si grand emploi sur les tissus de laine.

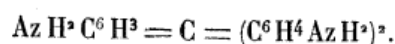
Constitution de la rosaniline. — M. Hofmann a fait connaître, il y a quinze ans, la nature de la fuchsine; il a montré que cette matière colorante est le chlorhydrate d'une base incolore à laquelle il a donné le nom de *rosaniline* et dont il a déterminé la composition; il lui a attribué la formule $C^{20}H^{19}Az^3, H^2O$, et a représenté sa constitution comme étant celle d'une triamine renfermant à la fois les résidus C^6H^4 et C^7H^6 .



MM. Émile et Otto Fischer ont résolu la question, encore pendante, du groupement moléculaire qui préexiste dans la rosaniline; ils ont transformé la leucaniline par l'action de l'acide azoteux en un carbure solide, le triphénylméthane $CH (C^6H^5)^3$, qui est la substance première du groupe rosaniline; ils l'ont prouvé en préparant le trinitrotriphénylméthane, et en le réduisant par la poudre de zinc et l'acide acétique; ils ont obtenu ainsi une base identique avec la leucaniline qu'ils ont, par oxydation, transformée en rosaniline. La leucaniline est le dérivé triamidé du triphénylméthane. Quant à la rosaniline, qui renferme deux atomes d'hydrogène en moins, elle est sans doute le dérivé correspondant d'un carbure $C^{19}H^{14}$, qui serait le diphenyl phénylène-méthane :



Et la constitution de la rosaniline serait représentée par la formule :



La fuchsine est intéressante non seulement à cause de sa propre couleur, mais surtout parce qu'elle est la base d'une série d'autres matières colorantes; la plupart d'entre elles sont suffisamment connues pour qu'il n'y ait pas lieu de les décrire en détail : nous ne signalerons que les particularités qui nous paraissent mériter une mention spéciale.

2. Violet de fuchsine ou violet Hofmann.

Les violets obtenus au moyen de la fuchsine ont été remplacés d'une façon presque

absolue par les dérivés de la diméthylaniline : les nuances très rouges seules ne peuvent être produites avantageusement par ce procédé, et on continue à les préparer par l'action des éthers méthyliques sur la rosaniline. Au lieu d'employer l'iodure de méthyle, qui avait été indiqué par M. Hofmann, M. Monnet (de la Plaine, près Genève) a eu, en 1874, recours au chlorure de méthyle, qu'il chauffe sous pression avec une dissolution alcoolique de rosaniline. Le violet ainsi obtenu paraît plus pur que celui qu'on prépare en mélangeant le violet de Paris avec la fuchsine.

D'autres dérivés violets ont été découverts par M. Nölting qui les prépare par l'action sur la rosaniline, de la benzine chlorobinitrée ou chlorure de picryle, et de la naphthaline chlorobinitrée; ils peuvent donc être considérés comme des phénylbinitro, phényltrinitro, naphtylbinitro, rosanilines. Ces couleurs ont des propriétés basiques; leurs acétates sont solubles dans l'eau, mais les autres sels ne se dissolvent qu'à l'aide de l'alcool; elles sont très solides.

3. Bleus de rosaniline ou bleus de Lyon.

Ces magnifiques couleurs, dont l'importance n'a cessé d'augmenter, ont été découvertes en 1860 par MM. Girard et de Laire; on continue à les préparer par l'action de l'aniline en excès sur la rosaniline en présence de l'acide acétique ou de l'acide benzoïque. Le bleu pur, dit *bleu lumière*, a été remplacé en partie par les bleus dérivés de la diphenylamine qui présentent, surtout à la lumière artificielle, un reflet plus franchement bleu que les bleus de Lyon les plus purs. Le bleu Mavy, par exemple, que M. Gerber (de Bâle) préparait avec tant de succès il y a peu d'années, a, d'après le dire même de son habile producteur, disparu de la consommation pour les quatre cinquièmes de son importance.

Les bleus de rosaniline sont principalement appliqués à la teinture de la laine; on sait que c'est à l'état de combinaison sulfoconjuguée qu'ils sont employés et qu'ils portent sous cette forme le nom de M. Nicholson, à qui l'industrie est redevable de cette découverte.

La préparation du bleu Nicholson est assez délicate, l'acide sulfurique formant avec le bleu trois combinaisons, dont la première (monosulfoconjuguée) est la seule avantageuse pour la teinture de la laine; il faut donc opérer avec le plus grand soin pour arrêter l'opération, dès que le bleu est devenu soluble dans une dissolution alcaline et avant que la combinaison disulfoconjuguée soit formée.

Les trois acides présentent les caractères distinctifs suivants : le premier est insoluble dans l'eau; le second se dissout dans l'eau pure, mais il est insoluble dans l'eau acide; le troisième est soluble même dans l'eau acide.

Ces trois combinaisons sont livrées au commerce à l'état de sels alcalins, dont la préparation exige de grands soins, car la dessiccation des acides avec l'alcali paraît entraîner dans certains cas l'altération du bleu.

Le bleu Nicholson ou bleu alcalin sert exclusivement à la teinture de la laine ; la seconde combinaison est utilisée dans la teinture de la soie ; les combinaisons supérieures servent pour la teinture du coton sur lequel elles se fixent directement.

Le prix du bleu d'aniline a subi comme les autres couleurs artificielles un abaissement considérable depuis dix ans ; il valait 150 francs le kilogramme en 1867 ; la même qualité ne vaut plus que 40 à 45 francs.

Sous le nom de *bleu de Blackley*, MM. Levinstein (de Manchester) livrent au commerce une variété de bleus alcalins qui sont consommés en très grande quantité dans la coloration des papiers d'emballage, de pliage, d'affiches, etc. ; ils remplacent avantageusement l'outremer dans beaucoup de ses emplois. La production de ce bleu atteint le chiffre considérable de 50,000 kilogrammes par an.

Le bleu de Blackley est le disulfosel sodique de la rosaniline diphénylée que MM. Levinstein sont arrivés à préparer très régulièrement.

Le *bleu de Coupier*, connu aussi sous le nom de *bleu noir* et de *bleu marine*, est le sel sodique de la combinaison sulfoconjuguée d'un bleu obtenu par la réaction de l'aniline, de la nitrobenzine, du fer et de l'acide chlorhydrique dans les conditions voisines de celles dans lesquelles M. Coupier prépare son rouge. C'est un produit très solide, présentant quelque analogie avec la couleur de l'indigo ; il se réduit comme ce dernier en présence des agents déshydrogénants ; il teint la laine et la soie depuis le gris perle jusqu'au bleu le plus foncé, et est largement entré dans la consommation pour la teinture du drap.

A côté de ces matières colorantes importantes figurent une foule d'autres produits dont le rôle est beaucoup moindre ; il est difficile d'ailleurs d'être exactement renseigné sur la nature et la préparation de la plupart d'entre eux au milieu des noms de fantaisie dont chaque fabricant croit devoir baptiser les marques de son usine.

Signalons cependant l'*orange de Londres*, que M. Brooke obtient par l'action de l'acide nitrique sur les résidus de la fabrication du bleu de rosaniline et qui paraît être de l'hexanitrodiphénylamine (voir plus loin : *Dérivés de la diphénylamine*), l'écarlate obtenu d'après le procédé de M. Caro, chez M. Brooke, par l'action de l'acide azoteux sur la rosaniline.

Nous ne citerons également qu'en passant l'*ancien violet au chromate* de M. Perkin, dont divers fabricants trouvent encore la vente à cause de sa solidité, et le *gris à l'aldéhyde* que M. Casthelaz continue à préparer par le procédé de MM. Depouilly au moyen du violet au chromate.

DIMÉTHYLANILINE ET MATIÈRES COLORANTES DÉRIVÉES.

1. Diméthylaniline.

M. Émile Kopp, le premier, montra, en 1861, qu'en remplaçant dans la rosaniline

un ou plusieurs atomes d'hydrogène par une ou plusieurs molécules d'éthyle, de méthyle ou d'amyle, on transforme le rouge en violet de plus en plus bleu.

Peu de mois après, M. Ch. Lauth fit voir que, lorsqu'on introduit le méthyle dans l'aniline elle-même, on obtient, par l'action des agents oxydants, du violet au lieu de rouge.

M. Poirrier, en 1866, réalisa, avec la collaboration de son chimiste M. Bardy, la préparation industrielle de la méthyle et de la diméthylaniline, et indiqua plusieurs procédés de préparation de violet ; à la fin de la même année, M. Ch. Lauth découvrit le procédé qui est encore suivi aujourd'hui pour la fabrication de ce violet.

L'intérêt qui s'attache à ces découvertes provient de l'économie considérable qu'elles ont permis de réaliser dans la préparation de ces belles couleurs. On se rappelle que M. Hofmann avait, en suivant les indications de M. Émile Kopp, introduit dans l'industrie les violets obtenus par l'action des iodures alcooliques sur la rosaniline ; l'intervention d'un corps aussi cher que l'iode augmentait nécessairement le prix de revient du violet dans une proportion considérable ; le violet Hofmann se vendait, en effet, vers 1867, 200 francs le kilogramme ; la suppression de l'iode a rapidement fait descendre le prix de ces couleurs, et les marques les plus pures de *violet de Paris* se vendent couramment aujourd'hui au prix de 25 francs le kilogramme.

La fabrication de la diméthylaniline et des couleurs qui en dérivent a été décrite à diverses reprises ; nous n'avons donc que peu de choses à en dire.

On prépare la diméthylaniline en chauffant, sous pression, un mélange d'aniline, d'acide chlorhydrique et d'alcool méthylique ; lorsque la réaction est terminée, on sature le liquide, et la couche surnageante, décantée, est rectifiée ; elle constitue, si l'opération est bien conduite, de la diméthylaniline presque pure. Les eaux mères alcalines renferment du chlorure de triméthylphénylammonium, qu'on peut isoler en y ajoutant un excès de soude caustique ; mais on l'utilise directement en évaporant ces eaux et en soumettant à la distillation le résultat de l'évaporation ; le chlorure de la base quaternaire se décompose dans ces conditions et donne naissance à une nouvelle quantité de diméthylaniline.

M. Camille Vincent a proposé récemment de préparer la diméthylaniline, en chauffant, dans un autoclave à 100 degrés, un mélange d'aniline, de deux équivalents de chlorure de méthyle et d'un équivalent de potasse ou de soude ; son procédé est exploité par la maison Brignonnet (de Saint-Denis), qui exposait des produits d'excellente qualité.

L'intérêt du travail de M. Vincent réside moins dans l'emploi du chlorure de méthyle, qui avait été appliqué avant lui, que dans la découverte réellement importante qu'il a faite d'une source nouvelle des composés méthylés ; ce savant distingué a étudié les produits de la distillation des vinasses de betterave, que nos départements du Nord obtiennent journellement en quantités considérables, et il a trouvé parmi ces produits, à côté de l'ammoniaque et de ses sels, de l'alcool méthylique et de la trimé-

thylamine ; ce dernier alcaloïde, transformé en chlorhydrate, est ensuite décomposé par la chaleur et donne ainsi de l'ammoniaque et du chlorure de méthyle. Si l'on comprime cet éther, il se résout facilement en un liquide incolore très mobile, bouillant vers -23° , sous la pression normale de $0^{\text{m}},760$. Sa tension de vapeur, assez faible, rend sa liquéfaction, son maniement et son transport très faciles.

A zéro degré, la tension totale de sa vapeur est de 2 atmosphères 48 ; à 15 degrés, de 4 atmosphères 11 ; à 20 degrés, de 4 atmosphères 81 ; à 25 degrés, de 5 atmosphères 62 ; à 30 degrés, de 6 atmosphères 05.

On peut aisément le transporter dans des vases en fer ou mieux en cuivre.

Le chlorure de méthyle peut servir non seulement à la préparation des produits méthylés, mais encore à l'obtention du froid, et il ne paraît pas douteux que la belle découverte de M. Vincent ne trouve dans l'un et dans l'autre cas des applications nombreuses ; elles seront d'autant plus importantes, que le prix de revient de M. Vincent sera moins élevé. Il convient, en effet, d'observer que le prix du chlorure de méthyle, obtenu par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'alcool méthylique, oscille entre 160 et 200 francs les 100 kilogrammes ; pour que le chlorure des vinasses entre largement dans la consommation, il devra naturellement être livré au-dessous de ce prix.

Il importe, pour avoir de bons rendements dans la préparation du violet de Paris, d'opérer avec de l'aniline pure exempte de toluidines, ces derniers alcaloïdes méthylés ne fournissant que peu ou point de violet ; comme d'autre part on sait que le chlorhydrate de méthylaniline peut, aux environs de 300 degrés, se transformer en chlorhydrate de toluidine son isomère, il faut éviter de pousser la température au delà du point nécessaire à la fixation du méthyle sur l'aniline.

Un point non moins important à observer est la transformation intégrale de l'aniline en diméthylaniline, le dérivé monométhylé donnant un rendement moins avantageux et des violets trop rouges ; il est assez facile, en adoptant des proportions convenables, d'éviter la formation de monométhylaniline ; nous indiquons cependant les moyens qui ont été proposés pour en reconnaître la présence.

M. Hofmann a constaté que la base monométhylée forme, avec le chlorure d'acétyle ou l'acide acétique anhydre, de la méthylacétanilide, tandis que la diméthylaniline n'est pas attaquée par ces corps ; il suffit donc de chauffer le mélange à analyser avec l'un de ces dérivés acétiques et de laver à l'eau chaude pour opérer la séparation.

MM. Nölting, Boas et Boasson ont recours à l'action de l'acide nitreux ; en faisant agir le nitrite de soude sur une solution acide de chlorhydrate de méthylaniline, l'aniline se transforme en chlorure de diazobenzol et la méthylaniline en chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline, l'un et l'autre solubles dans l'eau, tandis que la monométhylaniline passe à l'état de méthylphénylnitrosamine (huile jaunâtre, insoluble dans l'eau et les acides).

La préparation industrielle de la méthylaniline a été l'une des découvertes les plus

remarquables et les plus fertiles en résultats dans la fabrication des produits dérivés du goudron ; on lui doit non seulement l'admirable série des violets et des verts, mais encore les verts malachites et analogues, le bleu de méthyle, certaines couleurs azoïques importantes, etc. ; elle a montré tout le parti qu'on peut tirer des réactions sous pression et la facilité avec laquelle cette méthode peut être appliquée.

Mais ce n'est pas sans une somme d'efforts considérables que ces résultats, qui paraissent aujourd'hui si simples, ont été atteints. Aussi le jury international n'a-t-il pas hésité à donner à M. Poirrier (de Paris), le chef de la maison dans laquelle ces découvertes ont été réalisées, la plus haute récompense qui fût à sa disposition : la grande médaille.

2. *Violets de Paris.*

Le violet de Paris est obtenu, dans tous les pays, par le procédé de M. Ch. Lauth, dont M. Hofmann (de Berlin) a divulgué naguère les détails de fabrication les plus circonstanciés, et sur lequel nous n'avons rien à signaler de neuf ; rappelons, en quelques mots, qu'il consiste à traiter l'alcaloïde par un mélange de nitrate de cuivre, de sel marin et d'acide acétique, divisé avec 10 fois son poids de sable siliceux ; la masse, moulée en gâteaux de 20 centimètres de hauteur, est exposée dans une étuve à la température de 40 degrés environ ; lorsque la couleur s'est développée, on concasse le magma, on le traite par un sulfure alcalin pour décomposer la combinaison insoluble de violet cuprique qui s'est formée, puis, après le lavage, on épuise la matière colorante par l'eau, et on précipite par le sel marin.

On obtient ainsi le violet de Paris ordinaire ; à côté de cette marque, que la maison Poirrier livre sous le nom de *violet 170*, il existe diverses autres nuances plus bleues, parmi lesquelles il y a lieu de citer le violet benzylé, qu'on obtient par l'action sur le 170 du chlorure de benzyle en présence d'un alcali ; ce violet, d'une teinte superbe et d'un ton très bleu, présente, en outre, l'avantage de se fixer sur les tissus de laine en présence des acides ; ce qui permet d'obtenir des nuances composées d'une richesse de ton incomparable.

3. *Verts de méthylaniline.*

Le vert à l'aldéhyde, qui eut à son apparition un succès si grand et si mérité, a cédé la place à une série d'autres produits qui, par leur éclat et leur bas prix, lui sont de beaucoup supérieurs.

En 1867 déjà, on avait signalé l'apparition d'un vert obtenu comme produit accessoire dans la préparation du violet Hofmann ; rapidement, on régularisa la formation de cette belle couleur, dont les travaux de MM. Hofmann et Ch. Girard ont fait connaître la composition : c'est le diméthylodhydrate de rosaniline triméthylée.

La rosaniline a été remplacée, pour la fabrication du vert, par le violet de Paris, en 1868, dans l'usine de M. A. Poirrier, et, à cette époque, le vert de méthylaniline était préparé par l'action de l'iodure de méthyle sur le violet en présence d'un alcali ; mais le prix élevé de l'iode devait nécessairement faire rechercher le moyen de le remplacer. MM. Baubigny et Ch. Lauth réalisèrent cette amélioration, en employant, à la place de l'iodure, le nitrate de méthyle ; l'iode, dont le prix avait triplé, reprit son cours normal au grand avantage de son emploi en thérapeutique.

Le nitrate de méthyle est un corps dangereux à manier : des faits douloureux l'ont prouvé.

Il est remplacé aujourd'hui par le chlorure de méthyle, dont MM. Monnet et Reverdin ont indiqué les premiers l'emploi en 1874. Cet éther, préparé soit par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'alcool méthylique, soit par la méthode de M. Vincent, est dirigé dans une solution alcaline méthylalcoolique de méthylaniline renfermée dans un autoclave en fer ; on chauffe à 95 degrés pendant une heure. La réaction a également lieu sans pression, mais la durée de l'opération est plus longue.

Le produit est traité par un alcali pour éliminer le violet non transformé, filtré et additionné ensuite d'une solution acide d'un sel de zinc ; enfin on ajoute à la liqueur du sel marin qui précipite la combinaison de vert et de chlorure de zinc, insoluble dans les liqueurs salines ; une nouvelle dissolution et une cristallisation donnent le vert chimiquement pur, que la maison Poirrier produisit pour la première fois lors de l'exposition de Lyon en 1873.

Ces diverses améliorations ont considérablement abaissé le prix du vert : en 1868, le vert en pâte se vendait 30 francs le kilogramme, ce qui représente environ 600 fr. à l'état sec ; le vert cristallisé, chimiquement pur, vaut aujourd'hui 60 francs, soit dix fois moins.

L'exposition de 1878 a fait connaître une nouvelle matière colorante verte : le *vert malachite* ; son mode de préparation le différencie absolument des précédents ; il ne dérive en effet ni de la fuchsine ni du violet de Paris : il est obtenu directement avec des produits incolores.

On se rappelle qu'en 1868 MM. Poirrier, Bardi et Ch. Lauth avaient déjà montré le moyen d'obtenir un vert direct, en faisant réagir des corps oxydants sur la dibenzylaniline.

M. Otto Fischer, depuis, a découvert une nouvelle couleur verte qu'il prépare par oxydation du tétraméthylamidotriphénylméthane, résultant de l'action du chlorure de zinc sur un mélange d'hydrure de benzyle et de diméthylaniline.

Le même corps peut être préparé, selon M. O. Doebner, lorsqu'on fait chauffer un mélange de méthylaniline et de trichlorure de benzyle ; le produit de la réaction, débarrassé des matières volatiles non transformées, est dissous dans l'eau chaude et purifié d'après les méthodes ordinaires. La composition du vert malachite est représentée par la formule brute $C^{23}H^{24}Az^2$.

On obtient avec cette couleur des nuances moins pures qu'avec le vert de méthyle, surtout à la lumière artificielle ; mais le bas prix auquel on peut la fabriquer ne laisse aucun doute sur son avenir.

On le vend aujourd'hui 60 francs le kilogramme ; son intensité est double de celle du vert de méthyle, ce qui porterait le prix de ce dernier à 120 francs.

4. *Bleu de méthylène.*

M. Ch. Lauth a fait connaître, en 1876, une nouvelle classe de matières colorantes, sulfurées, qu'il prépare par l'oxydation de diverses diamines aromatiques, sulfurées, ou par l'action sur ces mêmes diamines non sulfurées du perchlorure de fer en présence de l'hydrogène sulfuré ; les violets bleus ainsi obtenus peuvent être méthylés, et le bleu qui résulte de cette méthylation a la propriété d'être soluble dans l'eau, propriété nouvelle pour les bleus et très avantageuse au point de vue de la teinture.

Le *bleu de méthylène*, qui a été exposé en 1878, est très voisin de ces couleurs ; il a été breveté par la « fabrique de Mannheim », qui indique pour son mode de préparation le procédé suivant : on transforme la diméthylaniline en nitrosodiméthylaniline par l'action du nitrite de potasse ; on sursature la liqueur d'hydrogène sulfuré et on y ajoute du perchlorure de fer ; le bleu se forme dans ce milieu ; on le précipite dans le sel marin, et on le purifie. L'analyse a démontré qu'il renferme du soufre de constitution : sa composition est représentée par la formule brute $C^{16}H^{18}Az^4S$ (M. Koch.)

Le bleu de méthylène est largement entré dans la consommation, surtout pour l'impression du coton ; il est d'une belle nuance, très résistant à l'action de la lumière et des agents chimiques.

DIPHÉNYLAMINE ET MATIÈRES COLORANTES DÉRIVÉES.

1. *Diphénylamine.*

Cet alcaloïde est préparé par le procédé de MM. Girard et de Laire ; on chauffe dans un autoclave, à 250 degrés, un mélange de 7 parties de chlorhydrate d'aniline et de 5 parties d'aniline ; il convient de laisser pendant la réaction dégager l'ammoniaque qui prend naissance et qui autrement pourrait provoquer une réaction inverse. MM. Gerber et Uhlmann, qui fabriquent la diphénylamine sur une grande échelle, avaient exposé des produits très remarquables par leur pureté.

Méthyldiphénylamine. — On l'obtient en chauffant à 200-250 degrés : 100 parties de diphénylamine, 68 parties d'acide chlorhydrique ($D = 1, 2$), et 24 parties d'alcool méthylique (MM. Girard et de Laire, M. Bardy).

L'*éthyldiphénylamine* est préparée par un moyen analogue.

La *phénylcrésylamine* et la *dicrésylamine* s'obtiennent par les mêmes moyens que la diphénylamine.

2. Bleus de diphénylamine.

Ces matières colorantes, découvertes par MM. Girard et de Laire, ont pris une place importante dans l'industrie des couleurs artificielles : la beauté des nuances qu'elles donnent les ont fait adopter pour la teinture de la soie et du coton, où elles font une concurrence assez sérieuse à l'ancien bleu-lumière de rosaniline ; les bleus d'éthyl... et de méthyl-diphénylamine surtout possèdent un éclat et une pureté incomparables ; les échantillons exposés par M. Geigy et MM. Gerber et Uhlmann (de Bâle) ne laissent rien à désirer sous ce rapport.

La préparation du bleu de diphénylamine soluble à l'alcool a lieu comme il suit : on chauffe entre 125-130 degrés, pendant vingt heures environ, 28 kilogrammes de diphénylamine mélangée de phénylcrésylamine et 28 kilogrammes d'acide oxalique.

Pour les bleus très verts, on emploie, paraît-il, encore l'ancien procédé qui consiste à traiter la diphénylamine pure par le chlorure de carbone.

Le bleu obtenu est lavé avec un mélange d'alcool et de benzine à plusieurs reprises, puis basifié, repris par un acide, dissous dans l'alcool, décomposé par la soude et, après décantation, précipité dans l'acide chlorhydrique. (M. Girard.)

Pour obtenir un bleu soluble à l'eau, on peut traiter ce bleu purifié par l'acide sulfurique d'après le procédé général de préparation des corps sulfoconjugués ; on l'obtient directement en faisant intervenir l'acide sulfurique dans la réaction même qui donne naissance au bleu ; on mélange 1 partie de diphénylamine, 2 à 3 parties d'acide oxalique, 1/2 partie d'acide sulfurique (66 degrés).

Après le développement de la couleur, on dissout la masse dans l'eau bouillante, on neutralise par l'ammoniaque, et après filtration on précipite l'acide sulfoconjugué par un acide ; on le lave à l'alcool, puis on le combine à un alcali.

Bleus de méthyl..., d'éthyl... ou d'amyldiphénylamine. — On les prépare en chauffant, pendant dix à quinze heures à 120 degrés, 1 partie d'alcaloïde avec 2 ou 3 parties d'acide oxalique ; la purification et la solubilisation sont les mêmes que pour les dérivés correspondants de la diphénylamine. (M. Ch. Girard.)

3. Jaunes de diphénylamine.

Lorsqu'on met la diphénylamine en contact avec l'acide nitrique fumant, on obtient un corps jaune orangé (l'hexanitrodiphénylamine) qui est connu dans le commerce sous le nom d'*aurantia* ; il exerce, dit-on, une action fâcheuse sur la santé de ceux qui le manipulent. D'ailleurs il présente à la teinture tous les inconvénients des corps nitrés ; son emploi restera donc très restreint.

D'autres dérivés de la diphénylamine figuraient à l'exposition ; ils appartiennent à la série azoïque : nous les décrirons plus loin.

CHAPITRE III.

MATIÈRES COLORANTES DÉRIVÉES DU PHÉNOL.

1. *Acide picrique.*

Nous n'avons rien à signaler de nouveau dans la préparation de cette matière importante, dont la consommation est de plus en plus considérable; MM. Lowe et comp. (de Manchester) et M. J. Casthelaz (de Paris) en sont les principaux producteurs; son prix, qui a beaucoup baissé, est variable selon les qualités : l'acide cristallisé vaut environ 4 fr. 50 le kilogramme; l'acide orange, 4 francs, et l'acide pulvérulent, 3 fr. 50 centimes.

M. Casthelaz avait exposé une belle collection de picrates, dont les plus intéressants sont : le picrate de potasse, employé pour les poudres; les picrates d'ammoniaque, de baryte, de strontiane, employés en pyrotechnie; le picrate de magnésie qui sert à préparer, par double décomposition, le sel de potasse dans un grand état de pureté.

L'acide picrique est d'un emploi général pour la teinture en jaune, mais il sert surtout pour les couleurs mélangées : verts, modes, marrons, etc.

L'acide *picramique* n'est pas entré dans la consommation.

Les *dinitrocrésols*, qui étaient employés, il y a quelques années, dans la teinture sous le nom de *jaune d'or* ou *jaune Victoria*, ne sont plus utilisés.

2. *Coralline, acide rosolique.*

La *coralline jaune*, ou acide rosolique, et la *coralline rouge* découvertes par M. Jules Persoz en 1860, sont toujours l'objet d'une importante fabrication; MM. Lowe (de Manchester) en produisent environ 25 000 kilogrammes par an; leur très belle exposition renfermait des échantillons remarquables de ces acides purs et cristallisés obtenus, comme nous l'avons dit en traitant du phénol, avec cet acide fondant à 40 degrés. MM. Guinon fils et comp. (de Lyon) montraient également des produits très soignés.

La fabrication de la coralline n'a subi aucune modification.

L'étude de cette matière colorante a été l'objet, dans ces dernières années, de recherches approfondies de la part de MM. Dale et Schorlemmer, E. et O. Fischer, Graebe et Caro, qui ont fait connaître les relations qu'elle a avec la rosaniline.

(A suivre.)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

L'industrie horlogère en France. — Nous avons sous les yeux le compte rendu de la Chambre de commerce de Besançon, pour l'exercice 1880. Cette publication contient des documents d'un grand intérêt. Il serait à souhaiter qu'un recueil, aussi complet et aussi bien coordonné, de renseignements régionaux fût publié annuellement dans chacun de nos centres d'affaires. Fondée en 1819, la Chambre de commerce de Besançon a fourni déjà une longue carrière. Mais c'est seulement depuis 1860 qu'elle livre à la publicité le résultat de ses travaux.

Dans son compte rendu de 1880, la Chambre signale d'abord à ses ressortissants le mouvement général en France des importations et des exportations pendant les dix dernières années. Elle relève la portée économique de ce fait que, considérées dans leur ensemble, les valeurs à l'importation n'ont pas cessé, depuis 1876, de dépasser notablement celles de l'exportation, sauf pour les objets fabriqués.

Viennent, ensuite, des détails spéciaux au département du Doubs. Limitrophe de la Suisse, ce département participe directement aux relations et aux échanges internationaux.

La Chambre clôt ce chapitre par la comparaison du mouvement depuis quatre ans des recettes du fisc dans le Doubs. Elle fait ressortir la progression croissante de ces recettes, qui lui semble attester la fécondité des sources de crédit.

Tout en se montrant, à ce propos, animée de vues et d'idées libérales, la Chambre tient à rappeler que, lors de la discussion du tarif général des douanes, elle a fait cause commune avec les défenseurs de l'industrie nationale.

Elle envisage, ensuite, la situation des industries locales; la métallurgie et ses dérivées, dans son domaine actuel, ne fait que se soutenir; la fabrication fromagère, qui se chiffre annuellement par 7 millions environ de kilogr. de produits, se trouve aux prises avec la concurrence de la Suisse; elle ne saurait, dit la Chambre, lutter avantageusement avec ce pays qu'en apportant de sérieux perfectionnements dans ses agissements et dans les procédés de manutention en usage.

Nous ajouterons qu'un syndicat s'est formé, à Pontarlier, pour rechercher et patronner les perfectionnements à introduire dans la gestion et dans la fabrication des fruitières.

La richesse forestière de la Franche-Comté est considérable. Pendant les quatre dernières années, le montant principal des ventes de bois domaniaux et communaux seulement s'est élevé de 4 800 000 francs à 5 800 000 francs. Le Doubs figure pour 2 900 000 francs dans ces totaux.

Mais c'est l'horlogerie qui occupe aujourd'hui la première place dans l'industrie franc-comtoise.

Aussi reproduirons-nous ci-après les passages du compte rendu qui la concernent et qui exposent, en même temps, l'état de cette industrie en France.

« La fabrique de Besançon, fondée il y a près d'un siècle, n'a cessé de grandir et de prospérer au milieu des luttes et des épreuves. Son ascendant sur le marché français, malgré l'ardeur de la concurrence extérieure, n'a point été ébranlé.

« C'est toutefois avec regret que nous avons à signaler une dépression sensible dans le chiffre des opérations du dernier exercice, comparativement aux années 1878 et 1879. Il est vrai que cette dépression affecte plus spécialement la montre en argent, c'est-à-dire celle dont la valeur est moindre, bien que le placement et la vente en soient mieux assurés.

« La progression croissante de la fabrication bisontine ne date guère que de 1860. Voici la série des chiffres officiels que la Chambre possède à ce égard :

ANNÉES.	NOMBRE DE MONTRES soumises au contrôle de la garantie			MONTANT des droits perçus par le fisc.
	En or.	En argent.	Total.	
1860.	76 146	135 665	211 811	272 601,60
1861.	83 678	166 789	250 467	305 453,04
1862.	87 966	166 511	254 477	320 938,56
1863.	108 586	188 508	297 094	395 992,56
1864.	94 718	206 410	301 128	365 324,04
1865.	95 594	200 418	296 012	374 268 »
1866.	101 309	204 126	305 435	299 305,52
1867.	113 664	220 985	334 649	445 322,16
1868.	117 567	218 394	335 961	455 417,64
1869.	136 189	236 949	373 138	529 612,56
1870.	83 543	146 571	230 114	324 694,20
1871.	76 050	180 895	256 945	297 118,68
1872.	135 276	259 626	394 902	711 013,22
1873.	138 846	248 115	386 961	795 657,78
1874.	127 540	268 298	395 838	811 339,36
1875.	138 265	281 719	419 984	866 569,89
1876.	144 502	311 466	455 968	921 519,97
1877.	130 690	296 763	427 453	838 285,51
1878.	147 358	307 528	454 886	910 696,38
1879.	149 907	292 403	442 310	884 247,53
1880.	146 047	267 785	413 832	855 470,82

« La réduction constatée sur l'exercice 1879 est donc de 3 860 montres en or, et 24 618 en argent, soit en totalité 28 478 pièces.

« Si l'on adopte l'estimation moyenne de 85 francs pour la montre en or et celle

de 25 francs pour la montre en argent, on trouve que la valeur créée par la fabrication, en 1880, a été, savoir :

	Francs.
Montres en or.	12 412 995
Montres en argent.	6 694 625
Total.	19 108 620

« L'année précédente, c'était un chiffre de Fr. 20.052.170
d'où une différence en moins de. 943,550

« Les quantités de matières mises en œuvre s'élèvent d'ailleurs pour
l'or, à hectogr. 18.866 29
pour l'argent, à 73.983 80
chiffre au-dessous de ceux de 1879; à savoir : 406^{hectog.}87 d'or et 6 759^{hectog.}70 d'argent.

« Bien qu'elles ne paraissent pas avoir une grande portée, ces diverses réductions n'ont pas laissé de faire ressentir leur influence sur les conditions de la main-d'œuvre.

« Un fait que nous sommes heureux d'avoir à mentionner, c'est l'accroissement assez sensible du nombre de montres en or destinées à l'exportation; voici, depuis 1878, les chiffres que fournit le contrôle de la garantie :

	NOMBRE DE MONTRES revêtues du poinçon spécial d'exportation.		
	Or.	Argent.	Total.
1878.	541	590	1 131
1879.	786	1 483	2 269
1880.	1 084	1 352	2 436

« Sans doute, ce n'est là qu'un contingent bien insuffisant. Il témoigne toutefois d'efforts qu'il y a bien lieu d'encourager et de soutenir.

« La fabrique bisontine est, depuis longtemps déjà, mise en demeure de multiplier ses relations avec le dehors, afin d'affermir son existence et d'assurer son avenir.

« La part qu'elle s'est décidée à prendre à l'exposition de Melbourne, en Australie, témoigne qu'elle a le sentiment de la situation qui lui est faite et qu'elle compte persévérer dans ses efforts.

« Ce n'est pas à dire que la fabrique n'ait plus toute sa prépondérance sur le marché français : les chiffres officiels, que nous devons à l'extrême obligeance de l'administration supérieure, offrent à cet égard une démonstration sans réplique; c'est le relevé des opérations des trois seuls bureaux où il ait été présenté des produits de fabrication locale, savoir :

NOMBRE DE MONTRES de fabrication nationale soumises en 1880 au contrôle de la garantie.			
	Or.	Argent.	Total.
Paris.	250	514	764
Le Havre.	10	10	20
Nice.	8	8	16
Totaux.	268	532	800

« Quant aux montres étrangères, l'admission au contrôle en a été plus active dans les bureaux du dehors, savoir :

Nombre de montres de fabrication étrangère soumises au contrôle.			
	Or.	Argent.	Total.
Bellegarde.	4 324	2 801	7 125
Lyon.	3 019	1 378	4 397
Paris.	1 799	1 136	2 935
Bordeaux.	169	64	233
Marseille.	7	124	128
Nice.	15	6	21
Annecy.	»	14	14
Nancy.	»	10	10
Chambéry.	1	5	6
Le Havre.	4	»	4
Totaux.	9 338	5 535	14 873

« C'est au bureau institué sur notre frontière, à Pontarlier, en suite du traité de commerce franco-suisse, que les opérations de l'espèce se groupent et se concentrent; voici les chiffres du dernier exercice qui surpassent de plus de 20 pour 100 ceux de 1879 :

Nombre de montres de Suisse contrôlées à Pontarlier.			
	Or.	Argent.	Total.
	21 756	44 443	66 199
A ce contingent, il y a lieu d'ajouter les chiffres du bu- reau de Besançon.	988	1 614	2 602

« Maintenant, si nous récapitulons l'effectif des montres de toute provenance qui ont été répandues dans le commerce français, nous arriverons au total de 498 306, qui se décompose ainsi :

	Or.	Argent.	Total.
Montres de Besançon.	146 047	267 785	413 832
— d'autres villes.	268	532	800
— de fabrication étrangère.	32 082	51 592	83 674
Totaux.	178 397	319 902	498 306

d'où il suit que la fabrique bisontine, dans ce total de 498 306 pièces, a fourni pour les montres en or, la proportion de près de 82 pour 100 ; pour celles en argent, de près de 84 pour 100, et pour l'ensemble (or et argent) 83 pour 100. Cette proportion est sans nul doute bien satisfaisante ; mais elle ne saurait justifier une sécurité absolue, une confiance sans réserve dans l'avenir. »

La prépondérance de la fabrique de Besançon, qui ressort des chiffres précités, n'a été acquise que par la persévérance dans le travail et dans la recherche du progrès.

Une école théorique et pratique d'horlogerie a été créée par la Ville, il y a une vingtaine d'années.

On est maintenant en voie d'organiser à Besançon, avec le concours de l'État et de la Municipalité, un observatoire astronomique qui aidera considérablement au développement de l'horlogerie de précision.

L'industrie horlogère n'est pas confinée dans les murs de Besançon ; elle s'exerce en parties détachées dans un grand nombre de localités des montagnes du Doubs, où elle a porté une grande aisance.

En ce qui concerne le pays de Montbéliard, la Chambre n'a pas cru pouvoir mieux faire que de citer les passages suivants du Rapport du Jury, à l'Exposition universelle de 1878.

« Montbéliard, avec plusieurs localités qui l'avoisinent, est, comme nombre de pièces fabriquées, notre plus grand centre de production. Les grandes usines si puissamment outillées de Beaucourt, Montbéliard, Berne (Doubs), livrent annuellement au commerce 120 000 douzaines de mouvements de montres (dont 80 000 fournis par Beaucourt), le plus grand nombre à l'état d'ébauches, une moindre quantité en mouvements finis, c'est-à-dire que l'ébauche est pourvue d'un rouage ; et enfin un certain nombre achevés, c'est-à-dire complétés par un échappement, et même emboîtés.

« En dehors des grandes usines, fonctionnent un certain nombre de petits ateliers.

« Un quart de la production, concernant les ébauches de montres, va alimenter les ateliers bisontins ; les trois autres quarts s'écoulent en Suisse.

« Les mêmes usines et quelques autres de moindre importance produisent également par année plus de 400 000 mouvements de pendules de toutes sortes, des rouages télégraphiques, des compteurs, qui vont, pour une énorme part, alimenter les fabriques de Paris, et pour une petite part, celle de Morez, qui réussit, malgré la formidable concurrence de la Forêt-Noire, à écouler en Allemagne même une partie de ces mouvements tout achevés et vendus comme horlogerie de Morez.

« Les usines de Beaucourt ont créé, depuis quelques années, une grande quantité

de petites ou moyennes pendules qu'on livre finies et emboîtées. Le bas prix de ces objets a empêché l'introduction chez nous de la pendule américaine et de la pendule allemande, et nous a permis d'aller les combattre, et avec un certain succès, sur les marchés étrangers.

« A Sainte-Suzanne existe une grande fabrique de boîtes à musique dont les produits s'exportent dans le monde entier. Son outillage est puissant et perfectionné.

« Enfin, il sort chaque année du pays de Montbéliard plus de 18 000 échappements à ancre ou à cylindre, tout terminés et montés sur plaques pour être adaptés aux pendules portatives. Ils sont expédiés, pour la presque totalité, sur Paris et Saint-Nicolas-d'Aliermont, près Dieppe. Les fournitures telles que ancres, cylindres, spiraux, rubis, etc., sortent d'un grand nombre de petits ateliers dispersés dans les villages.

« Le nombre des ouvriers est de 8 000. Les salaires sont, en moyenne, de 4 francs, hommes; 2 francs, femmes; et 1 fr. 50, enfants.

« La valeur de la production est estimée à 9 millions de francs.

« Malgré une hausse de 20 pour 100 sur les salaires, les prix de revient ont été réduits; ce qui est attribué aux perfectionnements apportés à l'outillage automatique des usines qui emploient de puissants moteurs à vapeur ou hydrauliques. »

Dans son compte rendu, la Chambre consacre un chapitre à la question des voies ferrées. Elle rappelle l'énergique protestation qu'elle avait faite contre le rachat et l'exploitation des chemins de fer par l'État. Elle avait également repoussé le projet de tarif général commun aux six grandes Compagnies, son application étant de nature à créer une perturbation nuisible au commerce.

Nous mentionnerons encore que l'on trouve dans le travail de la Chambre l'examen d'un certain nombre de thèses d'une incontestable importance économique, telle que la réforme de l'article 105 du Code de commerce, relatif aux droits réciproques de l'expéditeur et du destinataire; en matière de transports, la réforme de l'article 162 touchant les protêts, l'électorat commercial, etc., etc.

La Chambre de commerce de Besançon est assurément une des Chambres qui remplissent leur tâche en donnant le plus de résultats utiles. Aussi l'œuvre qu'elle poursuit lui a-t-elle valu une mention honorable à l'Exposition universelle de 1878.

Comme les Chambres de commerce ont toujours pour guide, dans leurs travaux, la connaissance pratique des affaires, ces travaux méritent de fixer l'attention des économistes et des législateurs.

(Le Génie civil.)

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.

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

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT fait par M. ED. COLLIGNON, au nom du comité des arts mécaniques,
sur le TACHYGRAPHE de M. MÉRESSE.

Messieurs, l'appareil présenté par M. Méresse sous le nom de *tachygraphe*, dont l'examen a été confié au comité des arts mécaniques, n'est autre chose qu'une modification du pantographe des dessinateurs. Il a pour objet la reproduction de figures semblables, avec altération de leurs dimensions dans un rapport déterminé.

Dans les instruments vulgaires de ce genre, le style qui suit le contour donné, et le crayon qui trace le contour semblable demandé, sont pris chacun sur les prolongements de deux côtés consécutifs d'un parallélogramme articulé ; en général, la similitude est inverse, et le centre de similitude fixe est le sommet du parallélogramme situé en dehors des deux côtés prolongés. Cette disposition entraîne l'égalité des deux branches de l'instrument et l'extension du parallélogramme suivant ses deux dimensions à la fois, lorsqu'on veut construire un appareil de plus grand modèle.

M. Méresse emploie aussi un parallélogramme articulé, mais dont deux côtés opposés ont une longueur constante, les deux autres côtés étant pris sur des règles divisées de la même manière, dont une seule se prolonge jusqu'au centre de similitude. L'homothétie est directe, le style étant pris sur l'une des brides de longueur constante, et le crayon placé au point homologue de la bride parallèle. On peut dire que le tachygraphe Méresse représente, sur le plan, un balancier de machine à vapeur muni du paral-

l'élogramme de Watt. Le balancier est porté sur des roulettes qui facilitent le déplacement de la pièce sur le plan de figure. Le point fixe est pris en dehors de la règle, dans une glissière qui permet d'en régler à volonté la position, de manière à l'amener sur la ligne droite passant par les centres des articulations des deux brides. Tout l'appareil est contenu dans un plan voisin du papier, ce qui réduit les déviations auxquelles le crayon et le style seraient exposés par suite du gondolement des pièces.

La règle parallèle au balancier est en bois, comme le balancier lui-même. Les brides qui les rattachent sont en cuivre; toutes les articulations, situées en dehors de ces diverses pièces, forment les sommets du parallélogramme géométrique dont le jeu opère la transformation de la figure. Pour placer le style et le crayon, on n'a qu'à s'assurer que leurs extrémités sont en ligne droite avec le centre de similitude; elles tombent, d'ailleurs, sur les lignes droites qui limitent latéralement le parallélogramme articulé.

On conçoit que, dans un tel système, où le parallélogramme est réduit à ses quatre sommets géométriques, une légère altération des côtés matériels peut toujours être corrigée par un règlement convenable des pièces; des vérifications sont à faire avant de commencer les opérations; elles consistent toutes à chercher si trois points sont en ligne droite, et à ramener l'un de ces points sur la droite menée par les deux autres. Une fois cette coïncidence assurée, l'instrument est réglé, et l'opération peut s'accomplir; cette préparation peut être comparée à l'accord des instruments à cordes.

L'emploi d'un pantographe en bois de très grandes dimensions entraînerait des frais élevés et assurerait peu d'exactitude, parce que le gondolement des bois de grande longueur est un fait presque inévitable. Le tachygraphe évite cet inconvénient, en réservant des moyens de régler l'appareil. Les tiges en bois n'interviennent plus que par leur graduation, qui n'est pas sensiblement altérée par le jeu des fibres ligneuses.

Divers détails complètent l'appareil de M. Méresse, et en font un instrument commode et pratique, propre aux réductions d'échelle quand l'on n'exige pas une très grande précision. Votre comité des arts mécaniques vous propose, en conséquence, de remercier M. Méresse de son intéressante communication et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent Rapport, avec un dessin de l'appareil et une légende explicative.

Signé : ED. COLLIGNON, rapporteur.

Approuvé en séance, le 23 décembre 1881.

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 139 A, RELATIVE AU TACHYGRAPHE-MÉRESSE.

Fig. 1. Vue générale de l'instrument tout monté. Diverses positions ont été indiquées en lignes ponctuées.

Fig. 2. A, grande règle divisée en centimètres et millimètres de 1 à 100, à partir du milieu de l'ouverture *b*, du côté en retour de l'équerre D en cuivre, fixé et affleurant avec le côté de dessous.

B, deux coulants emboîtant la règle, avec une fenêtre en dessus pour laisser voir les divisions qui se mettent en contact avec la ligne de repère *a*, tracée sur le côté du bas. Cette ligne correspond au centre des axes *ff*, formant les sommets du parallélogramme géométrique.

Deux autres coulants semblables adaptés à la petite règle parallèle du bas A' avec le même écartement, déterminent les autres sommets *f'f'*.

C, deux règles en cuivre, coudées aux extrémités, percées d'un trou pour recevoir l'axe *f*, faisant corps avec le côté du bas du grand coulant B, prolongé en *h*, de 25 millimètres en avant.

Le centre des trous se trouve à 1 centimètre en dehors du côté gauche de la règle C.

Fig. 3. Glissière placée en dessous de l'équerre D, ayant à son extrémité inférieure un trou *c*, qui reçoit l'axe dont le centre est le point de similitude. *d*, vis qui le fixe à l'équerre. *e*, guide qui la maintient dans sa direction perpendiculaire.

Fig. 4. Vue de face et de profil d'une des trois roulettes se fixant à la grande règle, l'une vers l'axe à un point quelconque, la seconde un peu à gauche du deuxième coulant, en dedans de la règle. La troisième se place à volonté, un peu à droite ou à gauche du premier coulant, mais en dehors.

La hauteur des roulettes est calculée de telle sorte que tout l'appareil se trouve élevé de 7 à 8 millimètres au-dessus de la table.

Fig. 5. Vue de face et de côté des deux roulettes articulées s'ajustant à la petite règle du bas A', un peu à gauche des coulants, en dedans.

Fig. 6. Vue de face et de profil des coulants *porte-aiguille* et *porte-crayon* s'adaptant aux règles C C de la fig. 1, lesquelles entrent dans l'ouverture *g*.

m, vis de pression pour les fixer à la règle.

i, ouverture pour recevoir le bas de la vis *k*, et le guide *o*, de la glissière fig. 7.

Fig. 7. Glissière de l'aiguille verticale, vue de profil et de face.

Fig. 8. Coulant représenté par la fig. 6, armé de l'aiguille ou style vertical, qui se fixe plus ou moins haut à volonté, par la vis *k*.

Fig. 9. Glissière avec une aiguille horizontale de profil.

Fig. 10. Porte-crayon et sa glissière. Il s'adapte comme le style aux mêmes supports et se fixe de même. Les deux pointes du style et du crayon tombent sur la ligne

passant par le centre des deux axes ff' , c'est-à-dire à 1 centimètre du côté gauche de la règle.

Fig. 11. Sorte de punaise, vue de face et en plan, servant à tendre un fil attaché par l'autre bout à un petit anneau de 7 à 8 millimètres de diamètre, dans lequel on introduit l'axe de la grande règle avant de le fixer à la table. A quelque point qu'on le fixe, soit par en haut, soit par en bas, le fil forme toujours une ligne droite partant du centre de similitude.

Il sert à régler l'instrument, à le mettre en état de fonctionner avec précision.

On n'a qu'à amener sur le fil bien tendu les deux axes des coulants du haut, si l'un s'en éloigne d'un côté ou de l'autre, on desserre un peu la vis d de la glissière fig. 2, et on le met facilement sur la ligne par un petit mouvement en avant ou en arrière. Quand on est arrivé à la coïncidence exacte, on serre la vis.

Pour placer le style et le crayon, on fait remonter l'instrument, ou bien l'on descend la punaise avec le fil, et l'on fixe ces deux organes à leurs règles, à un point quelconque, où ils se trouvent simultanément sur la ligne. Alors l'instrument est prêt à fonctionner.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT fait par M. COLLIGNON, au nom du comité des arts mécaniques, sur un APPAREIL DESTINÉ À REMPLACER LES ROBINETS DANS LES CONDUITES DE GAZ, par M. JARRE (G.), ingénieur civil, directeur des clouteries d'Ornans (Doubs).

Messieurs, M. Jarre, ingénieur civil, à Ornans (Doubs), correspondant de la Société d'encouragement, s'est proposé de remplacer, dans les conduites de gaz, les robinets de gros diamètres, qu'il est difficile de rendre parfaitement étanches, par des appareils à joints hydrauliques, d'un entretien facile et d'une étanchéité absolue. Ces appareils ne sont plus à l'état de projet; depuis deux ans ils sont en service à l'usine à gaz d'Ornans, où ils ont donné d'excellents résultats. Je viens, au nom du comité des arts mécaniques, vous rendre compte de l'examen que nous en avons fait.

Le robinet de M. Jarre consiste essentiellement en une cloche renversée dans un bain d'eau ou de mercure, à la façon des éprouvettes dont on se sert pour recueillir un gaz dans les laboratoires. A sa partie supérieure, la cloche porte une tige munie d'un pas de vis qui s'engage dans un écrou fixe, et qui permet de la lever ou de l'abaisser plus ou moins. Lorsque

la cloche est abaissée, le liquide dont elle est entourée suffit pour empêcher l'écoulement du gaz, qui reste emprisonné dessous : le robinet est fermé. Lorsque, au contraire, on la soulève, elle abandonne le bain de liquide dans lequel elle plongeait, et livre à l'écoulement du gaz un espace assez large pour éviter tout étranglement de la veine fluide : le robinet est ouvert. Au lieu de faire passer la tige dans un presse-étoupe, M. Jarre emploie un second joint hydraulique ménagé autour de la tige de manœuvre, qui assure l'isolement de la masse gazeuse quand une fois la cloche est levée.

Une certaine quantité de liquide est nécessaire au jeu de l'appareil, et M. Jarre en donne le calcul dans la Notice jointe à sa communication. Le joint hydraulique dans lequel passe la tige permet d'introduire dans l'appareil la quantité de liquide qu'on jugerait convenable d'ajouter : un petit réservoir, en communication avec le tube qui surmonte la cloche, est destiné à recueillir ce liquide additionnel. Si l'on en versait trop, l'excès de liquide pourrait refluer sous la cloche dans la conduite de gaz et faire obstacle à l'écoulement. On prévient ce danger en adaptant, au-dessous des deux chambres par lesquelles passe le courant gazeux, un système de tubes communicants où le liquide se rassemble, et d'où l'excès peut s'écouler à l'extérieur par un tube servant de trop-plein, ouvert à l'air libre.

Ce système de robinet, simple et d'un usage facile, nous a paru constituer une solution ingénieuse et élégante d'un problème qui se présente fréquemment dans les distributions de gaz. Nous vous proposons, en conséquence, Messieurs, de remercier M. Jarre de sa communication et de voter l'insertion du présent Rapport au *Bulletin* de la Société, avec les dessins de l'appareil et les légendes explicatives.

Signé : ED. COLLIGNON, rapporteur.

Approuvé en séance, le 28 octobre 1881.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 139 B, RELATIVE A L'OBTURATEUR A JOINTS
HYDRAULIQUES POUR CONDUITES DE GAZ, PAR M. G. JARRE.

Fig. 1. Coupe verticale de l'appareil.

Fig. 2 et 3. Vues extérieures.

Fig. 4. Coupe horizontale suivant 1-2.

Fig. 5. Coupe horizontale suivant 3-4.

Fig. 6. Coupe verticale de la partie inférieure d'un obturateur, muni de tubes de sûreté.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes organes dans toutes les figures.

a, conduit par lequel le gaz arrive dans l'appareil.

b, conduit par lequel il sort de l'appareil.

d, cloche pouvant se lever au moyen de la tige *t*. En faisant faire un quart de tour à cette tige, quand la cloche est levée, la béquille qui la termine repose sur les bords du cylindre fendu *e* et maintient la cloche levée.

Dans l'espace annulaire contenant la cloche, on met une certaine quantité de liquide (eau, mercure, etc.). Les dimensions de cet espace annulaire et de la cloche sont telles que, la cloche étant levée, le bord inférieur de celle-ci ne touche plus le liquide, alors le gaz arrivant en *a* passe sous la cloche et se rend en *b*.

Quand la cloche est baissée, elle plonge dans le liquide qui s'abaisse dans l'intérieur de la cloche et s'élève à l'extérieur, de manière à équilibrer la pression du gaz.

La colonne liquide, qui fait équilibre à la pression du gaz, a pour maximum de hauteur, la hauteur de la cloche.

f, gros tube qui surmonte la cloche *d*, ne faisant qu'un avec celle-ci. Ce tube contient aussi une certaine quantité de liquide pour faire joint autour de la tige *t*.

g, fond de l'obturateur.

j, pièce assemblée sur le fond *g*.

Les deux pièces *g* et *j* étant assemblées forment deux tubulures avec brides.

h, pièce qui entoure la cloche *d*, forme la chambre annulaire contenant le liquide dans lequel plonge cette cloche et continue le tuyau de sortie *b*.

l, couvercle dans lequel se meut la cloche *d*.

e, cylindre fendu en partie pour laisser passer la béquille.

Le fond de ce cylindre ferme l'appareil; il porte un tube qui entoure la tige *t* et qui descend dans le gros tube *f*. Le liquide que contient *f* fait joint entre le tube qui entoure la tige *t* et cette tige.

Si, par suite d'une cause quelconque, on doit ajouter du liquide dans l'appareil, on le fait en versant dans le fond du cylindre *e*.

Le liquide descend le long de la tige *t*, remplit le tube *f* et vient se déverser dans l'espace annulaire qui entoure la cloche.

Si ce liquide est introduit en excès, il se rendra dans la conduite. Dans certains cas, il faut éviter ce résultat.

Pour cela (voir fig. 6), du fond des conduits *a* et *b* partent deux tubes verticaux *m m'* venant se réunir par le bas et se brancher sur un troisième tube vertical *o*, dont la hauteur doit être égale à la hauteur de la cloche *d*.

Si la cloche est abaissée, la pression existera seulement dans le conduit *a*, le liquide

s'abaissera dans le tube m , s'élèvera dans les tubes m' et o , de manière à équilibrer cette pression.

Si on soulève la cloche, la pression s'établira dans les deux conduits a et b , le liquide s'abaissera dans les tubes $m m'$ et s'élèvera dans le tube o , de manière à équilibrer cette pression.

Si on introduit trop de liquide dans l'appareil, ce liquide sortira par le tube o qui ne peut, en aucun cas, livrer passage au gaz, puisque sa hauteur est égale à la hauteur de la colonne du liquide faisant équilibre au maximum de pression choisi.

BEAUX-ARTS.

RAPPORT fait par M. DUMAS (Ernest), au nom du comité des constructions et des beaux-arts, sur la FABRICATION DES COULEURS VITRIFIABLES, par M. LACROIX, avenue Parmentier, 186, et sur l'installation de ses ateliers.

Messieurs, en 1855, M. Lacroix, qui avait étudié la chimie chez M. Pelouze d'abord, puis à la manufacture de Sèvres, installait modestement dans le faubourg Saint-Denis un atelier ou plutôt un laboratoire dans lequel, avec un ou deux aides seulement, il préparait des couleurs vitrifiables pour la peinture sur porcelaine, faïence, verre ou émail.

Moins de dix ans après (1863), grâce à ses connaissances chimiques, à son activité, à sa persévérance, il voyait ses produits tellement appréciés, qu'il devait quitter cette installation devenue insuffisante et créer dans l'avenue Parmentier, 186, un véritable établissement industriel qui, depuis, n'a pas cessé de prospérer et de s'accroître.

En 1865, M. Lacroix, devenu membre de votre Société, vous ayant demandé de faire examiner ses produits et ses procédés de fabrication, M. Salvétat, à la suite de cet examen, vous signalait dans son Rapport du 9 août, les notables perfectionnements apportés à la préparation de certaines couleurs, l'excellent outillage de l'établissement, l'importance toujours croissante de cette exploitation, et constatant les résultats obtenus, en prévoyait de meilleurs encore pour l'avenir.

Une médaille d'argent était accordée par vous à la suite de cette intéressante communication.

Depuis cette époque l'activité de M. Lacroix ne s'est pas ralentie; en 1872, il vous présentait ses couleurs livrées au commerce sous une nouvelle forme — broyées à l'eau gommée ou à l'essence, mises en tubes et prêtes pour l'em-

ploi, comme des couleurs pour l'huile ou pour l'aquarelle. Un Rapport favorable de M. Salvétat sur cette nouvelle présentation fut inséré au *Bulletin*.

En 1875, une médaille fut décernée à M. Tautin, collaborateur de M. Lacroix, qui, une année plus tard, expérimenta dans une de vos séances publiques le *procédé de cuisson de M. Gabelle*.

Enfin, les perfectionnements incessants de ses procédés, l'extension de ses affaires, motivée par la qualité constante de ses produits, ayant nécessité une transformation complète de son usine, M. Lacroix invitait, il y a quelques jours, le comité des beaux-arts à la visiter de nouveau. Nous avons pu constater que les prévisions de M. Salvétat s'étaient largement réalisées et que le modeste laboratoire de 1855 était devenu un important établissement, occupant de soixante à soixante-dix ouvriers, utilisant une force de quinze chevaux-vapeur, et produisant journellement plus de soixante kilogrammes de couleurs vitrifiables que de nombreux dépositaires distribuent dans toutes les parties du monde où l'on s'occupe d'art.

Ce qui frappe en entrant dans les ateliers de l'avenue Parmentier, c'est l'ordre, le soin et la propreté de toutes les parties de cet établissement. *Une place pour chaque chose et chaque chose à sa place* semble être la devise adoptée dans cette maison, et elle est si bien observée que, dans un espace relativement restreint, un travail considérable et exigeant des soins délicats s'exécute rapidement, régulièrement, et avec une certitude complète.

D'un premier atelier où elles arrivent et sont vérifiées, les matières premières—borates, silicates, oxydes, etc., passent à une salle où divers moulins à pilons, à meules verticales ou à noix, les transforment en des poudres dont la grosseur est régularisée par un tamisage mécanique.

Ce broyage à sec est complété par un second qui s'exécute à l'eau dans un autre atelier où fonctionnent dix paires de meules horizontales et plusieurs mortiers en porcelaine.

Les matières colorantes sortent de ces moulins à l'état de pâte liquide et on les dessèche alors dans une étuve.

Ces oxydes, remis en poudre au moyen d'un moulin à meule verticale, sont ensuite mélangés avec les fondants destinés à transformer ces matières peu fusibles en verres ou émaux capables de s'appliquer sur la porcelaine, la faïence ou le verre.

Les mélanges de poudres colorantes et de fondants, dosés suivant le degré de fusibilité et suivant les tons que l'on veut obtenir, sont alors portés à l'atelier de fusion, où quatre creusets chauffés dans des fourneaux à vent

les reçoivent, pendant un temps qui varie de une heure à quinze heures. Puis la matière fondue et liquéfiée est coulée et refroidie soit dans l'eau, soit sur une plaque, selon sa nature. Elle constitue alors un verre coloré que l'on soumet à un dernier lavage à l'eau, suivi d'une nouvelle dessiccation à l'étuve et d'un broyage à sec.

La poudre impalpable qui résulte de cette dernière opération, essayée comparativement avec des étalons bien définis, est prête pour l'emploi, et jusqu'en 1872, elle a été livrée aux peintres sous cette forme ; mais à cette époque, M. Lacroix a imaginé d'exécuter chez lui le travail matériel auquel l'artiste était astreint avant de pouvoir utiliser ces couleurs. On les mêle par un nouveau broyage, fait cette fois à la main, sur des plaques de verre dépoli, avec la quantité nécessaire d'essence de térébenthine, et on les enferme, sous forme de pâte liquide, dans des tubes d'étain comme on le fait pour les couleurs à l'huile.

Cette innovation a eu un grand succès, et le nombre des tubes livrés au commerce prouve quels services elle a rendus à la vulgarisation du goût de la peinture sur porcelaine. Six mille de ces tubes sortent chaque semaine de la fabrique et leur emploi se répand de plus en plus : la France, l'Angleterre, les États-Unis, l'Australie, la Chine et même le Japon en font chaque jour des demandes considérables.

Le magasin de vente de ces couleurs renferme, en outre, tous les objets nécessaires aux peintres sur porcelaine et sur verre ; on y trouve des boîtes garnies de tous les accessoires utiles et contenant une palette sur laquelle sont disposées toutes les couleurs ayant subi la cuisson, de manière à ce que l'on puisse se rendre un compte exact de leur effet définitif ; des tables très ingénieuses disposées pour faciliter le travail ; les tournettes nécessaires à l'exécution des filets ; une série de modèles de fleurs peintes portant l'indication des couleurs à employer pour les reproduire sur porcelaine, etc., etc.

Une galerie renfermant des faïences et des porcelaines en blanc, de toutes provenances, met à la disposition des amateurs tous les modèles qu'ils peuvent désirer.

On voit que M. Lacroix, ne se bornant pas à fabriquer des quantités considérables des couleurs vitrifiables d'excellente qualité et d'un emploi facile, a cherché (et nous croyons qu'il y est parvenu) à réunir chez lui tout ce qui peut être nécessaire aux peintres céramistes ou verriers et à faire de son établissement un véritable conservatoire de la peinture vitrifiable.

Le comité des beaux-arts, appréciant les intéressants résultats que de nombreuses récompenses ont déjà affirmés, vous propose :

- 1° De remercier M. Lacroix de sa communication ;
- 2° De voter l'insertion du présent Rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : DUMAS (Ernest), rapporteur.

Approuvé en séance, le 23 décembre 1881.

ÉLECTRICITÉ.

DIVERSES MODIFICATIONS DE LA MACHINE DE GRAMME.

L'Exposition nous a montré plusieurs types intéressants de la machine de Gramme modifiée pour l'adapter mieux à certains services. Il semble que l'on s'efforce de la spécialiser un peu et de la disposer suivant les cas, étude effectivement nécessaire.

Au point de vue de la production lumineuse qui était une des premières destinations pour lesquelles la machine avait été primitivement créée, nous trouvons deux formes particulières : d'abord une machine destinée à fournir cinq foyers qui n'est qu'une modification peu sensible du type déjà employé pour la marine et la guerre, qui se fabrique chez MM. Sautter et Lemonnier, sous le nom de machine D. Comme on le sait, c'est une machine à électro-aimants plats horizontaux avec un anneau d'assez grande dimension. Le type nouveau que nous représentons fig. 1, ne diffère de celui-ci, que parce qu'il est un peu plus petit.

Cependant, il présente certains petits détails nouveaux. L'assemblage des électro-aimants avec le bâti formant culasse, a lieu au moyen d'entailles transversales, ce qui doit ajouter à la solidité. Un graissage spécial a été introduit, afin de faciliter les grandes vitesses. La liaison du collecteur avec l'arbre tournant a été perfectionnée. En un mot, cette machine paraît très bien soignée comme construction, mais au point de vue électrique, il n'y a rien absolument à en dire.

Il se trouvait à l'Exposition d'autres machines à lumière plus remarquables ; celles-ci portent sur le même arbre deux anneaux de même diamètre, mais non de même largeur ; le plus grand produit le courant utile, le petit sert à exciter les électro-aimants. Dans la nomenclature grossière et confuse dont on fait usage, on appelle cette machine *auto-excitatrice continue* ; cela ne veut rien dire et même prête à la confusion, car les machines dynamo-électriques sont toutes auto-excitatrices, et la machine ordinaire de Gramme est incontestablement une auto-excitatrice continue. La machine nouvelle dont il s'agit est fabriquée chez MM. Sautter et Lemonnier sous les désignations de machine B *bis* et de machine H, suivant les dimensions. Celle

dont nous donnons la figure ci-contre (fig. 2 et 3) est la machine H. Les deux anneaux accolés ne peuvent se voir, ils sont cachés par les électro-aimants qui, par une disposition nouvelle, sont verticaux et contribuent à former le bâti. Dans la vue de face

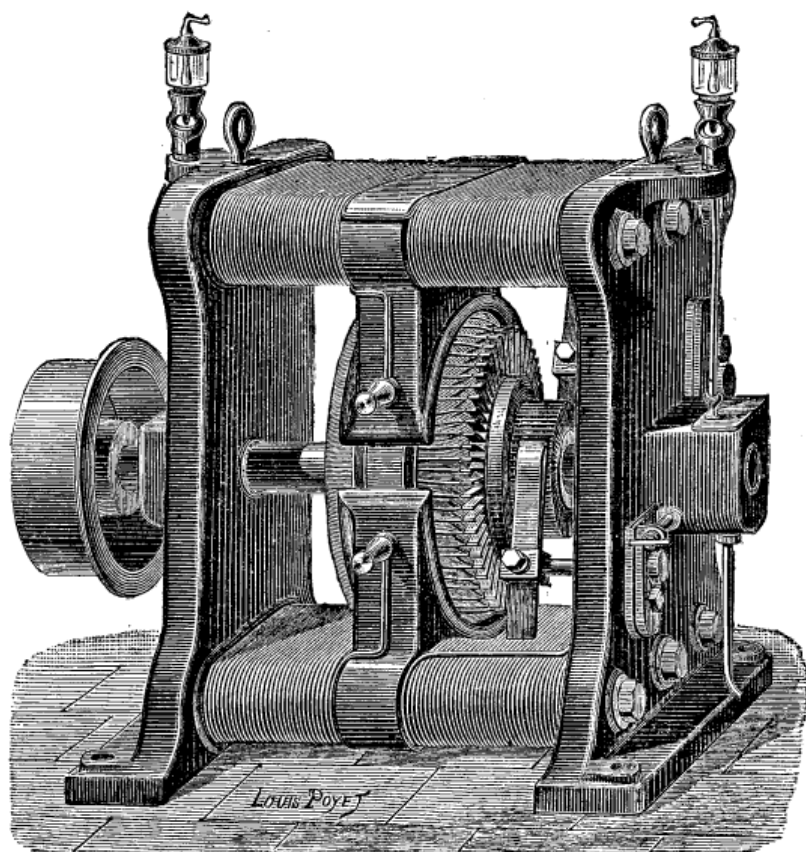


Fig. 1.

(fig. 2), on aperçoit les deux collecteurs distincts ; la clef A est l'interrupteur du circuit général ; la clef K placée sur le haut de l'appareil sert à couper le circuit inducteur ou à le régler par l'introduction de résistances convenables.

Cette disposition, avec excitation séparée, est un retour à d'anciennes idées de M. Gramme.

On la trouve, en effet, clairement indiquée dans ses premiers brevets, ainsi que celle de la machine auto-excitatrice alternative qu'il n'a exécutée que dernièrement.

On ne peut que le louer de les avoir reprises, et peut-être eût-il mieux valu ne pas s'en écarter au moins pour les gros types. On y trouve, en effet, plusieurs avantages : la machine, par rapport au circuit utile, est beaucoup moins résistante ; le champ magnétique, qui ne dépend plus que de la vitesse, est à peu près constant, toutes particularités qui contribuent beaucoup à la régularité de la production électrique, et la

rendent à peu près proportionnelle à la résistance extérieure, ce qui est un grand avantage.

D'ailleurs, on gagne à cette séparation du courant inducteur et du courant induit,

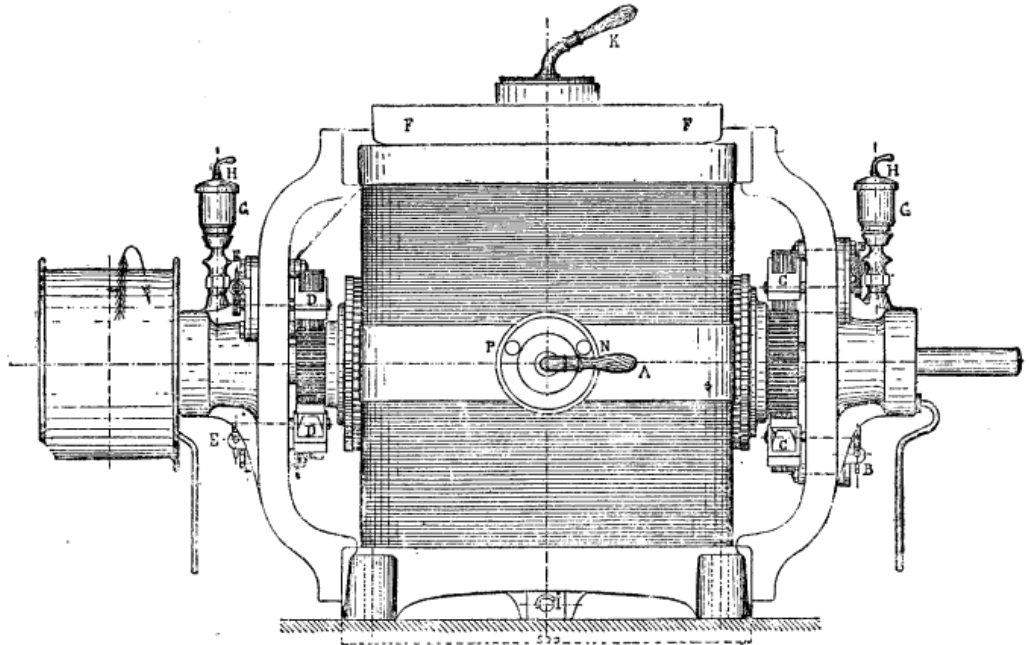


Fig. 2.

une faculté de réglage qui est parfois très précieuse. L'introduction de résistances sur le circuit général est fort incommode et d'un emploi difficile, tandis qu'elle est très simple et sans inconvénient sur un induit séparé. On en avait déjà vu la nécessité avec les machines auto-excitatrices, où ce réglage n'avait pas été prévu, mais où la pratique avait conduit à en faire usage; dans la nouvelle machine, il est prévu et se fait à l'aide d'un cadran spécial placé sur l'appareil; cela semble bien compris. J'estime, pour ma part, que, au moins pour les installations de quelque importance, on sera de plus en plus conduit à séparer l'inducteur de l'induit; la production électrique se fait dans des conditions de sécurité et en même temps de flexibilité beaucoup plus grandes.

On assure même que cette disposition procure une économie sensible de force motrice. La machine du type H pesant 950 kilog. serait en état, avec une force d'environ 15 chevaux, de produire douze foyers d'une valeur de 175 à 200 becs carcel. On ne voit pas immédiatement pourquoi la disposition à deux anneaux, en plus de ses autres avantages, rapporterait une économie de force; cependant rien ne s'y oppose.

Ces nouvelles machines, comme les anciens types de Gramme, présentent un point qui ne semble pas être à l'abri de quelque critique. Les champs magnétiques y sont

produits par la rencontre de deux aimants se touchant par le même pôle, où il se forme un point conséquent. Cela est sans doute commode pour la disposition générale

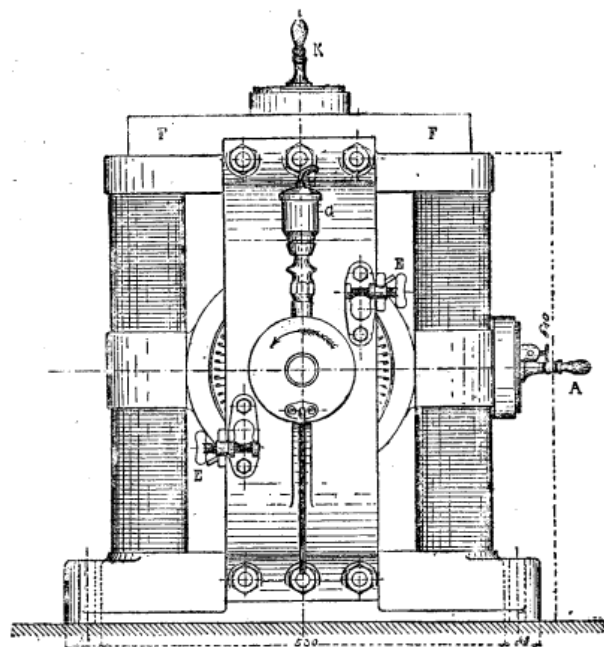


Fig. 3.

de la machine; mais cette façon de produire le champ magnétique n'est pas théoriquement la meilleure : ce défaut, si c'en est un, se retrouve du reste dans la machine de Siemens; il n'existe pas précisément dans la machine de Brush, mais il est compensé par un autre; les deux faces de la bobine y sont en présence de deux pôles de même nom, ce qui forme deux champs magnétiques se contrariant entre eux. Il faut croire qu'il y a quelque difficulté à tourner ce point délicat, puisque tous les types que nous connaissons, ou peu s'en faut, n'ont pu l'éviter. Ce qu'il faut louer, au contraire, dans ces derniers types,

c'est la dimension des électro-aimants. En général, le type D, à électros plats, et ses analogues me semblent des machines dans de bonnes conditions; il y a intérêt à ce que l'anneau de fer doux de la bobine tournante ne soit pas trop lourd, parce que pour un bon fonctionnement, il doit être magnétiquement saturé; au contraire, il est utile d'accroître les noyaux des inducteurs et de les tenir, autant que possible, éloignés de leur point de saturation; la machine est plus souple, plus régulière, et produit un meilleur travail. On paraît avoir appliqué ce principe dans les types en question.

On s'en éloigne quelque peu dans la grande machine à galvanoplastie qui a été décrite dans la *Revue industrielle* du 16 novembre. La bobine de cet appareil est composée de barres de cuivre comme la bobine de la machine analogue de Siemens, à laquelle elle ressemble assez. Seulement, elle a deux collecteurs, un à chaque extrémité, de façon à constituer deux bobines distinctes entre-croisées, pouvant s'accoupler en quantité ou en tension suivant les besoins. Les électro-aimants sont formés de quatre noyaux accouplés deux à deux et formant point conséquent.

M. Gramme avait déjà fait usage de bobines formées ainsi d'enroulements entre-croisés; mais c'était dans un but différent; il s'agissait d'augmenter la tension, et on se proposait d'accoupler ces deux bobines en série: il arrivait alors que si le courant venait par accident à être interrompu, l'extra-courant faisait jaillir des étincelles entre

les tours voisins de la bobine, et détruisait les isolants. Pour la machine à galvanoplastie où les tensions sont très basses, ce danger n'est pas à craindre.

Il reste à examiner les types créés pour la transmission de la force.

L'anneau de cette machine est de grandes dimensions, il a 0^m,365 de diamètre et 0^m,442 de longueur. Les enroulements sont formés de bandes de cuivre qui sont superposées par groupes de sept sans isolement, de façon à constituer de véritables barres de métal : ces barres sont même groupées par couples pour diminuer la résis-

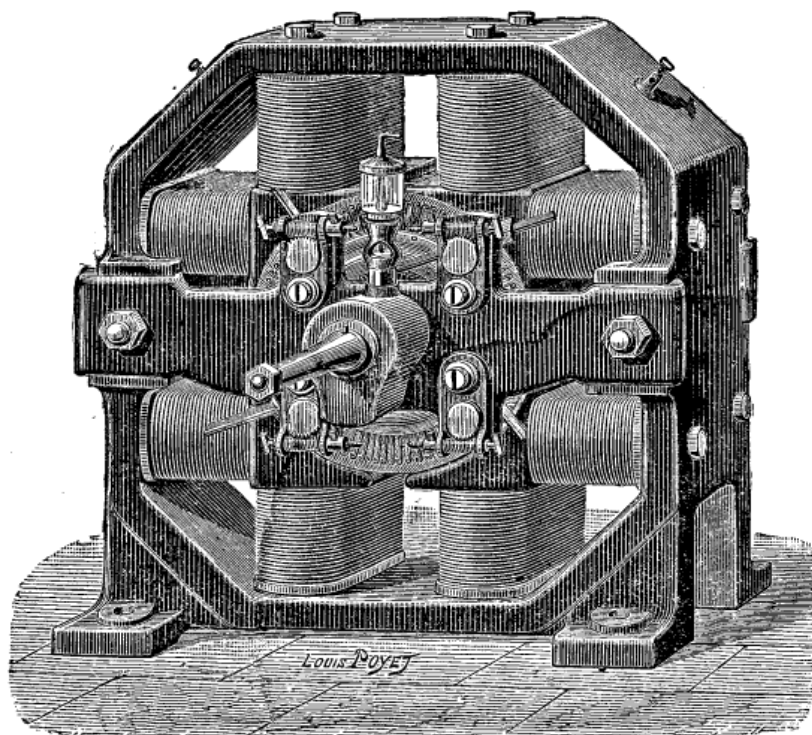


Fig. 4.

tance. Avec cette disposition, elle descend jusqu'à 0,0004 ohm de résistance totale et 0,0001 ohm de résistance effective en marche; la force électro-motrice est de 4 volts pour une vitesse de 500 tours.

La machine octogone dont nous donnons la représentation (fig. 4) ne présente plus des points conséquents, mais en échange, les masses de fer doux sont très sensiblement diminuées, et cela est fâcheux, surtout avec les dimensions de l'anneau qui sont assez considérables. On voit bien le but qu'on a voulu atteindre; par cette alternative de quatre champs magnétiques, on obtient deux courants distincts qui pourront être couplés en tension, comme on le faisait avec les bobines entre-croisées, mais sans avoir le même inconvénient. Le but est bien atteint, mais il l'a été en diminuant les champs magnétiques, ce qui est un sérieux défaut.

Ces machines ne sont pas nouvelles, elles ont servi depuis trois ans à diverses expériences ; cependant, on sait assez mal ce qu'elles peuvent produire. Ou les expériences n'ont pas été méthodiquement poursuivies, ou les résultats n'en ont pas été discutés. Nous avons, il est vrai, un certain nombre de résultats d'expériences publiés par M. Fontaine ; il est assez difficile d'en tirer une conclusion ; ils s'appliquent d'ailleurs à des machines plus petites et d'un autre type ; ces résultats démontrent cependant que le rendement de 50 pour 100 peut très bien être dépassé ; les expériences ont donné, dans certaines conditions, des rendements de 54, 55, 57 pour 100. On ne paraît pas s'être trop préoccupé de savoir dans quelles conditions et comment on

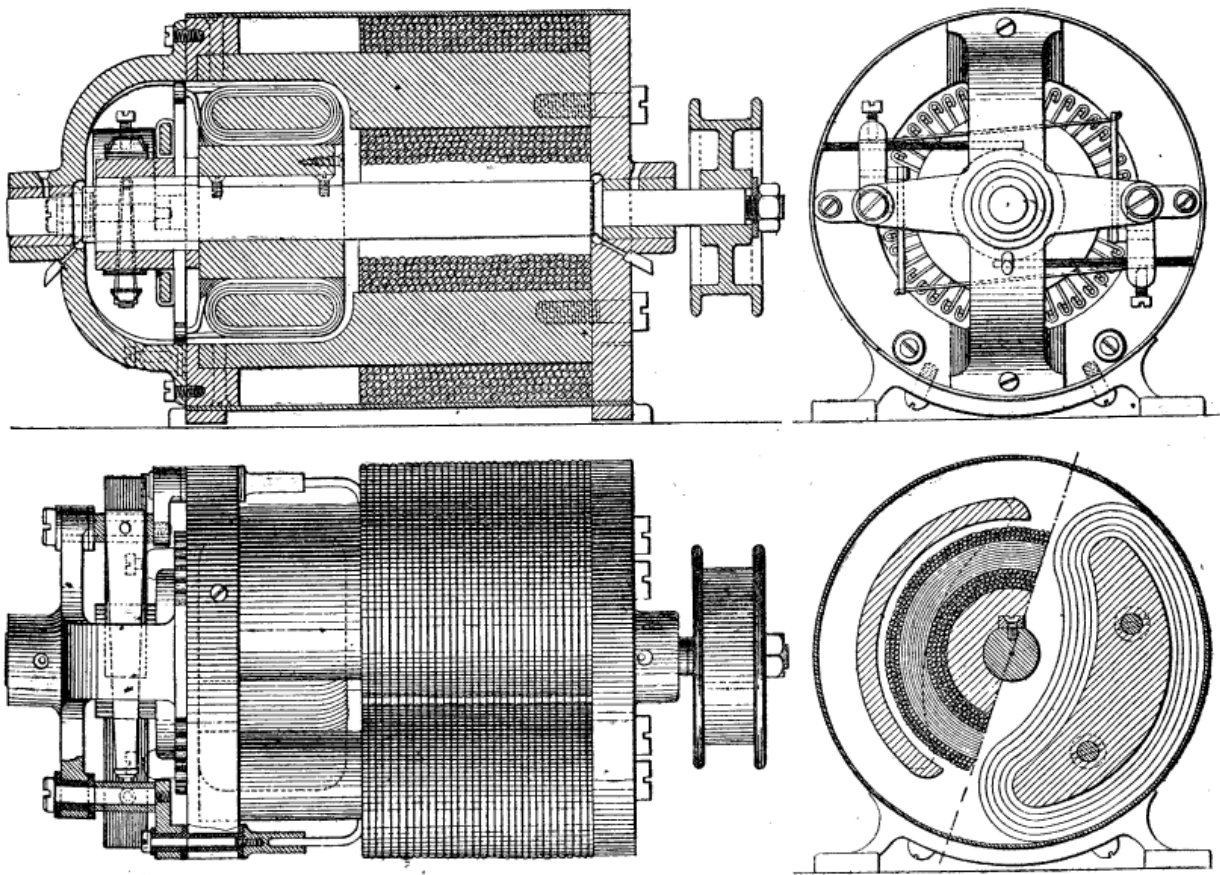


Fig. 5.

pourrait les reproduire, ou plutôt, ayant vu qu'ils répondaient à d'assez grandes vitesses des machines, on les a considérés comme peu pratiques, sans chercher à les obtenir autrement.

On avait cependant marché dans le sens des hautes tensions qui est certainement celui de l'économie dans le transport ; le calcul appliqué à ces expériences indique

des forces électro-motrices dépassant 150 volts, et peut-être 200 ; il semble qu'on ait aperçu, mais assez obscurément, la bonne voie, sans y pousser énergiquement.

Le type le plus récent est celui du petit moteur dont nous donnons la représentation (fig. 5).

Comme on le voit, l'anneau est placé à l'extrémité des électro-aimants. Ceux-ci sont supportés d'un côté par un plateau circulaire formant culasse et bâti en même temps ; de l'autre côté, leur noyau, après s'être prolongé de façon à emboîter l'anneau et à l'envelopper d'un champ magnétique, vient se réunir au bâti.

Ce petit moteur est de dimensions très réduites, d'une forme élégante, et ses conditions semblent très bonnes ; les électro-aimants étant d'un seul côté dans le plan perpendiculaire à celui de l'anneau, il n'y a plus de points conséquents ; les noyaux de fer doux sont de grosse dimension ; il doit seulement y avoir quelque difficulté dans l'enroulement des fils inducteurs sur une partie creuse. On ne connaît encore aucune expérience faite sur cette petite machine, mais elle est très séduisante. Elle présente d'ailleurs, sous cette forme, la plus curieuse ressemblance avec la machine de Paccinotti ; seulement elle est mieux disposée. Dans la machine Paccinotti, l'arbre est vertical, cela diminue les frottements, mais les transmissions sont fort difficiles, et si l'on avait employé sérieusement l'invention du professeur italien, on eût été sans doute amené à la placer horizontalement. De plus, les électros de la machine ancienne sont beaucoup trop petits, tandis que ceux du moteur Gramme nouveau sont, je le répète, de bonne dimension.

On étudie deux grandeurs de ce petit moteur, l'une donnant 145 kilogrammètres par seconde, l'autre 12 ; ils seront, paraît-il, d'un prix relativement médiocre ; mais je ne crois pas qu'ils soient encore dans le commerce.

En général, toutes ces formes de machines ont leur intérêt, et toutes peuvent sans doute rendre des services ; toutefois il ne semble pas que dans leur constitution on ait été guidé par quelques considérations théoriques ou par quelques vues d'ensemble. Elles diffèrent par des points essentiels, et, sauf pour l'anneau qui ne change pas, elles semblent n'obéir à aucune loi bien déterminée ; on serait porté à penser qu'elles sont le produit d'une sorte de sens expérimental adroit plutôt que d'une vue bien claire des conditions mêmes de l'appareil. Une étude méthodiquement dirigée amènera sans doute une connaissance plus complète de ce générateur, et les efforts de tous, toujours supérieurs aux travaux d'un certain nombre d'hommes, quelque puisse être leur valeur, achèveront de perfectionner cette machine déjà si remarquable.

FRANK GÉRALDY.

(*La lumière électrique.*)

EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1878

A PARIS

MATIÈRES COLORANTES ET COULEURS, PAR M. LAUTH, MEMBRE DU JURY INTERNATIONAL (1).

CHAPITRE IV.

NAPHTALINE ET SES DÉRIVÉS.

La naphthaline est un des produits les plus abondants de la distillation du goudron de houille. Aussi a-t-on, à bien des reprises, cherché à l'utiliser dans la fabrication des couleurs artificielles. Jusqu'à ces dernières années, ces efforts n'avaient abouti qu'à des résultats peu importants, parce que ces couleurs étaient, le rose de Magdala excepté, moins vives que celles qui dérivent de la série benzénique.

Il n'en est plus de même aujourd'hui; la naphthaline a trouvé des emplois nombreux et multiples : on a réussi à obtenir avec elle des produits d'une pureté de nuance et d'une stabilité remarquables. En combinant les dérivés naphtyliques soit entre eux, soit avec certains corps du groupe anilique, on est arrivé à produire des matières colorantes des plus intéressantes; enfin, la naphthaline sert de matière première à la fabrication de l'acide phtalique, qui a pris une place capitale dans la préparation des couleurs artificielles.

Nous renvoyons au chapitre *Matières colorantes dérivées des corps azoïques* l'étude du rose de Magdala qui rentre dans ce groupe; nous ne traiterons ici que de l'acide phtalique, du naphtol et des autres dérivés directs de la naphthaline.

1. *Acide phtalique.*

Cet acide sert à la préparation de l'éosine et de ses dérivés, de la céruléine, etc.

Sa fabrication a été montée industriellement, il y a plus de dix ans, par M. Casthe-laz, d'après les procédés de MM. Depouilly, qui avaient réussi à préparer l'acide ben-zoïque en régularisant la décomposition du phtalate de chaux.

Leur procédé consiste à traiter la naphthaline par un mélange de chlorate de potasse et d'acide chlorhydrique; on obtient ainsi les tétrachlorures de naphthaline et de chloro-naphthaline, qu'on débarrasse par pression des autres produits chlorés qui les accom-pagnent et qu'on décompose ensuite par l'acide nitrique : il se forme ainsi de l'acide

(1) Voy. cahier de Janvier, p. 28.

Tome IX. — 81^e année, 3^e série. — Février 1882.

phtalique et du chlorure de chloroxynaphtyle qu'on sépare par l'eau bouillante; la dissolution filtrée laisse déposer l'acide phtalique.

Ce procédé avec diverses modifications paraît le plus employé; l'action du chlore gazeux a été étudiée avec soin, et l'on peut, en se servant de cet agent, obtenir le tétrachlorure de naphthaline assez pur en une seule opération.

Au lieu de passer par les dérivés chlorés de la naphthaline, on peut directement oxyder l'hydrocarbure par un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique.

Enfin M. Guyard (de la maison Patry et comp.) a réalisé la synthèse de l'acide phtalique en chauffant un mélange d'acide sulfurique et d'acide formique avec de l'acide salicylique; le même chimiste a fait connaître diverses autres méthodes de préparation de l'acide phtalique au moyen de la résorcine; nous ne pensons pas que ces procédés soient l'objet d'une exploitation industrielle.

Quel que soit le procédé employé, l'acide phtalique est purifié par l'eau bouillante d'où il se dépose à l'état cristallisé; soumis à l'état de la chaleur, il se dédouble en eau et en anhydride qui se sublime en longues aiguilles blanches ou qui distille sous la forme d'un liquide se prenant par refroidissement en une masse cristalline.

Presque tous les fabricants de couleurs artificielles avaient exposé l'acide phtalique sous ses différents aspects; l'anhydride sublimé en magnifiques aiguilles d'un décimètre de longueur attirait particulièrement l'attention.

Ce produit, qui en 1877 valait 28 à 30 francs le kilogramme, se vend aujourd'hui 15 à 17 francs.

L'*acide chloroxynaphtalique*, que l'on obtient par la décomposition du chlorure de chloroxynaphtyle, n'a pas trouvé jusqu'ici d'emploi dans la teinture et l'impression; on l'utilise en le transformant en acide phtalique. M. Casthelaz avait exposé de très beaux échantillons de cet acide et une collection complète de chloroxynaphtalates.

2. Naphtol.

Il existe deux modifications du phénol naphtylique; on les distingue par les lettres α et β .

L'une et l'autre sont fabriquées par le procédé général de préparation des phénols découverts par MM. Wurtz, Dusart et Kekulé. Cette méthode est devenue d'une application fréquente dans l'industrie des produits chimiques: c'est grâce à elle qu'on obtient les naphtols et la résorcine, et qu'on a pu préparer économiquement l'alizarine artificielle; elle est un des nombreux exemples des services éclatants que rendent à l'industrie les savants les moins préoccupés de recherches techniques, et en même temps de la facilité et de la rapidité avec lesquelles l'industrie sait s'assimiler les découvertes de la science.

Pour préparer le naphtol, on traite la naphthaline par l'acide sulfurique de manière à la transformer en acides naphtylsulfureux. M. Merz a montré qu'il se forme dans

cette réaction deux acides isomères : chacun d'eux donne naissance à un naphtol différent (M. Schaeffer); selon les conditions dans lesquelles on opère, la température atteinte, la concentration et la proportion de l'acide sulfurique employé, on obtient un rendement plus ou moins considérable de l'une ou de l'autre des deux modifications. Ainsi, en chauffant le mélange des deux substances à 80 degrés, on peut produire jusqu'à 80 pour 100 de la modification α , tandis qu'en chauffant à 170 degrés on n'en obtient que 25 pour 100; la proportion inverse est observée pour la modification β .

On sépare les deux corps en utilisant la différence de solubilité de leurs sels; les α naphtylsulfites sont plus solubles dans l'eau que les β naphtylsulfites.

Pour transformer ces sels en naphtols, on les fond avec la potasse, la soude caustique, ou un mélange des deux alcalis à une température de 280 à 300 degrés dans une capsule ou mieux dans un autoclave; lorsque la réaction est terminée, on dissout la masse dans l'eau et on neutralise par l'acide chlorhydrique; l' α naphtol, beaucoup moins soluble que son isomère, se dépose le premier; on les purifie l'un et l'autre par entraînement à l'aide de la vapeur d'eau ou par cristallisation.

Les naphtols servent à la préparation de nombreux dérivés diazoïques orangés et rouge ponceau (voir plus loin *Couleurs azoïques*); le dérivé α est également employé dans la fabrication du *dinitronaphtol*, *jaune de Martius*, *jaune d'or* ou *jaune de Manchester*, qui ont une certaine importance.

Dinitronaphtol. — MM. Griess et Martius ont préparé ce corps par l'action du nitrite de soude sur le chlorhydrate de naphtylamine; on obtient ainsi le chlorure de diazoamidonaphtaline que l'acide nitrique transforme à l'ébullition en dinitronaphtol avec dégagement d'azote.

Aujourd'hui on emploie généralement l'action à 100 degrés sur le naphtol α d'un mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique (MM. Wichelhaus et Darmstaedter); on précipite par l'eau, et on purifie par transformation en sel ammoniacal.

Le dinitronaphtol est une belle matière colorante jaune qu'on emploie surtout pour la teinture de la soie et de la laine; mais il présente le grave inconvénient de *rappliquer* après teinture et aussi, malheureusement, d'être explosible.

3. Naphtylamine.

Cet alcaloïde sert à la préparation du rose de Magdala et du jaune d'or; les indiens l'utilisent en quantité considérable pour développer directement sur coton des couleurs brunes et grises, remarquables par leur solidité.

On obtient la naphtylamine par un procédé analogue à celui qui est usité dans la fabrication de l'aniline.

MM. Durand et Huguenin (de Bâle), qui sont les principaux producteurs de cette matière première, en fabriquent annuellement plus de 30,000 kilogrammes.

MATIÈRES COLORANTES DÉRIVÉES DE L'ACIDE PHTALIQUE.

M. Baeyer découvrit en 1871 une nouvelle classe de matières colorantes auxquelles il a donné le nom de *phtaléines* ; elles sont obtenues par l'action de l'acide phtalique sur les phénols mono ou polyatomiques (acide phénique, résorcine, acide pyrogallique, etc.). Peu d'années après, en 1875, M. Caro observa qu'en faisant réagir le brome sur la phtaléine de la résorcine, on obtenait une magnifique matière colorante rouge, à laquelle il donna le nom d'*éosine*. Ce corps peut donner naissance, par substitution, à d'autres substances employées actuellement dans la teinture et qui possèdent toutes une pureté de nuance et un éclat qui n'avaient pas été atteints jusqu'alors. La découverte de M. Baeyer a donc été la source d'une série de couleurs dont le nombre, déjà considérable, est pour ainsi dire illimité, car chacune d'elles peut, à son tour, subir des modifications de diverses natures ; l'illustre chimiste allemand a créé ainsi une industrie nouvelle qui a rendu des services importants à la teinture, à l'impression et à la fabrication des laques usitées pour la peinture, la lithographie et les papiers peints.

Nous ne décrivons ici que les principaux produits qui ont figuré à l'exposition, en laissant de côté les corps qui n'ont reçu aucune application industrielle.

1. Phtaléine pyrogallique.

M. Baeyer découvrit cette matière colorante en 1871, mais elle ne fut l'objet d'une fabrication industrielle que trois ans après ; c'est à MM. Durand et Huguenin (de Bâle) qu'on est redevable de cette application.

L'exposition de ces intelligents manufacturiers, qui présentait de nombreux et très beaux produits de tous genres, est digne d'être signalée, non seulement à cause du soin qu'ils portent à leur fabrication, mais encore pour une cause particulière qui leur fait honneur ; quoique établis en Suisse, ils ont tenu à respecter les découvertes brevetées par d'autres inventeurs, et ils n'exploitent que celles qu'ils font eux-mêmes ou qui sont dans le domaine public. Le jury leur rend publiquement cet hommage.

La *phtaléine pyrogallique* ou *galléine* est préparée par la réaction de l'acide phtalique sur le double de son poids d'acide pyrogallique, ou mieux, sur l'acide gallique lui-même, entre 190 et 200 degrés ; le produit, lavé pour en extraire les matières non transformées, est dissous dans le carbonate de soude et reprecipité par un acide. La galléine donne en teinture et en impression des nuances d'un beau gris violet dont la solidité est comparable à celle de la garance ou de l'indigo. Les plus belles teintes sur coton sont obtenues en fixant la couleur à l'aide de l'acétate de chrome, ainsi que l'a montré M. Horace Kœchlin, et en préparant le tissu au sulfoléate d'ammoniaque.

La galléine a pour composition $C^{20} H^{12} O_7$; elle dérive de deux molécules de pyro-

gallol $C^6H^6O^3$ et d'une molécule d'acide phtalique $C^8H^4O^3$, avec élimination de deux molécules d'eau.

La *galléine*, traitée à 200 degrés par un grand excès d'acide sulfurique, est transformée en nouvelle matière colorante, à laquelle M. Baeyer a donné le nom de *céruléine*. Elle est très peu soluble dans l'eau, mais soluble dans les alcalis, avec une belle couleur verte. Sa composition est représentée par la formule $C^{20}H^{10}O^6$.

Elle possède la propriété de se réduire comme l'indigo, et de se réoxyder à l'air en reprenant sa couleur primitive ; on peut profiter de cette réaction pour la teinture, et on obtient ainsi des nuances vertes d'une solidité exceptionnelle.

La résistance de la *céruléine* à la lumière et aux agents chimiques est digne de fixer l'attention ; elle réserve sans doute, à cette matière colorante, un rôle important dans la teinture du drap et du coton.

M. Horace Kœchlin recommande d'ajouter à la *céruléine*, pour son emploi en impression, un corps réducteur comme le bisulfite de soude ; pour l'application sur coton, il mêle de plus, à cette substance, de l'acétate de chrome.

2. *Phtaléine résorcique.*

On l'obtient par l'action de l'anhydride phtalique sur la résorcine ; ce dernier corps, dont la préparation passait pour difficile il y a peu d'années, est aujourd'hui fabriqué sur une grande échelle ; il est l'un des exemples les plus curieux de l'habileté avec laquelle l'industrie sait appliquer économiquement les procédés scientifiques, lorsque le besoin s'en fait sentir ; il y a cinq ou six ans, la résorcine, fabriquée exclusivement pour les laboratoires de chimie, se vendait plus de 1,000 francs le kilogramme : elle ne vaut plus aujourd'hui que de 18 à 20 francs.

Fabrication de la résorcine. — Les procédés indiqués naguère par MM. Hlasiwetz et Barth pour la préparation de la résorcine au moyen de la résine de galbanum ou par le paraïodophénol (M. Körner) sont abandonnés ; il en est de même du procédé de MM. Oppenheim et Vogt qui décomposaient par la potasse le dérivé sulfoconjugué de la benzine monochlorée, et des procédés de M. Noelting par le parachlorophénol ou le monophénylsulfite de soude. On emploie en général, comme point de départ de la fabrication de la résorcine, le phénylène disulfite de sodium préparé pour la première fois par MM. Hofmann et Buckton et que M. Ross-Garrick a démontré en 1870 pouvoir produire de la résorcine par l'action de la potasse en fusion.

On transforme la benzine en acide phénylène-disulfureux en l'attaquant par l'acide sulfurique fumant ou 66 degrés premier blanc, dans un appareil à reflux ; généralement on opère la réaction en deux temps, en ne combinant tout d'abord la benzine qu'à moitié de l'acide nécessaire pour opérer la transformation totale ; quand cette première phase est terminée, on ajoute le reste de l'acide sulfurique, et on continue à chauffer de 200 à 220 degrés environ. Le mélange acide est neutralisé par la chaux :

après filtration, on transforme le sel de chaux en sel alcalin et on fond avec la potasse ou la soude ; lorsque la réaction est terminée, on dissout dans l'eau, on neutralise par un acide, et on extrait la résorcine de sa dissolution aqueuse par l'éther ou l'alcool amylique ; une cristallisation dans le toluène et dans l'eau fournit le produit dans un état de pureté absolue. On obtient par ce procédé un rendement presque théorique.

Plus récemment, on a observé que la résorcine se forme également par la fusion du phénate de soude avec la soude caustique : cette nouvelle méthode peu étudiée encore ne fournit que 15 pour 100 de rendement théorique.

Fluorescéine. — On prépare cette remarquable substance en chauffant à 195-200 degrés une molécule d'anhydride phtalique et deux molécules de résorcine sèche ; lorsque la masse est devenue sèche, on l'épuise par l'eau bouillante, et on purifie le résidu qui constitue la fluorescéine impure en le transformant en dérivé acétique, d'où le corps pur est extrait par la potasse alcoolique ; enfin, la solution potassique est précipitée par l'acide acétique (M. Fischer). Elle renferme $C^{20}H^{12}O^5$.

La fluorescéine doit son nom à la magnifique fluorescence verte que possèdent ses solutions alcalines ; cette réaction est caractéristique, et elle a une intensité telle que 1 gramme de cette matière colore d'une façon indiscutable 20 mètres cubes d'eau ; M. Durand a utilisé cette propriété curieuse dans les recherches hydrographiques, et il l'a appliquée d'une façon ingénieuse dans une contestation qui s'est élevée en 1877 au sujet d'un droit de propriété sur l'eau de la rivière l'Aach.

La fluorescéine est peu employée dans la teinture et l'impression ; cependant on l'applique à l'état de combinaison potassique pour la coloration des fleurs artificielles en jaune. Elle fournit par substitution de nombreuses et superbes couleurs.

Eosine (de $\epsilon\omega\varsigma$, aurore) ou fluorescéine tétrabromée. — Cette admirable couleur fut découverte en 1875 par M. Caro et exploitée par la *Badische Anilin und soda Fabrik* de Mannheim, qui la livra au prix de 1,000 francs le kilogramme.

MM. Durand et Huguenin améliorèrent notablement sa préparation et livrèrent rapidement à l'industrie des produits d'une pureté absolue à des prix relativement bas.

M. Hofmann publia, peu de temps après l'apparition de l'éosine, un travail sur sa composition et son mode de préparation, et cette publication fut, de la part de M. Beyer, à qui revient le mérite d'avoir découvert cette série de couleurs, l'objet d'une réclamation de priorité qui établit incontestablement ses droits d'inventeur.

On obtient l'éosine en ajoutant quatre atomes de brome à une molécule de fluorescéine dissoute dans l'alcool ou l'acide acétique ; il faut éviter l'élévation de la température et cependant opérer assez vite pour éviter le dépôt de la dibromofluorescéine qui échapperait à une bromuration ultérieure. L'éosine se dépose en cristaux jaune-rouge qu'on purifie par une dissolution dans la potasse et précipitation au moyen d'un acide ; elle présente la composition suivante : $C^{20}H^8Br^4O^5$.

La matière colorante livrée au commerce est l'éosinate de soude ou de potasse,

qui est très soluble dans l'eau, tandis que l'éosine elle-même y est insoluble ; elle est utilisée pour la teinture de la soie et du coton auxquels elle communique une nuance d'un rose aurore de toute beauté ; elle sert plus rarement pour la teinture de la laine, à cause du manque d'unisson qu'elle accuse presque toujours. On l'emploie également pour la coloration du papier et la fabrication des laques qui se préparent très simplement, un grand nombre d'éosinates étant insolubles dans l'eau.

L'éosine se vend couramment aux environs de 30 francs le kilogramme.

Cette matière colorante peut fournir par substitution un grand nombre de dérivés ; nous citerons les principaux.

L'éthyl... ou la méthyltétrabromofluorescéine, connue aussi sous les noms d'érythrosine, de primerose, etc., est le dérivé alcoolique de l'éosine ; M. Baeyer indique pour sa préparation le procédé suivant : on chauffe à 140-150 degrés l'éosinate de potasse, dissous dans 15 fois son poids d'alcool, avec une quantité équivalente de sulfovinate ou de sulfométhylate de potasse ; par refroidissement, l'érythrosine se dépose à l'état cristallisé ; on l'obtient aussi par l'action du sulfate de méthyle sur l'éosine (M. Bindschedler).

C'est une couleur un peu plus violette que l'éosine ; en solution, elle est d'un beau rose avec fluorescence verte.

La dibromodinitrofluorescéine [éosine nitrée, lutécienne (M. Poirrier), safrosine (M. Bindschedler), hortensia (M. Monnet)], a été présentée à l'industrie pour la première fois au mois d'août 1876, par M. Poirrier, qui en avait monté la fabrication d'après les indications de MM. Vogt, de Lalande et Henninger. D'après le professeur Baeyer, on la prépare en traitant la dibromofluorescéine par l'acide nitrique fumant ou la dinitrofluorescéine par le brome, ou enfin par l'action du brome sur la solution acétique bouillante de la tétranitrofluorescéine ; on l'obtient également en traitant directement la fluorescéine par le brome et l'acide nitrique.

La lutécienne est très employée pour la teinture de la laine, à laquelle elle communique des nuances écarlates aussi vives, aussi pures et plus économiques que celles de la cochenille ; cette matière colorante paraissait destinée à un grand avenir, quand la découverte des couleurs azoïques rouges (roccelline) et ponceau a mis entre les mains des teinturiers des produits encore plus avantageux.

Les dérivés iodés de la fluorescéine sont des couleurs extrêmement belles, mais elles sont d'une instabilité telle qu'on a dû, croyons-nous, renoncer à leur emploi ; ils ont été découverts en 1875 par M. Nölting et sont fabriqués par M. Monnet qui s'est assuré la collaboration de ce chimiste distingué.

Le sel de soude du dérivé biiodé est connu sous le nom de *jaune d'Orient* ou de *pyrosine J*. Le *ponceau d'Orient* est un mélange des dérivés bi... et tétraiodés ; enfin la pyrosine R est le sel de soude du dérivé tétraiodé à l'état de pureté ; elle fournit une nuance rose (MM. Bindschedler et Busch).

On connaît également les dérivés alcooliques des fluorescéines iodées : la *mandarine* à l'*alcool* est l'éther méthylique du jaune d'Orient (M. Nölting).

La *chrysoline* est une matière colorante jaune, dont la nuance se rapproche de celle de curcuma et qui est très résistante à l'action de la lumière; elle a été découverte en 1877 par M. Reverdin, chimiste de la maison Monnet. Il la prépare en chauffant à 130-140 degrés un mélange d'acide sulfurique et d'acide phtalique ordinaire, de manière à obtenir l'acide phtalique anhydre; on introduit ensuite dans la masse un mélange de résorcine, d'acide sulfurique et de chlorure de benzyle, et on chauffe légèrement; lorsqu'il ne se dégage plus d'acide chlorhydrique, on pousse la température à 135-145 degrés. Après refroidissement, on dissout dans la soude caustique, on filtre et on précipite par un acide; le produit est repris par le carbonate de soude et évaporé à sec.

La chrysoline fournit des dérivés bromés, iodés et nitrés qui sont tous de belles matières colorantes,

La réaction du chlorure de benzyle sur la résorcine et la préparation de la phtaléine de la benzylrésorcine avaient été indiquées dès 1876 par MM. Ed. Willm, G. Bouchardat et Ch. Girard, mais ils n'ont pas décrit la matière colorante indiquée par M. Reverdin, qui revendique d'ailleurs la fabrication de la chrysoline par le procédé que nous avons signalé plus haut.

Auréosine, rubéosine (acides auréosique et rubéosique). — MM. Ed. Willm, G. Bouchardat et Ch. Girard ont fait breveter en 1876, sous ces différents noms, une série de couleurs obtenues par eux en traitant la fluorescéine par l'hypochlorite ou l'hypobromite de soude (auréosine); l'auréosine chauffée avec l'acide nitrique étendu se transforme en couleur écarlate (rubéosine). Ils ont remplacé ultérieurement les hypochlorites ou hypobromites par un mélange d'un bromate ou d'un bromure alcalin, en présence d'acide acétique; ils développent ainsi du brome et se trouvent dès lors dans les conditions de la formation de l'éosine.

Les mêmes chimistes ont préparé les phtaléines de la méthylrésorcine, de l'éthylrésorcine et, ainsi que nous l'avons dit plus haut, de la benzylrésorcine.

Une fort belle exposition de tous ces produits figurait dans la vitrine de M. Casthelaz, qui en a entrepris la fabrication. Aucune étude scientifique n'a été publiée sur les faits indiqués par les auteurs précités; il est donc impossible de savoir si les matières colorantes signalées par eux sont des corps définis ou de simples mélanges de fluorescéines plus ou moins chlorées ou bromées.

Rose bengale, phloxine, cyanosine. — Ces couleurs sont fabriquées par M. Monnet; elles ont été découvertes par M. Nölting, en 1876.

Le rose bengale et la phloxine sont les dérivés iodés et bromés d'une fluorescéine nouvelle, différente de la fluorescéine phtalique ordinaire; ils sont solubles dans l'eau et donnent en teinture des nuances rose et cerise d'une admirable pureté,

avec un ton violacé que ne fournit aucune autre couleur de la même famille.

La cyanosine est le dérivé méthylé de la phloxine, qui est soluble dans l'alcool et donne également en teinture des couleurs de toute beauté.

Les matières colorantes dont nous venons d'esquisser l'histoire s'appliquent en général sur la laine, la soie et le coton ; elles sont plus particulièrement employées sur ces deux dernières fibres ; pour la teinture du coton, il est bon de mordancer à l'alun saturé et au sulfoléate d'ammoniaque.

CHAPITRE V.

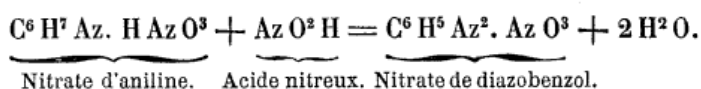
MATIÈRES COLORANTES DÉRIVÉES DES CORPS AZOÏQUES.

L'importance prise par ces matières colorantes dans ces dernières années nous oblige à donner quelques détails théoriques sur la constitution de ces corps complexes, dont le mode de préparation serait autrement incompréhensible pour le lecteur.

On désigne sous les noms de *corps azoïques* et *diazoïques* des composés amidés dans lesquels l'hydrogène est remplacé partiellement par de l'azote. Cette substitution a lieu sous l'influence de l'acide nitreux.

L'emploi de cet acide dans les réactions chimiques a été indiqué il y a longtemps ; mais l'étude du rôle qu'il joue et l'examen des corps innombrables et si variés que l'on peut obtenir à son aide dans la série aromatique sont dus à M. Peter Griess ; ce savant illustre a publié le résultat de ses recherches dans une série de mémoires devenus classiques.

Lorsqu'on fait réagir l'acide nitreux sur le nitrate d'aniline en bouillie aqueuse à une basse température, on obtient de longues aiguilles blanches d'un corps explosif, qui constituent le nitrate de diazobenzol :

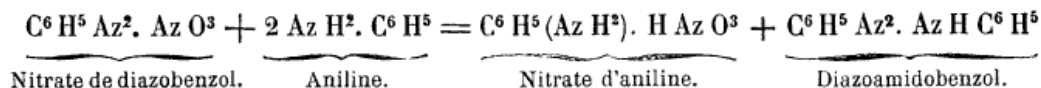


On crut, à l'origine, que le diazobenzol pouvait exister à l'état de liberté, et on lui donna pour composition $\text{C}^6\text{H}^4\text{Az}^2$; mais l'expérience démontra que ce corps n'existe pas et les considérations théoriques développées par M. Kékulé firent admettre plus tard la formule $\text{C}^6\text{H}^5\text{Az}^2$. R. (R représentant un radical monoatomique.)

Si l'on compare cette formule à celle de l'aniline, on voit que l'azote s'est substitué à l'hydrogène de l'amidogène AzH^2 .

Le nitrate de diazobenzol est le dernier terme de la réaction de l'acide nitreux sur l'aniline ; mais si l'on examine le produit obtenu lorsque l'aniline est incomplètement transformée, on voit que le diazobenzol s'est combiné à l'aniline, en présence de

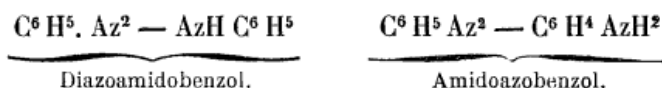
laquelle il se trouve, en formant un corps jaune orangé auquel on a donné le nom de *diazoamidobenzol*. Voici l'équation qui rend compte de cette réaction :



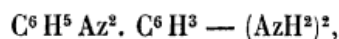
On sait d'autre part que les transformations isomériques sont fréquentes dans ces substances complexes; pour n'en citer qu'un exemple, la méthylaniline peut se transformer en toluidine :



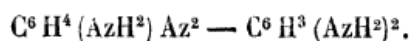
Une transformation du même ordre a lieu lorsque le diazoamidobenzol se trouve en présence d'un sel d'aniline; il passe alors à l'état d'*amidoazobenzol* :



L'amidoazobenzol est une matière colorante, et nous étudierons ses réactions dans un instant; mais il convient encore de montrer immédiatement qu'en remplaçant un atome d'hydrogène de $\text{C}^6\text{H}^4\text{AzH}^2$ par l'amidogène AzH^2 on peut concevoir un corps de la composition :



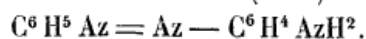
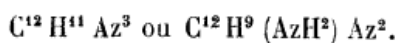
et qu'en faisant le même remplacement dans $\text{C}^6\text{H}^5\text{Az}^2$ on peut obtenir un troisième corps de la composition



Ces deux corps sont : le premier, la chrysoïdine; le second, le brun Bismark.

Nous allons examiner ces matières colorantes que nous avons classées d'après ces indications théoriques, et nous grouperons autour de chacune d'elles les corps qui s'y rattachent par leur origine et leur constitution.

1. AMIDOAZOBENZOL OU AZODIPHÉNYLDIAMINE.



(MM. Griess, Caro, Martius).

Ce corps, connu à l'origine sous le nom de *jaune d'aniline*, se produit dans diverses

réactions chimiques ; mais son mode de préparation le plus simple consiste dans l'action de l'acide azoteux sur l'aniline.

Comme nous l'avons dit plus haut, lorsqu'on traite l'aniline par l'acide azoteux, le diazobenzol formé se combine avec l'aniline en excès pour donner naissance au diazoamidobenzol ; ce dernier corps se transforme en son isomère l'amidoazobenzol lorsqu'il est en contact avec l'aniline (M. Kékulé).

On obtient avec l'orthotoluidine des corps analogues (M. Nietzky) ; leur préparation et leur purification sont beaucoup plus faciles que celles des dérivés correspondant à l'aniline.

L'amidoazobenzol lui-même n'a pas trouvé d'emploi dans la teinture, mais plusieurs de ses dérivés y jouent un rôle des plus importants.

Nous réunissons plus loin, dans un même chapitre, l'examen des corps sulfoconjugués obtenus avec les corps azoïques : nous ne parlerons ici que des *indulines* et des *safranines*.

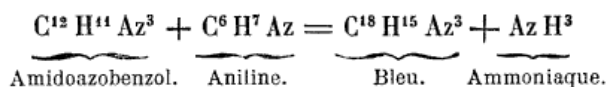
Ces deux séries de couleurs se forment dans des conditions analogues, c'est-à-dire par l'action des chlorhydrates des amines aromatiques sur les corps amidoazoïques.

Lorsqu'une molécule de l'un réagit sur une molécule de l'autre avec élimination d'une molécule de sel ammoniac, on obtient un corps de la classe des indulines.

Lorsqu'il y a simple élimination d'hydrogène, on obtient une safranine (M. Witt).

Indulines.

Bleu d'azodiphényle. — MM. Marius et Griess ont montré, en 1866, qu'en chauffant l'amidoazobenzol avec de l'aniline on obtient une matière colorante bleue, qui fut, en 1870, l'objet d'une étude spéciale de la part de MM. Hofmann et Geyger. Ces savants l'ont préparée en chauffant à 160 degrés en vase clos parties égales d'amidoazobenzol et de chlorhydrate d'aniline ; ils ont constaté que le bleu se produit d'après une réaction analogue à celle qui donne naissance au rouge de Magdala. Les deux corps se combinent avec élimination d'ammoniaque.



On peut remplacer l'aniline par une autre amine, et le corps azoïque par un de ses congénères, et l'on obtient ainsi toute une série de matières colorantes qui ont pris, dans ces dernières années, une importance assez grande. M. Witt, qui s'est spécialement occupé de l'étude de ces corps, leur donne le nom générique d'*indulines*.

Le bleu d'azodiphényle est insoluble dans l'eau, mais il forme des combinaisons sulfoconjuguées solubles dans l'eau, et que l'on emploie en grandes quantités pour la teinture de la soie et de la laine ; il est très solide à la lumière et peut remplacer l'indigo dans certains de ses emplois.

MM. Williams, Thomas et Dover, qui sont les principaux fabricants de ce produit, le livrent au prix de 12 à 13 francs le kilogramme.

M. Casthelaz fabrique également ce bleu, auquel il a donné le nom de *bleu marin de Crumpsall*.

Nous rapprochons du bleu d'azodiphényle le rouge de Magdala qui appartient à la même série.

Rouge de Magdala. — Signalée naguère par MM. Scheurer-Kestner et Richard, cette matière colorante a été réellement découverte par M. Schiendl (de Vienne); elle est fabriquée par MM. Durand et Huguenin.

C'est une couleur d'un rose vif avec des reflets dichroïques particuliers; son emploi, limité à la teinture de la soie, ne paraît plus très important.

La composition du rose de Magdala a été déterminée, en 1869, par M. Hoffmann qui lui attribue la formule $C^{30}H^{24}Az^3$.

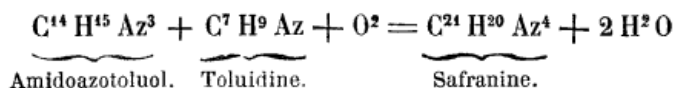
On l'obtient par la réaction de l'azodinaphtyldiamine sur un sel de naphtylamine; nous n'avons aucun détail nouveau à signaler sur cette fabrication, qui a été décrite en détail dans le rapport de M. Wurtz.

Safranine.

Cette matière colorante, entrevue par M. E. Willm, a été préparée industriellement pour la première fois par M. Perkin; elle est actuellement livrée par tous les fabricants de couleurs artificielles; elle est exploitée largement par MM. Durand et Huguenin, qui l'ont produite les premiers dans des conditions de bon marché et de pureté avantageuses.

Son mode de préparation paraît avoir subi des modifications importantes; on sait qu'à l'origine on traitait par le nitrite de potasse, en présence d'acide chlorhydrique, le mélange d'aniline et d'orthotoluidine, connu sous le nom d'*échappées*, qui distille dans la fabrication de la fuchsine; l'action de l'acide nitreux détermine la formation d'un dérivé azoïque (amidoazotoluol), qu'on oxydait par l'acide arsénique ou le bichromate de potasse après l'avoir chauffé à 100 degrés avec un excès d'aniline; lorsque la réaction était jugée complète (ce qu'on apprécie par la nuance violet rouge que doit prendre le produit dissous dans l'alcool), on épuisait par l'eau bouillante et, après saturation par la chaux, on filtrait et on précipitait par le sel marin.

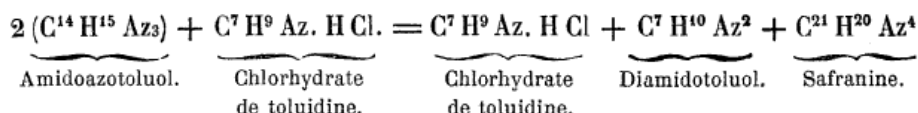
La composition de la safranine, déterminée par MM. Hoffmann et Geyger, est représentée par la formule $C^{21}H^{20}Az^4$; son mode de formation, par le procédé précédent, était expliqué par la réaction suivante :



M. Witt a constaté en 1877 que l'intervention d'un agent oxydant n'est pas néces-

saire dans la génération de la safranine; il suffit, en effet, de chauffer entre 150 et 200 degrés de l'orthoamidoazotoluol avec du chlorhydrate d'orthotoluidine pour obtenir un abondant rendement de safranine.

La réaction est exprimée par la formule brute suivante :



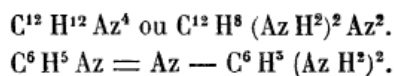
Cette interprétation paraît d'autant plus vraisemblable que l'auteur a constaté la présence du diamidotoluol, et qu'il a en même temps observé qu'une très petite quantité de chlorhydrate de toluidine est suffisante dans la réaction; la régénération incessante de ce sel dans sa formule rend compte de ce dernier fait.

Un autre point a été élucidé dans ces dernières années; il avait été admis d'après divers auteurs, que la safranine ne peut être obtenue qu'avec l'orthotoluidine; des expériences plus récentes ont montré qu'il existe, comme dans toutes les autres séries de matières colorantes artificielles, des homologues et des isomères de la safranine; on peut obtenir des safranines avec la paratoluidine; on en obtient également avec l'aniline (phénosafranine de MM. Williams, Thomas et Dover).

La safranine, qui a eu à son origine un très grand succès, a souffert de l'apparition des phtaléines; elle n'est plus guère employée sur soie, mais la teinture du coton en consomme encore passablement; elle donne en teinture des nuances très pures allant du rose au rouge un peu écarlate; la safranine obtenue avec la paratoluidine donne des nuances plus jaunes; la phénosafranine, au contraire, produit des tons plus violacés et qui sont très recherchés.

Cette matière colorante, qui à l'origine se vendait à des prix extrêmement élevés, ne vaut plus aujourd'hui, à l'état pur, que 35 à 40 fr. le kilogramme.

2. DIAMIDOAZOBENZOL (CHRYZOÏDINE).



Cette matière colorante a été obtenue pour la première fois par M. Caro, au mois de décembre 1875; presque à la même époque, en janvier 1876, M. O. Witt la prépara par un autre procédé et en monta la fabrication chez MM. Williams, Thomas et Dover.

Le 29 janvier 1877, M. Hofmann communiqua à la Société chimique de Berlin un travail qu'il avait entrepris sur le produit de ces Messieurs, et il fit connaître, à la fois, sa composition, ses propriétés et son mode d'obtention. Cette publication provoqua de

la part de M. Witt, à la date du 15 février, une réclamation qui fut, peu après (31 mars 1877), suivie d'un mémoire complet de ce savant.

La chrysoïdine peut être obtenue par l'action de la phénylène-diamine sur le diazoamidobenzol (Caro), ou par l'action des sels de diazobenzol à 1/100 sur la phénylène-diamine à 10/100 (Witt) ; le précipité est redissous dans l'eau bouillante, et la base séparée par l'ammoniaque est purifiée par cristallisation dans l'alcool ou l'eau.

M. Hofmann recommande le procédé suivant : on fait passer un courant d'acide nitreux dans une solution alcoolique d'aniline, jusqu'à ce que les cristaux de diazoamidobenzol se soient redissous ; à ce moment, on ajoute la phénylène-diamine qui provoque immédiatement une coloration rouge intense ; si la liqueur est suffisamment concentrée, le nitrate de chrysoïdine ne tarde pas à se déposer à l'état cristallisé.

La chrysoïdine se dépose de ses dissolutions en octaèdres volumineux d'un noir brillant ; lorsque le refroidissement est rapide, le liquide se prend souvent en une masse gélatineuse d'aiguilles microscopiques.

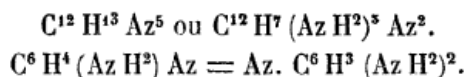
C'est une matière colorante jaune orange d'une très grande intensité. Ses sels diazides sont rouges.

Elle forme aisément des combinaisons alcooliques (diméthyl... dibenzylchrysoïdine) ; par l'action des amines, elle fournit des corps violets ou bleus analogues à ceux que l'on obtient dans les mêmes conditions sur l'amidoazobenzol (indulines) ; avec l'acide sulfurique concentré, elle produit des combinaisons sulfoconjuguées.

On comprend qu'en remplaçant la phénylène-diamine par d'autres diamines, ou l'aniline par d'autres amines, on puisse obtenir une série de nouvelles matières, qui, à leur tour, méthylées ou phénylées engendreront d'autres couleurs ; la liste peut en être considérable, et il est vraisemblable que, dans le nombre, il s'en trouvera d'intéressantes au point de vue industriel. L'étude de toutes ces réactions a été commencée depuis 1876 par MM. Witt, Griess et Caro.

La chrysoïdine est employée principalement pour la teinture du coton, auquel elle communique une belle teinte orangée.

3. TRIAMIDOAZOBENZOL (BRUN DE PHÉNYLÈNE-DIAMINE OU BRUN BISMARCK).



Cette matière colorante a été découverte par MM. Caro et Griess, il y a une dizaine d'années ; on l'obtient par l'action du nitrite de potasse sur la β phénylène-diamine ; pour préparer cette diamine, on avait recours à l'origine à l'action de l'étain et de l'acide chlorhydrique sur la dinitrobenzine. Aujourd'hui on la prépare par le zinc ou mieux par le fer et l'acide chlorhydrique ; quand la réaction est terminée, on neutralise et on épuise par l'eau bouillante ; la liqueur rendue fortement acide est additionnée de nitrite ; le brun obtenu est purifié par les méthodes habituelles.

Le brun de phénylène-diamine est employé dans une large mesure pour la teinture de la soie et surtout du coton, auquel il communique des tons très riches et très fournis.

Les principaux producteurs de cette matière colorante sont MM. Williams, Thomas et Dover, qui consomment annuellement 45,000 kilogrammes de dinitrobenzol pour sa préparation.

4. Diverses autres matières colorantes azoïques figuraient à l'Exposition : nous n'en dirons que peu de mots.

Le *jaune de benzyle* et le *jaune en pâte* sont préparés par MM. Gerber et Uhlmann par l'action de l'acide nitrique, de l'acide azoteux et du chlorure de benzyle sur la diphénylamine ; ils teignent la soie, la laine et le coton en très beau jaune pur, résistant à la lumière et aux acides.

M. Otto Witt a exposé ses *nitrosamines aromatiques*, qui ont été de la part de ce chimiste distingué l'objet d'une étude approfondie :

La *diphénylnitrosamine* est obtenue par l'action d'un nitrite métallique sur le chlorhydrate de diphénylamine ;

La *mononitrodiphénylnitrosamine*, par l'action des acides nitreux et nitriques sur la diphénylamine en solution alcoolique ;

La *mononitrodiphénylamine*, dérivée du corps précédent, par l'action de la potasse caustique ;

Les *dinitrodiphénylnitrosamines* et *dinitrodiphénylamines* qu'on obtient par des procédés analogues, en faisant réagir les acides nitreux et nitriques sur la diphénylamine en solution acétique pour les premiers, et en les décomposant par la potasse caustique pour les seconds. Le mélange de la nitro... et de la dinitrophénylamine a été présenté dans l'industrie sous le nom de *citronine*.

Il est impossible de donner aujourd'hui une appréciation sur l'importance que pourront prendre ces différents produits, mais il est probable que leur rôle sera extrêmement restreint.

5. DÉRIVÉS SULFOCONJUGUÉS DES COULEURS AZOÏQUES.

L'industrie s'est enrichie depuis 1875 d'une nouvelle série de matières colorantes constituées par les dérivés sulfoconjugués des corps azoïques, seuls ou combinés avec les amines et les phénols. La beauté de ces matières, leur solidité, leur bon marché sont tels qu'elles ont conquis, en peu de temps, une importance de premier ordre ; c'est par millions de francs que se chiffre aujourd'hui la production de ces couleurs.

Le mérite de cette découverte revient à M. Z. Roussin, qui a établi ses droits dans une série de plis cachetés déposés à l'Académie des sciences du 6 juin 1875 au 22 mars 1876. Comme nous le verrons plus loin, M. Roussin a été suivi de très près par d'autres savants, et cela n'a rien de surprenant.

Tous les faits sur lesquels la fabrication de ces matières colorantes repose sont effectivement connus depuis longtemps ; les travaux mémorables de M. Griess, auquel revient incontestablement l'honneur d'avoir découvert et étudié les corps azoïques, avaient appelé à maintes reprises l'attention des chimistes industriels ; aucun d'entre eux n'a négligé de tenter avec eux de nombreuses expériences dans le but d'obtenir quelque substance utilisable pour la teinture, et dans plusieurs cas, comme nous l'avons exposé plus haut, leurs tentatives ont abouti.

La possibilité d'obtenir des corps diazoïques sulfoconjugués a été démontrée, en 1861, par M. R. Schmitt, qui prépara l'acide diazophénylsulfurique.

Enfin la propriété des corps diazoïques de pouvoir se combiner aux phénols a été constatée d'abord par M. Griess, puis en 1870 par MM. Hofmann et Colmann Hiedeg, qui obtinrent le phénoldiazobenzol en faisant réagir le nitrate de diazobenzol sur le phénate de potassium.

On comprend que, dans un champ ainsi préparé, la moisson ait été abondante et qu'elle ait été entreprise de divers côtés à la fois.

La première matière colorante fabriquée dans cette voie, à notre connaissance (le rouge Amélie), a été découverte, en 1875, par M. Roussin, qui s'entendit avec M. Poirrier pour l'exploitation de ses procédés. Très rapidement, l'usine de cet intelligent manufacturier, dont le nom revient si souvent au cours de ce rapport, fut en mesure de livrer ce produit et plusieurs autres analogues, parmi lesquels nous citerons notamment le *jaune de Philadelphie*, qui figura à l'Exposition de 1876.

Le 18 avril 1876, M. Griess publia un travail très important sur le phénol-bidiazobenzol et ses congénères ; dans ce mémoire, il indique les réactions des corps diazoïques sulfoconjugués.

Un mois avant cette publication, M. Roussin avait déposé à l'Académie des sciences un pli dont il a bien voulu nous communiquer la copie, et qui renferme la description de tout un ensemble de réactions ayant trait au même sujet : peu de mois après (novembre 1876), M. Poirrier livra ses *orangés 1 et 2*.

Pendant que ces recherches étaient ainsi simultanément poursuivies, M. Otto Witt continuait ses travaux de son côté, et, au mois d'octobre 1876, il produisit son premier échantillon de jaune. MM. Williams, Thomas et Dover, à l'honorable maison desquels M. Witt est attaché, exploitèrent ses procédés et livrèrent rapidement au commerce leurs *tropéolines*, qui parurent quelques mois après les orangés de M. Poirrier.

En février et septembre 1877, parurent la chrysoïne et l'orangé de M. Poirrier.

Ces dates précises nous paraissent démontrer sans doute possible que c'est à M. Roussin que revient le mérite d'avoir découvert les matières colorantes diazoïques sulfoconjuguées, et que c'est à M. Poirrier que revient le mérite de les avoir le premier produites industriellement.

L'apparition de toutes ces riches couleurs, dont l'importance ne fut douteuse pour personne dès le premier moment, ne pouvait manquer d'attirer l'attention des hommes

de science qui suivent le progrès de nos industries. Aussi, dès le mois de juillet 1877, M. Hofmann publiait le résultat de ses recherches sur les matières colorantes de MM. Roussin et Poirrier, et faisait connaître leur mode de préparation.

Enfin tout récemment, le 9 décembre 1878, M. Griess donna, dans un mémoire considérable, la composition et le mode de préparation de toute une série de ces corps.

L'intérêt qui s'attache à ces nouvelles couleurs provient de ce qu'elles remplacent diverses matières colorantes végétales employées en immenses quantités dans la teinture, tout en présentant sur ces matières des avantages incontestables de bon marché, de solidité et même de beauté.

Nous ne pourrions entrer dans le détail de la préparation de chacun de ces produits, sans dépasser la limite que comporte ce rapport; nous indiquerons d'une façon générale le procédé qui sert à les obtenir.

Comme nous l'avons dit, ces nouvelles matières colorantes résultent de l'action d'un corps diazoïque sulfoconjugué sur les amines et les phénols.

La réaction est des plus nettes et des plus simples : on prépare le dérivé sulfoconjugué par une des méthodes connues; on le transforme en corps diazoïque par l'action de l'acide nitreux, et on ajoute à la solution une autre solution froide et diluée du phénol ou de l'amine qu'on veut faire intervenir. Immédiatement, il se forme un précipité qui constitue la nouvelle matière colorante.

On peut, naturellement, intervertir l'ordre des réactions : ainsi, on peut mettre le dérivé diazoïque en présence de phénol et d'amine sulfoconjuguée ou bien ne faire intervenir l'acide sulfurique qu'à la fin et le faire réagir sur la combinaison du corps diazoïque et du phénol.

Il est bon cependant d'observer que la théorie permet de prévoir que les corps obtenus par ces trois méthodes seront non pas identiques, mais isomériques, et de fait l'expérience a prouvé qu'il en est ainsi.

Le nombre des matières colorantes obtenues par ces réactions est déjà considérable; il est évident qu'on en trouvera beaucoup d'autres. Il suffit de se rappeler que les carbures du goudron sont nombreux, et qu'il existe plusieurs séries de phénols et d'amines, pour voir qu'en faisant intervenir alternativement l'un ou l'autre de ces corps, on produira une quantité inouïe de substances nouvelles. Chacune d'elles, à son tour, sera apte sans doute à fournir d'autres dérivés si on lui applique les méthodes de substitution usitées.

Les produits exposés par M. Poirrier portent le nom d'*orangés* : ceux de MM. Williams, Thomas et Dover sont désignés sous le nom de *tropéolines*.

L'*orangé 1* de M. Poirrier ou *tropéoline 000 n° 1* (M. Witt) est obtenu par l'action du dérivé diazoïque de l'acide sulfanilique (acide diazophénylsulfureux) sur le naphthol α ; il remplace à la fois l'orseille dont l'emploi est beaucoup plus dispen-

dieux, et le curcuma qui donne, comme on le sait, des couleurs peu solides en teinture.

M. Hofmann ayant eu entre les mains un échantillon de ce produit, le soumit à l'analyse; il ne tarda pas, avec la sagacité que cet éminent chimiste met dans ses recherches, à reconnaître sa nature, et il s'empessa d'en faire connaître la composition, les propriétés et le mode de production. La publication de M. Hofmann a permis à tous les fabricants de matières colorantes de profiter de ces découvertes qu'ils n'ont point faites et qu'ils exploitent actuellement sur une grande échelle.

Il a trouvé pour l'orangé 1 la composition $C^6H^{12}Az^2SO^4$, et il en a conclu qu'il pouvait être préparé par l'action de l'un ou de l'autre des acides α ou β naphtholsulfureux sur le diazobenzol, ou de l'acide azosulfanilique sur les naphthols, ou de la diazonaphthaline sur l'acide phénolsulfureux, ou enfin de l'acide azosulfonaphtylamique sur le phénol; il l'a préparé en faisant réagir l' α naphtholsulfite de soude sur le nitrate de diazobenzol.

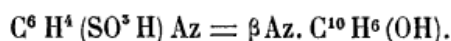
D'après M. Griess, l'orangé 1 doit être représenté par la formule suivante : $C^6H^4(SO^3H)Az = \alpha Az.C^{10}H^6(OH)$, et le corps préparé par M. Hofmann serait le suivant :



Ce dernier corps est la tropéoline o o o o (Witt).

L'orangé 2 (A. Poirrier) ou tropéoline o o o n° 2 (Witt) est préparé par l'action de l'acide sulfanilique sur le naphthol β ; il donne des nuances analogues à celles de l'orangé 1; mais elles sont plus vives et plus jaunes; on peut l'employer pour nuancer les écarlates :

Sa composition peut être représentée par la formule suivante :



En opérant comme M. Hofmann l'a fait, M. Griess a préparé le corps $C^6H^5Az = \beta Az.C^{10}H^5(SO^3H)OH$.

L'orangé 3 résulte de l'action du dérivé diazoïque de l'acide sulfanilique sur la méthylaniline; c'est un jaune légèrement rougeâtre, tournant au rouge par les acides; son instabilité l'a fait abandonner.

L'orangé 4 (A. Poirrier) ou tropéoline o o (Witt) est préparé par l'action du dérivé diazoïque de l'acide sulfanilique sur la diphénylamine: c'est une matière jaune très solide et qui, en raison de son grand pouvoir colorant, remplace avantageusement le curcuma.

La rocelline est préparée par l'action du dérivé diazoïque de l'acide sulfonaphtylamique sur le naphthol β ; cette marque ne figurait à l'Exposition que dans la vitrine de M. Poirrier, qui la fabrique en grand depuis 1877.

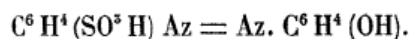
La roccelline est d'un très grand usage sur soie; elle remplace l'orseille très avantageusement; mais on n'est pas encore arrivé à l'appliquer régulièrement sur laine.

Elle donne des nuances plus vives que l'orseille, est plus économique et plus résistante à l'action de la lumière.

M. Griess a trouvé pour la roccelline la composition suivante :



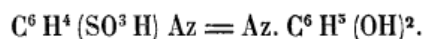
La *tropéoline Y* est obtenue par l'action de l'acide diazophénylsulfureux sur le phénol ordinaire; elle a pour composition :



La *chrysoïne* (A. Poirrier) ou *tropéoline o* (Witt) est le résultat de l'action du dérivé diazoïque de l'acide sulfanilique sur la résorcine.

Un corps analogue est préparé par l'action sur la résorcine du dérivé sulfoconjugué du diazobenzol (MM. Bindschedler et Busch).

M. Griess a trouvé pour la chrysoïne la composition suivante ;



Le *rouge Amélie* est obtenu par l'action du dérivé diazoïque de l'acide naphtylsulfureux sur l'amidonaphtylsulfite de soude (naphthionate de soude).

Le *jaune de Philadelphie* est préparé par l'action du dérivé diazoïque de l'acide naphtylsulfureux sur le phénol.

Plus récemment, MM. Meister, Lucius et Brüning, à Höchst, ont fait connaître un ponceau solide à la lumière, assez résistant au foulon, et qui paraît devoir remplacer la cochenille dont il surpasse l'éclat; ils l'obtiennent en faisant réagir le dérivé diazoïque de la xyldine sur le sel de soude disulfoconjugué du naphthol β (insoluble dans l'alcool). Bien que ce produit n'ait pas figuré à l'Exposition, nous le mentionnons à cause du rôle important qui lui est réservé.

Nous signalerons de même le dérivé sulfoconjugué de l'amidoazobenzol qui vient de faire son apparition sur le marché et dont l'emploi comme matière colorante jaune présente de grands avantages; M. Griess, dans son mémoire du 18 avril 1876, avait déjà constaté que l'acide diazophénylsulfurique se comporte dans presque toutes les réactions comme le diazobenzol et que, notamment par sa réaction sur l'aniline, il fournit une combinaison correspondant au diazoamidobenzol.

CHAPITRE VI.

MATIÈRES COLORANTES DÉRIVÉES DE LA GARANCE. ALIZARINE ARTIFICIELLE.

La fabrication artificielle des matières colorantes de la garance est assurément l'une des plus grandes découvertes chimiques de notre siècle. Bien que la maison Przibram (de Vienne) fût la seule considérable parmi les fabricants d'alizarine qui aient exposé ces produits, l'importance exceptionnelle de cette industrie nouvelle et des travaux scientifiques qui l'ont préparée ou développée nous a engagé à présenter un ensemble complet de l'état actuel de nos connaissances sur ce sujet; il nous a paru également intéressant de montrer les relations qui existent entre les produits naturels et les produits fabriqués, et de faire connaître les transformations que subissent les dérivés de la garance dans l'opération de la teinture.

M. Rosenstiehl, dont les magnifiques travaux ont jeté tant de lumière sur ces questions complexes, a bien voulu, sur notre prière, rédiger un mémoire dans lequel il traite, avec sa haute compétence, les points que nous venons d'indiquer; sans entrer dans des détails de fabrication qui ont été publiés dans tous les recueils spéciaux, il expose la question dans son ensemble, d'une façon complète. Nous n'avons voulu modifier en rien sa propre rédaction; mais nous ne pouvons nous empêcher de regretter le parti pris avec lequel, jugeant les choses d'un point de vue scientifique absolument élevé, il a écarté toutes les questions de personnalité, et refusé ainsi, par modestie, de citer des noms parmi lesquels le sien joue un rôle aussi distingué.

Nous présentons à notre savant ami nos remerciements les plus sincères pour sa précieuse collaboration.

GARANCE, ALIZARINE ARTIFICIELLE, PAR M. ROSENSTIEHL.

Depuis les temps les plus reculés, la garance est employée pour colorer les tissus. Elle possède, sous ce rapport, des qualités exceptionnelles; car elle peut développer, dans une même opération, tout en conservant le blanc de l'étoffe, du noir et du violet, du rouge et du rose, sans parler des nuances intermédiaires.

Ces couleurs jouissent de la propriété très rare d'être extrêmement résistantes à l'usage et à la lumière. L'une d'entre elles, le rouge, est en même temps la couleur la plus vive que l'on puisse produire sur la fibre végétale.

Toutes ces qualités réunies ont fait de la garance une des plantes les plus précieuses au point de vue tinctorial, et son emploi s'est étendu avec la marche ascendante de l'industrie moderne, jusqu'au jour où les progrès de la synthèse chimique sont venus commander un arrêt au développement de sa culture.

Des produits artificiels prennent, dans la consommation, la place des principes

colorants de la plante auxquels ils sont en partie identiques, en partie seulement équivalents.

Leur emploi, permettant d'obtenir les mêmes effets avec autant de facilité et moins de frais, tend à se généraliser.

Ce résultat, dont les conséquences économiques sont considérables, est une des plus belles applications de la chimie qui aient été faites dans ces dernières années.

Aucun exemple ne démontre d'une façon plus victorieuse que la force vitale, qui dans les êtres organisés préside aux métamorphoses chimiques, n'est pas indispensable aux opérations synthétiques. Les forces dont la science peut disposer, et qu'elle apprend de plus en plus à manier à son gré, suffisent.

Le champ ouvert par là à l'activité humaine est immense : il est extrêmement intéressant d'examiner la marche suivie par la science pour arriver à ce résultat, et de se rendre compte des procédés qu'elle a employés.

En embrassant d'un coup d'œil le chemin parcouru, nous reconnaitrons qu'il est loin de représenter une ligne droite, et nous constaterons que des faits d'ailleurs bien observés ont occasionné des détours, parce qu'on en a tiré prématurément des conclusions non justifiées.

De 1823 à 1850, les travaux des chimistes n'eurent d'autre résultat que de constater qu'on peut retirer de la garance plusieurs matières colorantes, parmi lesquelles on en distingue particulièrement deux : l'alizarine et la purpurine. On admettait qu'elles existaient toutes formées dans la plante.

Vers 1850, on apprit à mieux connaître la garance, à la suite d'un examen microscopique et d'une étude chimique de la plante fraîche. On reconnut qu'elle contient un liquide jaune, transparent, privé de tout pouvoir colorant, mais qui se colore peu à peu à l'air.

La partie colorante rouge ne prend naissance que par la métamorphose chimique d'une substance encore mal connue aujourd'hui. Cette substance, soluble dans l'eau, jouit de la propriété de se décomposer facilement et indépendamment de la matière colorante ; on trouve du sucre parmi les produits de sa destruction.

D'après cela, on doit la considérer comme appartenant à la famille des glucosides, très abondamment représentée dans le règne végétal ; mais rien ne nous est connu quant à sa constitution vraie et à la grandeur de sa molécule.

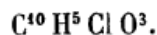
Cette question n'est d'ailleurs pas d'une grande importance si l'on ne veut se placer qu'au point de vue de la production artificielle de ces matières, et nous n'avons pas à nous y arrêter.

Ce qui est indispensable à connaître, se sont les relations qui lient le corps dont on veut tenter la synthèse à d'autres, dont la composition et la constitution sont parfaitement connues.

Cela est si vrai, que l'histoire de la découverte de la constitution de l'alizarine est en même temps l'histoire de sa synthèse.

C'est en 1849 que l'on observa, pour la première fois, la formation de produits définis aux dépens de la substance de la matière colorante. Par une oxydation ménagée, on en obtint simultanément deux acides incolores, que l'on savait obtenir par d'autres procédés : l'acide oxalique et l'acide phthalique.

Cette découverte cependant eut pour conséquence d'engager les travaux de chimistes dans une fausse voie, dont ils ne sortirent qu'après dix-huit années d'efforts : on avait obtenu précédemment, par l'oxydation de la naphthaline, les deux mêmes acides ; ceci fit penser que l'alizarine devait dériver de cet hydrocarbure, conclusion qui séduisit d'autant plus les esprits qu'on avait réussi à préparer avec la naphthaline une substance à laquelle on avait reconnu de grandes analogies avec l'alizarine. Cette substance cependant contenait du chlore ; elle s'appelait alors *acide chloroxynaphthalique* et est représentée par la formule bien établie :



On espérait qu'en remplaçant l'atome de chlore par un atome d'hydrogène, on obtiendrait l'alizarine, pour laquelle on adopta la formule $\text{C}^{10} \text{H}^6 \text{O}^3$, que les analyses élémentaires, faites sur des substances incomplètement purifiées, ne contredisaient pas.

Il est juste de dire que tous les chimistes n'adoptèrent pas cette formule ; mais ils n'avaient pas d'arguments aussi séduisants que les précédents à produire pour appuyer celle qu'ils proposaient ; de sorte que toutes les analyses et les tentatives de synthèse ont été entreprises, à partir de cette époque, en vue de rattacher l'alizarine à la naphthaline.

Il en a été ainsi jusqu'en 1868.

Dans cet intervalle, cependant, nos connaissances sur la composition immédiate de la garance elle-même s'étaient élargies.

L'industrie des toiles peintes avait subi une transformation. L'emploi des couleurs vapeurs s'étant généralisé, elle réclamait un extrait contenant, à l'état de pureté, les principes colorants de la garance.

Cette extraction, qui pour d'autres plantes réussit avec des moyens relativement simples, offrait, dans le cas spécial, une difficulté considérable. Car les principes colorants de la garance sont peu solubles dans l'eau et difficiles à séparer des principes non colorants qui se dissolvent en même temps. On échoua dans cette recherche, jusqu'au moment où l'on eut l'idée (1861) de prendre comme point de départ, non la garance destinée à la teinture où les matières colorantes sont déjà toutes formées, mais la racine de garance fraîche qui les renferme à l'état de principes colorables très solubles dans l'eau. On provoqua alors la formation des matières colorantes dans le sein de l'extrait aqueux incolore, en y ajoutant quelques centièmes d'acide et en élevant modérément la température. Ce mode d'opérer donna à l'industrie un extrait dont la

fabrication s'est conservée jusqu'à nos jours. Il apprit, de plus, que l'on peut séparer régulièrement l'une de l'autre deux matières colorantes, pour lesquelles on conserva les noms d'*alizarine* et de *purpurine*, et qu'on offrit indépendamment aux consommateurs. Ces matières représentent, sous un petit volume, le pouvoir colorant de la garance ; elles purent alors être examinées plus attentivement, et on découvrit un point très important : le produit appelé *purpurine* est formé, pour les neuf dixièmes de sa masse, par un corps qui n'avait pas encore été signalé et qui se transforme en purpurine vers 200 degrés centigrades. On l'appelle *pseudopurpurine*.

En même temps, on découvrit dans le produit commercial deux autres corps nouveaux : la *purpurine hydratée* et la *purpuroxanthine*.

Tous ces principes bien définis furent analysés et représentés par les formules suivantes :

$C^{20}H^{12}O^9$,	pseudopurpurine ;
$C^{20}H^{12}O^7$,	purpurine ;
$C^{20}H^{12}O^7. 2H^2O$,	purpurine hydratée ;
$C^{20}H^{12}O^6$,	purpuroxanthine ;
$C^{20}H^{12}O^6$,	alizarine ;

formules qui rattachent les matières colorantes de la garance à la double molécule de la naphthaline $C^{20}H^{16}$.

Pour cette raison, elles ont dû être modifiées plus tard. Elles établissent néanmoins, pour la première fois, entre les matières colorantes de la garance des relations simples que les travaux récents n'ont fait que confirmer, sauf en ce qui concerne la pseudopurpurine.

Ces relations sont les suivantes. La purpuroxanthine et l'alizarine ont même composition et sont par conséquent isomériques. La purpurine contient un atome d'oxygène de plus que ces deux corps ; les agents réducteurs la transforment en purpuroxanthine. Ces métamorphoses formaient un ensemble déjà bien intéressant, puisque, en partant de la pseudopurpurine, on savait obtenir la purpurine et la purpuroxanthine. L'alizarine seule, qui alors passait pour la plus importante des matières colorantes de ce groupe, ne participa à aucune de ces transformations, malgré les efforts que l'on avait faits pour l'obtenir aux dépens de la purpurine, à laquelle on n'accordait aucune valeur industrielle.

Les choses en étaient là, lorsqu'en 1868 l'hypothèse d'après laquelle l'alizarine devait dériver de la naphthaline dut être abandonnée.

L'acide chloroxynaphthalique venait de céder enfin aux efforts des chimistes et son atome de chlore avait pu être remplacé par de l'hydrogène.

Le corps $C^{10}H^6O^3$, qu'on avait obtenu ainsi, contrairement à ce que l'on avait espéré n'était pas de l'alizarine. Ce résultat cependant ne surprit pas ; car les chimistes

étaient habitués de longue date à cette idée que plusieurs corps peuvent avoir même composition et des propriétés différentes. On considéra le nouveau corps comme un isomère de l'alizarine. La question ne semblait pas avancée par cette découverte, qui obligeait à chercher d'autres voies. Et peut-être la constitution vraie de l'alizarine serait-elle restée encore longtemps une énigme, si des travaux entrepris dans une direction toute différente n'avaient déjà accumulé dans ce moment tous les documents nécessaires à une solution rapide. Pour en rendre compte, nous sommes obligé de remonter à l'année 1838.

En oxydant l'acide quinique, produit extrait de l'écorce de quinquina, on avait obtenu un corps nouveau, qui reçut le nom de *quinone*. Les dérivés de ce composé ont été aussitôt étudiés pendant les années 1838-1849. Et ces recherches eurent pour conclusion que la quinone était un corps doué de propriétés remarquables et sans analogie avec celles d'aucun autre corps connu.

De 1849 à 1866, la quinone cessa d'occuper les chimistes ; cette dernière année vit naître une série de travaux dont le développement a montré que la quinone est le type d'une classe de composés, dont l'étude est d'autant plus intéressante que quelques-uns se trouvent représentés dans le règne végétal.

Les quinones dérivent toutes de carbures d'hydrogène, tels que la benzine, le toluène, la naphthaline et l'anthracène.

Pour se faire une idée de leur constitution, il faut se figurer, dans l'un de ces hydrocarbures, tels que la naphthaline $C^{10}H^8$, deux atomes d'hydrogène remplacés par deux atomes d'oxygène. La quinone de la naphthaline est d'après cela : $C^{10}H^6O^2$.

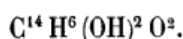
L'hydrogène restant dans la molécule après cette substitution peut encore être remplacé par des corps simples ou par des radicaux composés équivalents. Par exemple, dans la naphtoquinone, nous remplacerons un atome d'hydrogène par du chlore, un autre atome par un groupe monovalent (OH). Nous obtenons ainsi le composé $C^{10}H^4Cl(OH)O^2$, qui est identique avec l'acide chloroxynaphthalique. Nous l'appellerons, afin de bien désigner sa constitution, *chloroxynaphtoquinone*. En mettant de l'hydrogène à la place du chlore, nous aurons le corps $C^{10}H^5(OH)O^2$, considéré pendant quelque temps comme un isomère de l'alizarine, qui s'appellera *oxynaphtoquinone*.

Nous sommes arrivé maintenant au moment où l'analogie observée entre l'alizarine et l'acide chloroxynaphthalique va enfin porter ses fruits, après avoir si longtemps égaré les recherches.

Leurs ressemblances frappantes ont fait penser que ces deux corps pouvaient avoir une constitution semblable, et que l'alizarine serait l'oxyquinone d'un hydrocarbure qu'il s'agissait de trouver. En appliquant à l'alizarine une méthode de réduction énergétique qui venait d'être découverte, on en obtint, non pas de la naphthaline, mais de l'anthracène $C^{14}H^{10}$.

Pour comprendre cette réaction remarquable, il a fallu admettre pour l'alizarine brute la formule $C^{14}H^8O^4$, formule qui avait déjà été proposée et qui s'accordait avec

des analyses faites en 1864, auxquelles les idées admises à cette époque n'avaient pas permis d'ajouter foi. Cette formule correspond à une bioxyanthraquinone :



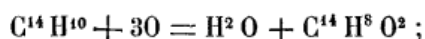
La molécule de l'alizarine était ainsi connue et sa constitution entrevue, il fallait la vérifier par la synthèse.

Le 7 mars 1868, les faits précédents et les déductions qu'on en a tirées ont été portés à la connaissance du monde scientifique ; le 23 janvier 1869, le premier échantillon d'alizarine artificielle a été présenté en public.

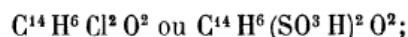
La grande difficulté que les auteurs de la découverte avaient eu à vaincre, ce n'était pas la transformation de l'hydrocarbure en bioxyquinone, transformation que les méthodes générales, connues à ce moment, permettaient d'effectuer, mais c'était de se procurer la matière première, l'anthracène, qui alors était une substance fort rare et qui aujourd'hui, grâce à l'industrie de l'alizarine, est un produit dont le marché est abondamment pourvu. Nous serons bref en ce qui concerne la méthode de préparation de l'alizarine ; nous n'en voulons indiquer que les grandes lignes.

La transformation de l'anthracène en alizarine s'accomplit en trois phases :

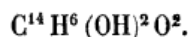
1° Oxydation de l'anthracène, production d'anthraquinone :



2° Préparation de l'anthraquinone chlorée ou sulfoconjuguée deux fois :



3° Substitution du groupe (OH) au groupe (SO³H) ou au chlore ; elle se fait par l'action des alcalis en dissolution concentrée à une température suffisamment élevée ; le résultat de cette opération est l'alizarine :



Nous aurons plus tard à compléter et à rectifier ces indications ; telles que nous les avons données, elles ne représentent que les idées admises en 1870. Aujourd'hui que les procédés sont mieux connus, nous savons que les choses ne se passent pas aussi simplement.

A partir du moment où l'alizarine fut obtenue par synthèse, nous voyons les travaux des chimistes se séparer en deux directions différentes mais parallèles, car le nombre des questions soulevées par cette synthèse était considérable.

Tandis que les uns s'occupaient de la production industrielle de l'alizarine et étudiaient en détail les phénomènes secondaires qui se passent dans cette fabrication, d'autres dirigeaient leur attention vers la garance, afin de fixer la constitution défini-

tive des matières colorantes diverses qu'on y avait découvertes. La nécessité de connaître la vérité sur ces points divers était d'autant plus impérieuse que l'on s'était aperçu dès les premiers jours que l'alizarine artificielle, dans ses applications, ne donnait pas exactement les mêmes résultats que les extraits de garance ; il y eut des chimistes qui nièrent l'identité des deux matières colorantes, confondant ainsi les individus chimiques purs avec les produits de l'industrie qui sont des mélanges. Un point qui excitait surtout la curiosité, c'est que, presque dès le début, l'industrie produisit deux qualités d'alizarine : l'une pour les violets, l'autre propre à la teinture en rouge ; elle avait réussi à imiter en cela les dérivés commerciaux de la garance, dont les uns donnent de beaux violets et dont les autres ne sont applicables qu'à la teinture en rouge.

Il y avait lieu d'être d'autant plus intrigué de ce fait, qu'à cette époque l'alizarine était considérée comme l'unique matière colorante utile, et que les divergences de propriétés des produits commerciaux étaient uniquement attribuées à des impuretés de nature inconnue et non à des matières colorantes. Mais si, jusqu'alors, on avait pu se contenter de cette explication en ce qui concerne la garance, mélange naturellement complexe, il était impossible de l'appliquer à l'alizarine artificielle qui, obtenue avec des principes chimiques définis, devait être exempte de ces causes de perturbation. La lumière se fit rapidement sur ces différents points dès 1874. Pour exposer ces travaux, il est utile d'abandonner l'ordre historique. Dans ce qui va suivre, nous constaterons simplement l'état actuel de nos connaissances, en séparant toutefois les travaux sur les matières colorantes de la garance de ceux qui ont pour objet l'alizarine artificielle, autant que cette distinction pourra contribuer à la clarté de cet exposé.

Les matières colorantes de la garance.

Nous avons donné plus haut la liste des matières colorantes de la garance, telle qu'elle a été dressée en 1864, et nous avons dit que les formules adoptées durent être modifiées le jour où la constitution de l'alizarine fut définitivement connue.

Donnons ici les nouvelles formules :

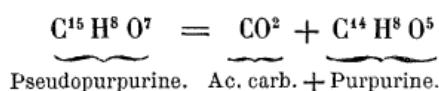
$\text{C}^{20} \text{H}^{12} \text{O}^9$	devient	$\text{C}^{14} \text{H}^8 \text{O}^6$
Pseudopurpurine.	c.-à.-d.	une tétraoxyanthraquinone.
$\text{C}^{20} \text{H}^{12} \text{O}^7$	devient	$\text{C}^{14} \text{H}^8 \text{O}^5$
Purpurine.		Trioxanthraquinone.
$\text{C}^{20} \text{H}^{16} \text{O}^9$		$\text{C}^{14} \text{H}^8 \text{O}^5. \text{H}^2 \text{O} ?$
Matière orange ou		hydrate de purpurine.
$\text{C}^{20} \text{H}^{12} \text{O}^6$		$\text{C}^{14} \text{H}^8 \text{O}^4$
Purpuroxanthine.		Bioxyanthraquinone.

Nous indiquerons rapidement le mode de formation de ces diverses matières, leur rôle dans la teinture et leurs principales métamorphoses.

La pseudopurpurine n'a pas encore été obtenue artificiellement ; on ne peut l'obtenir qu'en partant de la garance. Les matières premières les plus avantageuses à traiter sont : la purpurine commerciale et la laque de garance employée dans l'impression et la peinture à l'huile.

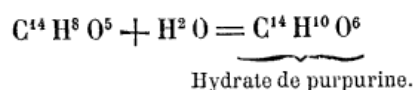
La pseudopurpurine donne en teinture des couleurs qui sont moins solides que celles que l'on obtient avec la garance. La nuance rouge n'est pas belle ; le rose est vif, surtout comme couleur vapeur ; le mordant de fer se teint en gris violacé. Ces couleurs ne résistent pas aux opérations de l'avivage. La teinture ne réussit, d'ailleurs, que dans l'eau distillée ; il suffit d'un équivalent de carbonate de calcium en présence dans l'eau qui sert à teindre, pour que la pseudopurpurine soit entièrement engagée dans une combinaison calcaire insoluble et dès lors incapable de se fixer sur le tissu mordancé.

A ces propriétés caractéristiques vient s'ajouter une instabilité extrême qui va nous expliquer bien des phénomènes observés par les teinturiers. Nous les examinerons en analysant ce qui se passe pendant le garançage. La pseudopurpurine pure et sèche peut être chauffée à 160 degrés sans se décomposer ; au delà, elle se scinde nettement en purpurine et acide carbonique ; ce dernier acide n'a été observé comme produit de dédoublement de la pseudopurpurine qu'en 1876. On dut, dès lors, substituer la formule $C^{15}H^8O^7$ à $C^{14}H^8O^6$ pour représenter la pseudopurpurine ; le dédoublement s'opère selon l'équation :

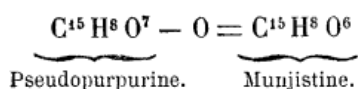


En présence de l'eau, cette décomposition s'effectue à une température bien plus basse : par exemple par le simple traitement à l'eau chaude de la garance où la pseudopurpurine est contenue. Par cette raison, celle-ci a échappé à l'attention des chimistes pendant de longues années.

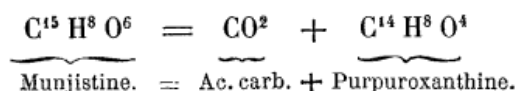
Les produits de décomposition qu'elle fournit dans ces conditions sont multiples ; à côté de la purpurine, produit principal, il se forme de la purpurine hydratée :



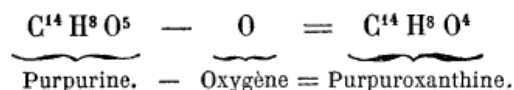
et, en petite quantité, de la munjistine, la matière colorante jaune de la garance :



de la purpuroxanthine, dont la formation s'explique par deux équations :



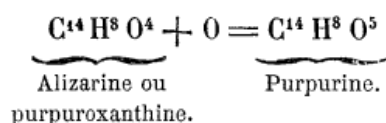
et



modes de formation qui, tous deux, ont été constatés.

Il est à remarquer que tous ces corps ont été découverts dans la garance ; mais il n'est plus permis de les considérer comme préexistants dans la plante, puisqu'il suffit de traiter la pseudopurpurine par l'eau chaude pour les obtenir.

Purpurine. — D'après ce qui précède, la purpurine que l'on croyait exister dans la garance, résulte de la décomposition de la pseudopurpurine. Cette dernière constitue le meilleur point de départ pour l'obtenir à l'état de pureté. Rappelons que, déjà, en 1864, on avait constaté la formation de purpurine par la sublimation de la pseudopurpurine. En 1872, on a réussi à obtenir la purpurine, en fixant un atome d'oxygène sur la purpuroxanthine, et, en 1874, on la produisit artificiellement en oxydant l'alizarine. Une même équation rend compte de ces synthèses, la purpuroxanthine et l'alizarine ayant même composition :



De toutes les matières colorantes de la garance, c'est la purpurine qui produit les rouges les plus vifs ; ils n'ont pas cependant la nuance du rouge garancé ; ils inclinent plus vers l'orangé.

La purpurine ne produit pas de violets avec les mordants de fer.

Ces couleurs résistent bien aux agents d'avivage.

La purpurine hydratée donne, en teinture, les mêmes résultats ; elle ne diffère de la purpurine anhydre que par sa plus grande solubilité.

Alizarine. — Elle ne résulte de la métamorphose d'aucune des substances que nous venons d'étudier. Tous les efforts faits en vue de transformer la purpurine en alizarine ont été infructueux. On ne peut la retirer de la garance sans l'obtenir mélangée à la purpurine, dont aucune méthode ne permet de la séparer. On n'a d'autre ressource que de détruire la purpurine qui, étant un corps plus complexe que l'alizarine, possède aussi moins de stabilité ; on chauffe l'alizarine brute à + 200° avec de l'eau additionnée d'un peu de soude caustique. Le produit solide qui échappe à la destruction est cristallisé plusieurs fois dans l'alcool.

L'alizarine pure ne teint pas les mordants d'alumine en rouge, mais plutôt en un violet rouge très rabattu, voisin de la couleur que l'on désigne par la dénomination de *grenat*. Les mordants de fer se teignent en un beau violet bleuâtre.

Ces couleurs sont extrêmement stables et résistent au soleil et aux agents d'avivage.

Le rouge garancé. — En passant en revue les matières colorantes rouges qui pourraient, d'après leurs propriétés, donner naissance au rouge garancé, on arrive à éliminer tout d'abord la pseudopurpurine dont les couleurs sont instables. Il n'y a guère que la purpurine et l'alizarine qui colorent le mordant en couleurs suffisamment résistantes. De ces deux, la purpurine seule donne du rouge, mais ce rouge est plus orangé que la nuance qui est exigée par les consommateurs et qu'on appelle *rouge garancé*; l'alizarine donnant une couleur plus violacée, on arrive à penser que le rouge garancé est obtenu par un mélange des deux matières colorantes. On l'obtient, en effet, avec 55 parties de purpurine et 45 parties d'alizarine. Cette dernière est donc loin d'avoir dans la teinture en rouge le rôle prépondérant qu'on lui avait attribué, et la matière colorante que l'on retire d'un tissu teint en rouge turc n'est pas de l'alizarine pure, mais un mélange de deux matières colorantes. De cette manière s'expliquent les résultats divergents obtenus par les auteurs qui ont analysé des alizarines de composition différente, croyant analyser un principe chimique défini.

Violet garancé. — La purpurine est impropre à la teinture en violet. Plus l'alizarine est pure, plus le violet est beau. Aucun dérivé commercial de la garance ne contenant de l'alizarine exempte de purpurine, les violets garancés sont moins beaux que ceux que fournit l'alizarine pure. L'expérience a cependant enseigné des procédés qui permettent de produire des violets passables avec ces matières premières impures : l'un consiste à détruire préalablement la purpurine en chauffant la garancine à une température suffisamment élevée ; l'autre repose sur l'emploi d'un excès de craie dans la teinture, la craie formant, plus facilement avec la purpurine qu'avec l'alizarine, une combinaison insoluble et provoquant ainsi une séparation partielle.

Composition des couleurs garancées. — L'alizarine, la purpurine et les oxydes d'aluminium et de fer ne sont pas les seuls principes constituants des couleurs garancées. Pendant la teinture, il se fixe de la chaux qui entre dans la combinaison, dans le rapport de 3 atomes de calcium pour 4 d'aluminium. Le calcium étant indispensable à la solidité de la couleur, il faut, pour que la teinture réussisse, que le bain contienne du carbonate de calcium. Celui-ci est maintenu en dissolution par l'acide carbonique naturellement dissous dans les eaux. Tant que cet acide ne s'est pas diffusé totalement dans l'air, la précipitation des laques insolubles d'alizarine et de purpurine ne se fait pas. Cette précipitation constituerait une perte de matière colorante. Dans la teinture, le gaz carbonique joue donc un rôle considérable puisqu'il maintient les matières colorantes en dissolution.

Le carbonate de calcium peut être remplacé avec avantage par l'acétate.

Quand la teinture est finie, les opérations d'avivage, qui ont pour but de rétablir le

blanc de l'étoffe dans les parties non mordancées, viennent ajouter un cinquième élément à la couleur : l'acide gras du savon, lequel est aussi indispensable que le calcium pour donner aux couleurs la solidité et l'éclat qui font leur valeur.

On ne connaît pas les proportions relatives de ces divers éléments ; quoiqu'il ne soit pas douteux que le rouge et le violet garancés ne soient des composés chimiques définis, nous ne savons rien de la grandeur de leur molécule ni de leur constitution.

Des réactions chimiques qui se produisent pendant la teinture en garance. — Nous devons d'abord distinguer la garance pour teinture d'avec la garance fraîche, qui ne contient aucune matière colorante. Ce n'est qu'avec le temps, après un long séjour en magasin, que le pouvoir colorant de la garance se développe. Nous savons maintenant que les matières colorantes ainsi formées sont la pseudopurpurine et l'alizarine. La première, impropre à la teinture, serait sans valeur industrielle, si elle ne possédait la précieuse propriété de se décomposer et de produire de la purpurine par l'action de l'eau bouillante du bain de teinture. La purpurine ainsi produite vient corriger la nuance trop terne et trop violacée que donne l'alizarine. Cependant la durée d'une teinture n'est jamais assez longue pour que toute la pseudopurpurine puisse être détruite : cette dernière, sans le concours de la chaux, se fixerait infailliblement sur le tissu et compromettrait la solidité des couleurs. Cet accident se produit chaque fois que l'on teint avec une garance d'Alsace délayée dans de l'eau peu calcaire. Aussi la garance d'Alsace, dont les cendres sont siliceuses, n'a-t-elle pu rivaliser avec la garance d'Avignon, dont les cendres sont calcaires, que quand on eut pensé à ajouter de la craie au bain de teinture ; nous savons que l'effet de cette dernière est d'engager la pseudopurpurine dans une combinaison insoluble, et de l'empêcher d'intervenir d'une façon fâcheuse.

Une conséquence de ce que nous venons de dire, c'est que les résidus de la teinture en garance contiennent la pseudopurpurine combinée à la chaux. Pendant longtemps elle fut perdue. Ce n'est qu'en 1843 que l'on s'aperçut que ces résidus, traités par l'eau acidulée bouillante, redeviennent aptes à teindre encore. Ces résidus revivifiés ont pris le nom de *garanceux*.

La matière colorante qu'ils contiennent est de la purpurine provenant de la métamorphose que subit la pseudopurpurine sous l'action de l'eau bouillante, circonstance qui fait comprendre pourquoi le garanceux donne des rouges trop orangés et se montre impropre à la teinture des violets.

La même transformation a lieu quand on traite la garance elle-même par l'eau acidulée bouillante. Son pouvoir colorant augmente dans la proportion de 100 à 175, par ce fait que la pseudopurpurine, nuisible en teinture, est remplacée par de la purpurine.

La manipulation que nous venons de décrire se pratique depuis 1828, et le dérivé commercial qui en résulte porte le nom de *garancine*. La garancine sera donc plus

riche en matière colorante que la garance dont on est parti, et elle donnera d'autres nuances en teinture à cause de la prépondérance de la proportion de purpurine.

La connaissance des propriétés de la pseudopurpurine répand, on le voit, de la lumière sur des pratiques industrielles qui ont compté jusqu'ici comme étant à la fois des mieux établies et des moins expliquées.

Ces propriétés se résument ainsi : la pseudopurpurine n'est pas directement utile ; elle ne le devient qu'après une décomposition préalable en acide carbonique et en purpurine, laquelle s'opère avec la plus grande facilité dans des circonstances où l'on ne s'attend guère à des actions chimiques aussi profondes.

La pseudopurpurine ne saurait donc exister dans les dérivés de la garance qui ont subi l'action prolongée d'un liquide chaud, tels que le garanceux, la garancine, les extraits de garance, la *purpurine transformée*.

Les matières premières d'où l'on peut l'extraire sont : la garance, la fleur de garance, la laque de garance et la *purpurine commerciale*.

Les nombreux principes immédiats que l'on a cru retirer de la garance n'y préexistent pas ; ils sont les produits de la destruction de la pseudopurpurine. Dans l'état actuel de nos connaissances, il suffit d'admettre dans la garance préparée pour la teinture la présence de pseudopurpurine et d'alizarine.

Alizarine artificielle.

Nous avons dit précédemment que, dès que l'alizarine artificielle avait été introduite dans le commerce, on s'était vite aperçu qu'elle ne donne pas exactement les mêmes résultats que l'alizarine naturelle. Nous savons actuellement que cette dernière était mal connue à cette époque. On donnait alors ce nom au mélange d'alizarine et de purpurine qui produit le rouge garancé. On a reconnu, en étudiant l'alizarine artificielle, qu'à l'exemple du produit naturel elle est un mélange de plusieurs matières colorantes. L'alizarine seule, si la synthèse l'avait produite pure, n'aurait pu servir qu'à faire des violets, et son emploi ne se serait pas généralisé au point de porter un coup mortel à la culture de la garance. Par un concours de circonstances extraordinairement heureux, on forme, en même temps que l'alizarine, des matières qu'on n'avait pas cherché à produire, qui remplacent avec avantage la purpurine dans le rouge garancé et qui en possèdent même la composition centésimale. On connaît aujourd'hui deux de ces isomères de la purpurine : l'isopurpurine appelée aussi *anthrapurpurine*, découverte en 1871 dans l'*alizarine pour rouge*, et la flavopurpurine, découverte en 1876.

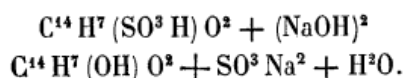
En dehors de ces matières, on en a préparé une troisième également isomérique de la purpurine, que nous signalons ici, bien qu'elle n'ait pas été découverte encore dans l'alizarine artificielle, pour présenter dans son ensemble l'état actuel de nos connaissances : c'est l'oxychrysazine.

Dans ce qui va suivre, nous décrirons le mode de formation de ces diverses substances et leur rôle dans la teinture.

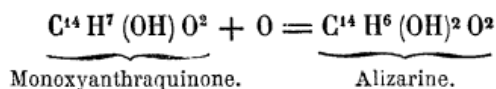
Quand on attaque l'anthraquinone par l'acide sulfurique, il se forme simultanément un mono... et divers acides disulfureux. En traitant le mélange de ces acides par les alcalis caustiques à une température convenable, on obtient différentes oxyquinones.

L'alizarine dérive d'un acide monosulfureux, contrairement à ce que l'on avait admis au début. Elle doit sa naissance à deux réactions successives :

Dans la première, l'anthraquinone monosulfonée devient monoxyanthraquinone :



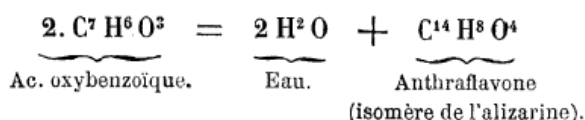
Dans la deuxième phase, un atome d'oxygène se fixe sur la monoxyquinone dans le milieu alcalin ; il en résulte de l'alizarine :



Pour les acides anthraquinonedisulfureux, les choses se passent d'une manière analogue : dans une première phase, il se produit des bioxyquinones qui ne sont pas de l'alizarine, mais des isomères privés de propriétés colorantes ; dans une deuxième, les bioxyquinones s'oxydent dans le milieu alcalin et se transforment en trioxyquinones isomères de la purpurine. Ces deux phases s'accomplissent dans une seule et même opération. Elles produisent simultanément l'alizarine, l'isopurpurine et la flavopurpurine dont le mélange constitue l'alizarine artificielle *pour rouge*. Pour obtenir l'alizarine *pour violet* qui est de l'alizarine presque pure, il faut opérer des séparations soit sur les acides sulfoconjugués, soit sur les matières colorantes toutes formées. Ces procédés de séparation ne sont pas publiés. Pour préparer l'oxychrysazine, on renverse l'ordre des opérations. L'anthracène est d'abord sulfoconjugué, puis fondu avec les alcalis pour hydroxyler, et enfin oxydé pour former la quinone.

Avant d'aller plus loin, disons que ces trois isomères de la purpurine ont aussi été obtenus par une méthode qui n'est pas industrielle, mais qui est intéressante en ce sens qu'elle a servi à déterminer la constitution de ces trois corps et à démontrer en quoi elle est différente de celle de l'alizarine et de la purpurine.

Elle consiste à souder ensemble deux molécules d'acide oxybenzoïque :



On fait, dans une seule réaction, trois isomères de l'alizarine qui, par oxydation

dans un milieu alcalin, donnent naissance aux trois isomères de la purpurine que nous venons de citer.

L'isopurpurine peut être obtenue par l'oxydation de deux bioxyquinones : 1° l'iso-anthraflavone de l'anthracène ; 2° l'anthraflavone α de l'acide oxybenzoïque. Ces deux corps, non colorants quoique différents, donnent naissance à la même trioxyquinone.

La flavopurpurine n'a été obtenue jusqu'ici que par oxydation d'une seule bioxyquinone : l'anthraflavone β , qui se prépare soit en partant de l'anthracène, soit en partant de l'acide oxybenzoïque.

L'oxychrysazine enfin est le résultat de l'oxydation de deux bioxyquinones isomères : 1° la chrysazine de l'anthracène ; 2° l'antrarufine que l'on peut préparer soit avec l'anthracène, soit avec l'acide oxybenzoïque.

En indiquant le rôle que ces trois isomères jouent en teinture, il est utile de comprendre dans la discussion l'alizarine et la purpurine : ce qui porte à cinq le nombre des matières colorantes dont il convient de tenir compte.

Au point de vue de la teinture, il faut les séparer en deux groupes. Le premier comprend celles qui colorent les mordants d'alumine en violet rouge, c'est-à-dire en rouge plus violacé que ne l'est le rouge garancé : ce sont l'alizarine et l'oxychrysazine. Elles donnent toutes les deux avec le mordant de fer de beaux violets.

Le deuxième groupe comprend celles qui colorent les mordants d'alumine en rouge franc, c'est-à-dire une couleur moins violacée que le rouge garancé ; la laque de fer est d'un violet peu intéressant. Ce sont : la purpurine, l'isopurpurine et la flavopurpurine.

Nous pouvons donc dire en résumé que pour produire le violet, une seule matière colorante suffit : on pourra employer soit l'alizarine, soit la chrysazine.

Pour le rouge et le rose, il en faut deux, savoir : une des matières du premier groupe que l'on associera avec l'une de celles du second groupe.

L'effet de ce mélange sera de produire cette couleur intermédiaire qui est identique avec le rouge garancé. Les couleurs ainsi obtenues remplissent la double condition de résister également aux agents d'avivage et à la lumière et de pouvoir être produites dans des conditions économiques, circonstances qui leur assurent un emploi industriel étendu.

CONCLUSION.

Résumant l'ensemble de la question telle qu'elle se présente aujourd'hui, nous pouvons dire que les choses se passent comme si les matières colorables de la garance étaient au nombre de deux, différant entre elles par un atome d'oxygène. Ces matières sont susceptibles de se détruire, soit lentement dans la racine de garance à mesure qu'elle vieillit, soit plus rapidement dans le traitement qui a pour but de fabriquer les différents dérivés commerciaux, ou encore pendant les opérations d'analyse immédiate.

Les produits de cette destruction sont nombreux, et leur découverte successive a donné une idée fausse de la composition immédiate de la garance, qui a paru ainsi bien plus compliquée qu'elle ne l'est réellement.

Parmi les produits de cette destruction, deux se forment en quantité dominante; ce sont : l'alizarine et la purpurine. Ils existent toujours simultanément dans tous les dérivés commerciaux de la garance et en constituent les principes les plus utiles. Leur séparation offre des difficultés extrêmes, à tel point que ce que l'on a pris pendant de longues années pour de l'alizarine pure n'était qu'un mélange de ces deux corps. C'est ce mélange qui constitue la matière colorante rouge de la garance. Les parentés de constitution de l'alizarine et de la purpurine sont cependant telles que les deux, soumises à un même procédé de réduction, donnent naissance à un même hydrocarbure.

La connaissance de cet hydrocarbure a conduit à la synthèse de l'alizarine. Cependant c'est en croyant fabriquer de l'alizarine qu'on a produit un nouveau mélange plus compliqué que le précédent, dont les propriétés colorantes sont telles qu'il remplace industriellement celui qui constitue la matière colorante de la garance, sans qu'il lui soit chimiquement identique. Toutefois, dans le produit naturel comme dans le produit artificiel, il existe un principe qui leur est commun et qui leur donne son nom, c'est l'*alizarine*.

L'histoire des matières colorantes de la garance est un bel exemple de ce qu'il peut sortir de résultats heureux des efforts combinés de la science et de l'industrie. Grâce à ce concours, nous connaissons la composition et la constitution des matières qui produisent le rouge garancé, et nous savons comment l'anthracène se transforme régulièrement en matières colorantes utiles.

S'il est permis de dire qu'au point de vue industriel nous sommes en présence d'un tout achevé, il n'en est pas de même de celui de la science pure, car la forme sous laquelle la nature a déposé dans les plantes ces principes qui ont servi de modèles à la synthèse chimique, nous est encore inconnue.

S'il est légitime de se réjouir de la lumière faite, il est juste d'avoir devant les yeux ce qui reste à faire pour atteindre un des buts les plus élevés de la science.

(A suivre.)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

De la nature de l'acier le plus convenable pour les rails. — La dernière livraison des *Annales des Mines* renferme un intéressant article de M. Gruner sur la nature de l'acier le plus convenable pour les rails.

Les ingénieurs des chemins de fer sont loin d'être d'accord sur cette question, comme le montre l'examen comparatif des conditions d'épreuves pour la réception des rails en France et à l'étranger ; en effet, tandis qu'en Allemagne et en Autriche on emploie surtout de l'acier doux caractérisé par une charge de rupture à la traction comprise entre 50 et 60 kilog., en France on préfère des aciers plus durs, ne cédant que sous une charge de 60 à 70 kilog., et la Compagnie du Midi exige même de l'acier ne cédant que sous une charge de 79 à 83 kilog. De là résulte une très grande diversité dans les cahiers des charges des divers chemins de fer. C'est ainsi que nombre de compagnies étrangères exigent que le rail ne se rompe pas sous le choc d'un mouton de 500 à 1 000 kilog., tombant d'une hauteur de 5 et même de 10 mètres, les appuis étant écartés de 1 mètre environ ; tandis que les compagnies françaises se contentent d'un mouton de 300 kilog., avec une hauteur de chute maxima de 2^m,50 à 3 mètres.

La Compagnie du Midi impose même cette condition étrange que le rail résiste à une chute de 1^m,75 du mouton, mais se rompe sous une chute de 4 mètres.

En résumé, les rails français, et surtout ceux des compagnies P.-L.-M. et du Midi, sont plus durs que la plupart de ceux des pays étrangers.

On a pensé, jusqu'à présent, que les rails durs devaient mieux résister à l'usure que les rails doux ; la résistance à l'usure étant précisément ce qui constitue la dureté, dans le sens usuel du mot.

Cette idée était généralement admise, lorsqu'il y a trois ans, un chimiste américain, M. Dudley, dans un Mémoire destiné surtout à constater les causes de la rupture de nombreux rails de la Pennsylvania Railroad C^o, à la suite de l'hiver 1876-1877, publia une série d'analyses (1) qui semblaient démontrer que les rails *doux* peu carburés avaient mieux résisté à l'usure que les rails durs placés dans les mêmes conditions.

Dans ce travail, M. Dudley n'avait pas à se préoccuper de l'usure des rails par frottement, mais seulement de leur fragilité relative. Cependant, en examinant comparativement les rails cassés ou fissurés par écrasement (*crushed*) et les rails demeurés en bon état, il fut frappé de l'usure inégale de ces rails et surtout de ce fait que, contrairement aux principes admis, c'étaient plutôt les rails *doux*, peu carburés, qui avaient subi la *moindre usure*.

Cette conclusion se trouvait d'ailleurs confirmée par les observations contenues dans deux Mémoires anglais ; le premier (2) de M. J.-T. Smith, directeur général du grand établissement connu sous le nom de *Barrow hematite steel Works* dans le Cumberland, lu à la Société des Ingénieurs civils de Londres en 1875 ; le second Mé-

(1) Ce Mémoire est du mois d'août 1878 et se trouve dans les *Transactions of the American Institute of mining engineers*.

(2) *Proceedings of the Institute of civil Engineers*, tome XLII, page 60.

moire (1) de M. Price Williams, concernant l'entretien des chemins de fer.

Les conclusions en apparence paradoxales que nous avons indiquées, éveillèrent l'attention des ingénieurs de chemins de fer et M. Dudley fut chargé, par le Conseil de la C^e du Pennsylvania Railroad, de l'étude spéciale de l'usure des rails.

Les conclusions de ce nouveau travail qui fut communiqué à l'*American Institute of mining engineers*, au mois de février dernier, confirment entièrement les observations précédentes, c'est-à-dire que les rails *durs* s'usent, en effet, plus rapidement que les rails *doux*.

Les expériences portèrent sur soixante-quatre rails ayant la plupart dix années de service et choisis en nombre égal dans les différentes sections de la voie (parties droites en palier, parties droites en pente, courbes en palier et courbes en pente); dans les parties courbes, la moitié des rails fut prise du côté supérieur des courbes, l'autre moitié du côté inférieur. Enfin, dans chacune de ces catégories de rails, l'une des moitiés fut choisie parmi les rails fortement usés, l'autre moitié parmi les rails peu entamés. Tous d'ailleurs étaient de bons rails qui n'avaient subi ni fracture ni écrasement.

On analysa l'acier de chacun des rails, en se bornant au dosage du carbone, du manganèse, du phosphore et du silicium. L'usure fut déterminée en comparant le poids du yard courant des vieux rails à celui des rails neufs; on découpa dans la tête de chacun de ces rails des barrettes pour les essais de torsion, de cisaillement et de traction, et dans l'âme des rails, d'autres barrettes pour les essais de flexion.

On a trouvé que, dans toutes les catégories, sans exception, ce sont les rails en acier pur et doux qui ont perdu le moins de métal par le fait du passage des trains.

Et lorsqu'on compare l'ensemble des trente-deux rails durs aux trente-deux rails doux, on voit que l'usure des premiers est presque exactement le double de celle des seconds.

M. Gruner conclut, d'après les recherches de M. Dudley, que les rails en acier *doux*, offrant une résistance d'au plus 50 kilog. à la traction, s'usent moins et durent plus longtemps que les rails en acier dur usités en France.

Mais M. Gruner n'adopte cette conclusion que pour ce qui concerne l'acier à rails, lequel est un acier commun plus ou moins souillé d'éléments étrangers, manganèse, phosphore, silicium, qui, en accroissant la dureté du métal, développent la fragilité ou l'aigreur et favorisent l'usure des rails. M. Gruner fait d'ailleurs observer que, s'il s'agissait d'acier *pur*, d'acier au creuset, simplement carburé, on pourrait, sans nul doute, adopter un métal relativement dur, parce qu'alors la dureté serait alliée à la ténacité.

Quant à la cause de ces faits qui renversent toutes les théories admises jusqu'à ce jour, M. Gruner n'est pas d'accord avec M. Dudley. Ce dernier observe que les sur-

(1) *Proceedings of the Institute of civil Engineers*, volume XLVI, page 147.

faces de contact du rail et du bandage ne sont pas parfaitement lisses, mais peuvent être considérées comme pourvues de dents infiniment petites, grâce auxquelles les roues s'avancent à la façon d'une roue dentée le long d'une crémaillère; et ces protubérances sont d'autant plus sujettes à se briser qu'elles sont plus dures; de là l'usure. M. Dudley semble ici établir une confusion entre la dureté due au carbone qui n'entraîne pas la fragilité, et l'aigreur due aux autres éléments qui, en accroissant la dureté, rendent l'acier cassant. Peut-être la cause qu'il signale est-elle une de celles qui expliquent le meilleur service de l'acier doux ou plutôt pur, mais M. Gruner ne pense pas que ce soit la cause principale. D'après lui, l'usure est due surtout à la rouille ou à l'oxydation par l'air humide qui est très énergique sur la table de roulement du rail, sans cesse décapée par le passage des trains. Or, c'est un fait bien connu que cette oxydation est d'autant plus forte que l'acier est plus impur et surtout plus manganésifère. Un fait qui prouve bien cette influence de la rouille, c'est que les rails d'acier de la ligne de Paris-Lyon-Méditerranée durent deux fois moins dans l'atmosphère confinée et humide du long tunnel de la Nerthe, près de Marseille, où la voie est droite et horizontale, que dans les parties de voie placées à air libre.

La seconde conclusion du Mémoire de M. Gruner est que cette usure plus rapide des rails en acier *dur*, ou plutôt impur, est surtout due à l'oxydabilité plus grande du fer lorsqu'il est uni à des éléments tels que le manganèse, le silicium et le phosphore; et que sous ce rapport, comme sous tous les autres, il faut donner la préférence à l'acier pur.

Passant ensuite de la nature du métal à la *forme* du rail, M. Gruner établit que la nature du métal devrait varier avec le profil adopté, « que l'acier des rails à double champignon peut, sans inconvénient, être plus dur que celui des rails à patin, mais qu'il ne faut jamais imposer la singulière condition de la rupture sous une certaine hauteur de chute, condition qui implique une plus grande *impureté* de l'acier.

« Que, pour éviter la fragilité relative des rails Vignoles, il faut que les bords du patin ne soient pas trop minces, n'aient pas au-dessous de 8 à 10 millimètres d'épaisseur, et que la surface supérieure du patin n'offre pas une sorte de double gouttière longitudinale. Il faut éviter, en un mot, tout ce qui tend à favoriser la trempe des parties minces des rails lors du laminage. »

Enfin M. Gruner ajoute qu'il serait à désirer que les compagnies de chemins de fer s'entendissent pour l'adoption d'un petit nombre de types communs, et que, si elles conservaient encore quelque doute sur le bien-fondé des conclusions précédentes, elles chargeassent une commission d'ingénieurs et de chimistes de l'étude complète de toutes les causes qui peuvent influer sur la vie des rails, en invoquant au besoin le concours des forges pour obtenir une série de rails du même type, mais de résistance et de dureté croissantes, qu'on placerait en des points très fatigués de la voie, ce qui permettrait de trancher sûrement la question en peu d'années.

(Bulletin du comité des forges de France.)

Sur les industries de la poterie et de la porcelaine au Japon. —

Les chroniques japonaises font remonter la première fabrication de la poterie à l'année 660 avant Jésus-Christ; ce n'est, toutefois, que vers l'ère chrétienne que cet art fit quelques progrès considérables. Dans l'année 1223 avant Jésus-Christ, de grands perfectionnements furent accomplis dans la fabrication et la décoration des objets de ce genre. Dans l'intervalle compris entre cette date et le seizième siècle s'établirent les grandes poteries d'Owari, Hizen, Mino, Kaza et Satsuma. C'est au commencement du xvi^e siècle qu'on commença de fabriquer le Rahn-Yaki, ou porcelaine craquelée. Le meilleur Hizen vieux, qui est encore le plus admiré, se faisait à Arita, Hizen, de 1580 à 1585; le vieux Satsuma date de 1592. Le consul général van Buren constate qu'on trouve les terres à porcelaine dans presque toutes les parties de la contrée, et que les différentes sortes ont leur gisement tout à fait à proximité des canaux et des rivières, ce qui est très avantageux à cause de la facilité du transport. Dans tous les cas, on trouve à l'état naturel toutes les variétés d'argile qu'on emploie dans la fabrication des poteries, et il n'est nullement nécessaire de fabriquer le quartzose ou les argiles fusibles comme on le fait dans les autres parties du monde, ce qui ajoute considérablement au coût de la marchandise. L'une des particularités de l'argile qu'on trouve au Japon est de contenir à la fois les matières fusibles et infusibles dans des proportions convenables pour fabriquer une porcelaine légère, très belle, transparente et durable. A Arita, dans l'Hizen, se trouve une argile qui contient $78 \frac{3}{4}$ pour 100 de silice et $17 \frac{3}{4}$ pour 100 d'alumine; on fabrique avec cette terre la porcelaine coquille d'œuf, délicate et translucide, sans addition d'aucune autre matière. Un banc adjacent fournit une argile qui contient 50 pour 100 de silice et 38 pour 100 d'alumine; c'est avec elle qu'on fait la porcelaine commune. On trouve la terre à poteries en grandes quantités dans les provinces de Yamashiro, Hoki, Turoo, Iyo, Hizen, Higo, Owari, Mikaera, Idyn, Musashi et Mino. On compte dans tout le Japon deux cent quatre-vingt-trois localités où se trouvent des dépôts d'argiles; plusieurs ne fournissent que des terres inférieures, mais on les utilise toutes dans les divers genres de poteries. On les réduit en poudre fine au moyen de ce qu'on appelle les *pilons à balancier*, actionnés dans certaines localités par la force de l'eau, mais le travail est souvent fait à la main. On sèche ensuite la poudre et on l'emmagasine sur des planches ou dans des caisses plates. La pâte que l'on en forme ne doit pas subir de fermentation. Le modelage est presque exclusivement fait sur la roue du potier, qui est établie sur un pivot tournant dans un œil de porcelaine. Généralement, le potier fait tourner la roue, mais dans l'Hizen elle est mise en mouvement par une courroie qui met en rapport son pivot avec une autre roue que fait tourner un enfant. Pour fabriquer des plats qui ne sont pas ronds, on se sert quelquefois d'un moule cru. Après que l'argile a reçu sa forme sur la roue, on l'enlève pour la faire sécher, et, après deux ou trois jours, lorsqu'elle est suffisamment sèche, on la soumet au polissage qui se fait sur la roue au moyen d'un couteau courbe tranchant. On transforme ensuite la matière en *bisque* ou biscuit, par

une cuisson préliminaire dans de petits fours ; elle est prête alors à recevoir la peinture, si elle doit être peinte sur biscuit, sinon, la glaçure. Dans tous les cas, la pièce doit aller au grand four pour la cuisson définitive. Les fours pour ce but sont toujours construits sur les flancs d'une colline ; ils sont unis les uns aux autres, augmentant de grandeur des inférieurs aux supérieurs, et sont étagés au nombre de quatre à vingt-cinq. Ces fours sont construits de telle sorte que le tirage de celui qui est le plus bas s'ajoute à celui des fourneaux placés au-dessus, qui ont chacun un foyer propre. Il résulte de cette disposition, que les fourneaux supérieurs sont de beaucoup les plus chauffés, et que l'on dispose en conséquence les objets : dans les fours inférieurs ceux qui demandent moins de cuisson, et dans les supérieurs ceux qui exigent la plus grande chaleur. Ces fours dependent les uns des autres et ont l'avantage d'économiser le calorique, mais ils sont ordinairement petits et mal construits, et la chaleur n'est dans aucun d'eux uniforme. La glaçure est faite avec de l'argile siliceuse et de la potasse extraite des cendres de bois. Cette potasse n'est pas d'un blanc pur, ce qui explique la couleur sale qu'on observe ordinairement dans la porcelaine japonaise, qui n'est pas peinte. Les peintures varient suivant les districts. Par exemple, dans l'Owary, la plus grande partie des porcelaines sont peintes au bleu de cobalt. On trouve le cobalt dans les escarpements qui avoisinent les dépôts d'argile et l'on s'en sert pour peindre les articles les moins chers ; on emploie aussi dans le même but le cobalt allemand. La peinture avec cette substance se fait ordinairement sur biscuit avant glaçure. Dans plusieurs districts on fabrique une très belle porcelaine que l'on peint sur vernis. Pour ce genre de peinture on mélange les couleurs avec un silicate de plomb et de la potasse, et l'on fait cuire la troisième fois dans un petit four à température basse. Les oxydes colorants en usage sont ceux de cuivre, de cobalt, de fer, d'antimoine, de manganèse et d'or. La peinture sur porcelaine japonaise peut être divisée en deux catégories : la décorative et la graphique. On emploie la première pour embellir les objets, et cette classe comprend toutes les terres, à l'exception de celles de Kaga. Ces dernières rentrent dans la catégorie graphique, on y représente au trait tous les commerces, occupations, jeux, coutumes et costumes du peuple, ainsi que le paysage, la flore et la faune de la contrée. La *porcelaine d'Owary* est fabriquée dans la province de ce nom ; elle n'est pas aussi transparente que celle qu'on fabrique dans l'Hizen, mais elle est plus forte et plus résistante. Les principales manufactures sont établies dans le village appelé Séto, à douze milles de la mer ; on compte dans cet endroit plus de deux cents fours. Cette porcelaine est le plus souvent peinte au bleu de cobalt, et ses ornements sont purement décoratifs ; ils consistent en branches d'arbres, en plantes vertes, fleurs, oiseaux, insectes, que l'artiste exécute généralement d'après nature. Toute la porcelaine d'Owari est de la vraie porcelaine dure, elle est forte et durable. Dans l'Hizen on fabrique un grand nombre de porcelaines, dont les plus estimées sont les *Eurari* que l'on fait à Arita, mais que l'on peint à Eurari. Les couleurs en usage sont le rouge, le bleu, le vert et l'or ; elles sont combinées en diverses proportions, mais, en règle générale, le rouge prédomine. Habituellement la surface

du vase est divisée en médaillons à figures, avec fonds alternativement rouges, bleus et blancs, les figures étant en vert, ou bleu et or. La porcelaine coquille d'œuf que l'on vend à Nagasaki est fabriquée dans cette province avec l'argile d'Arita, que l'on emploie sans autre fondant que celui que contient naturellement cette argile. La province de Satsuma est renommée pour sa porcelaine craquelée. Ce n'est que depuis quelques années qu'on y fabrique de grands vases de ce genre, la fabrication ancienne ayant été limitée à de petits articles. La glaçure est un silicate d'alumine et de potasse; la porcelaine supérieure est celle qui montre un réseau complet de très fines craquelures, et des peintures représentant des oiseaux et des fleurs; elle est remarquable par ses lignes délicates de vert, de rouge et d'or. Dans le Kioto, les objets fabriqués ressemblent tout à fait à ceux qu'on produit dans le Satsuma, mais ils sont plus légers et plus poreux, ils portent à peu près les mêmes décorations, qui consistent en fleurs et oiseaux. On connaît une sorte de porcelaine fabriquée dans le Kioto, qui s'appelle *Eraku*, dont tout le corps est couvert d'un oxyde rouge de fer, sur lequel sont tracées des figures symboliques en or. Kaga produit de la *faïence*, et le style de sa peinture ressemble à celui de toute la faïence du Japon; la couleur dominante est du rouge clair, combiné avec du vert et de l'or. Les dessins qui la décorent à profusion représentent des arbres, des plantes vertes, des fleurs, des oiseaux et des figures de toutes les classes du peuple, avec ses costumes, ses métiers et ses jeux. Le *Banko* se fabrique à la tête du golfe d'Owari; c'est une poterie sans vernis, très légère et durable, moulée en formes irrégulières et décorée avec des figures en relief. Dans l'île de Awadji, on fait une porcelaine à pâte tendre, délicate, crèmeuse et craquelée; sa décoration se compose d'oiseaux et de fleurs, mais toutes les figures ont leurs contours arrêtés par de fortes lignes noires. Le consul van Buren est convaincu que le Japon occupera, très prochainement, l'un des premiers rangs pour la poterie dans les marchés du monde, à cause de la grande variété et de l'excellence de ses argiles, de sa proximité de la mer, du bon marché de la main-d'œuvre, et de la beauté unie à l'originalité de ses produits. Déjà cette importante industrie a été vivement stimulée par les demandes de l'étranger, et par le succès des exposants japonais aux Expositions internationales de Vienne, de Philadelphie et de Paris.

(*Journal of the Society of arts.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION:

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 13 janvier 1882.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — M. *Franco* (Léon), ingénieur, rue de Châteaudun, 54, envoie

un certificat constatant la bonne exploitation du chemin de fer sur la route de Rueil à Marly par des locomotives de son système. Leur emploi dure depuis quatre années et réalise tous les avantages économiques et autres qu'avait signalés le rapporteur de la Société. (Arts mécaniques.)

M. Courcelles (E.), rue du Point-du-Jour, 104, à Paris. Mémoire sur un instrument de topographie, mis au concours par la Société. (Arts mécaniques.)

M. Vincent (D.), rue Saint-Gilles, 12, à Paris, balance-compteur servant à compter les menus objets. (Arts mécaniques.)

Société philanthropique de Passy-Auteuil pour la construction de maisons ouvrières économiques. (Commerce.)

M. Greil (G.), sous-intendant militaire au fort de Vincennes, ancien élève de l'École polytechnique, dépose sur le bureau de la Société un paquet cacheté contenant la description d'un moteur électrique pour la production et le transport à distance de grandes forces motrices.

Le dépôt de ce paquet est accepté.

M. Bonnefoy (J.-J.), ajusteur à l'usine Petin-Gaudet, à Rive-de-Gier, demande l'examen de la communication qu'il a faite à la Société sur une berceuse mécanique. (Arts mécaniques.)

M. Beuchot (Constant). Mémoire sur la navigation intérieure et internationale. (Commerce.)

M. Crépeaux, chef de bataillon du génie en retraite, à Ville-sur-Yron (Meurthe-et-Moselle), petite machine motrice pour atelier de famille. (Arts mécaniques.)

M. Delaurier, rue Daguerre, 77. Observations sur l'aimantation de l'acier et du fer par des vibrations mécaniques combinées avec l'action du magnétisme terrestre. (Arts économiques.)

Dans la partie imprimée de la correspondance, MM. les *Secrétaires* signalent :

Une brochure de M. Gremaillé, à Bordeaux, sur la soupe économique qu'il a présentée, il y a plusieurs années, à la Société et qui a été l'objet d'une récompense.

Cinq volumes des publications de la Société Smithsonienne.

Un volume, 1881, du *Journal de l'institut du fer et de l'acier*, à Londres.

Une brochure de M. Goetz, ancien agriculteur, sur son système de culture par prairies.

RAPPORTS. — *Mesures de précision*. — M. le colonel Goulier fait, au nom du comité des arts mécaniques, un Rapport sur une *mesure de précision* soumise à l'examen de la Société, par M. Aug. Cuvillier, mécanicien, rue Bénard, 20, à Paris-Montrouge.

Le Comité propose de remercier M. Cuvillier de sa communication et d'ordonner l'impression dans le *Bulletin* de la Société, du présent Rapport, accompagné d'un bois et d'une légende explicative.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

Tome IX. — 81^e année. 3^e série. — Février 1882.

COMMUNICATIONS. — *Impression photographique à l'encre grasse.* — M. Davanne présente au nom de M. Chardon des épreuves à l'encre grasse d'une grande perfection, obtenues par la gélatine bichromatée.

M. le Président remercie MM. Davanne et Chardon de leur communication qu'il renvoie à la commission du *Bulletin*.

Maisons ouvrières. — M. Cacheux, ingénieur, quai Saint-Michel, 25, fait une communication à la Société sur les moyens à employer pour réaliser, à Paris, la construction de maisons ouvrières convenables et économiques.

M. le Président remercie M. Cacheux de cette communication et en renvoie l'examen au comité du commerce et à celui des constructions et des beaux-arts.

NOMINATION DE MEMBRES. — Est nommé membre de la Société, sur la proposition de M. Dumas, président :

M. Lichtenstein (Jules), naturaliste, à Montpellier.

Séance du 27 janvier 1882.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — M. Vivien (A.), ingénieur-chimiste, à Saint-Quentin, rue de Baudreil, 16 bis, envoie une Note sur les précautions à prendre au sujet des incendies dans les théâtres.

Les morts qu'on a à déplorer, dit-il, sont généralement provoquées par l'asphyxie, parce que la fumée est si intense qu'il ne saurait en être autrement. On meurt asphyxié et non brûlé. Le moyen qu'il propose enlèverait la fumée de la salle ; il permettrait à tout le monde de sortir sans s'étouffer et donnerait en outre aux pompiers la possibilité d'attaquer le feu en restant dans la salle. (Arts économiques et constructions.)

M. Oriolle (P.), à Nantes (constructeur de navires, prairie au Duc). Note accompagnée d'un modèle, sur un extincteur automatique avertisseur des incendies. (Comité des arts économiques.)

M. Duponchelle (C.), dessinateur, rue Félix, 26, à Levallois-Perret (Seine). Lampe électrique à vapeur où la distance des charbons est réglée sans mécanisme compliqué. Leur équilibre relatif est établi par leur position sur des flotteurs placés sur deux colonnes liquides, et dont l'abaissement provient de l'évaporation d'une partie de ce liquide, causée par la chaleur même de l'arc voltaïque. (Arts économiques.)

M. Germain (Victor), serrurier, rue Beauregard, 30, à Paris, appelle l'attention de la Société sur deux inventions ; l'une est un appareil pour arrêter les tentatives des voleurs qui voudraient soustraire des objets dans une poche ; la deuxième est relative aux moyens de s'opposer aux incendies. (Arts économiques.)

M. Brull (A.), ingénieur civil, fait hommage à la Société d'un exemplaire de son Mémoire sur un chemin de fer à chaîne flottante construit à Ain-Sedma pour le

transport du minerai d'une mine de fer oxydulé magnétique, près du port de Collo. (Arts chimiques et arts mécaniques.)

M. *Ostlund* (C.), ingénieur civil suédois, rue Cavé, 28, à Levallois-Perret (Seine), annonce qu'il est inventeur d'un moyen de chauffage à flamme bleue par le pétrole brûlant sans mèche, sans fumée, sans odeur et sans danger. (Arts chimiques.)

M. *Lauriol* (C.), régisseur de plusieurs domaines à Saint-Césaire-lez-Nîmes (Gard). Mémoire sur les ennemis du phylloxera, appartenant au règne animal. (Agriculture.)

M. *Boudart* (A.), médecin, à Gannat (Allier), envoie à la Société un exemplaire de son *Guide pratique sur la chèvre nourrice au point de vue de l'allaitement des nouveau-nés*. Il signale la constatation d'un fait nouveau, d'après lui, et très important; c'est que la chèvre est réfractaire aux maladies congéniales transmissibles. (Agriculture et Commission du *Bulletin*.)

MM. les *Secrétaires* signalent parmi les pièces imprimées de la correspondance qui seront déposées à la bibliothèque :

La biographie de Baranowski, auteur de divers ouvrages pour faciliter aux Polonais l'étude du français et de l'anglais.

M. *Philippe* (G.), ingénieur civil, attaché au service municipal de la ville de Rouen, un Mémoire sur l'humidité dans les constructions et sur les moyens de s'en garantir. 1882, Paris, Ducher, éditeur.

M. *Casalonga*, ingénieur civil, la *Chronique industrielle*, rue des Halles, 15, à Paris. 4^e année, 1881.

COMMUNICATIONS. — *Compositeur pour les écritures sur les plans*. — M. le colonel *Goulier* présente, au nom de M. de la Noë, chef de bataillon du génie, un compositeur pour l'impression des écritures sur les dessins et sur les cartes topographiques.

M. le *Président* remercie M. le colonel *Goulier* et M. le commandant de la Noë de cette communication et en renvoie l'examen au comité des arts mécaniques.

Miroirs magiques en verre argenté. — M. de *Luynes* présente à la Société les nouveaux miroirs magiques en verre argenté de M. *Laurent* (Léon), rue de l'Odéon, 21, qui en expérimente un certain nombre au moyen de projections à la lumière électrique.

1^o Miroirs élastiques, à creusures; on les rend magiques par la compression ou la dépression de l'air en pressant légèrement à la main sur une poire en caoutchouc; les images noires et blanches qui se succèdent sont très nettes.

2^o Ces mêmes miroirs sont placés dans un autre support et sont courbés par des anneaux; ils deviennent alors magiques d'une manière permanente, donnant à volonté une image blanche ou noire.

M. *Laurent* passe ensuite à une série d'expériences nouvelles; elles ont pour effet de rendre magiques des miroirs en glace argentée, en appliquant sur la face argentée un cliché en relief qui soit plus ou moins chaud que cette surface.

Si le cliché est plus chaud, l'image est blanche; s'il est plus froid, elle est noire.

Le miroir peut être plan, convexe ou concave. Son épaisseur est aussi indifférente.

M. *Laurent* fait la même expérience sur un bloc de verre de 70 millimètres d'épaisseur et l'effet est tout aussi tranché. Des clichés avec du texte sont reproduits en blanc et en noir avec une netteté remarquable.

Enfin M. *Laurent* applique sur un miroir une feuille de papier d'étain sur laquelle il a écrit un nom : Dumas ; la partie en relief s'applique sur l'argenture et est pressée par un disque chaud, ce nom est reproduit en blanc et très lisiblement.

Toutes ces expériences confirment et élucident la théorie des miroirs magiques métalliques, japonais ou autres.

M. le *Président* remercie M. de *Luynes* et M. *L. Laurent* de ces intéressantes expériences, et en renvoie l'examen au comité des arts économiques.

Vidangeuse automatique. — M. l'abbé *Valette* présente à la Société l'appareil de M. *Mouras* (L.), à Vesoul, proposé, sous le nom de *Vidangeuse automatique*, pour régulariser la vidange. Dans cet appareil hermétiquement fermé, les matières et les liquides, dit-il, maintenus à l'abri du contact de l'air, s'écoulent par dilution, sans fermentation ni réaction chimique. (Arts économiques.)

Étude de la teinture. — M. *Decaux*, sous-directeur des teintures à l'établissement des Gobelins, fait à la Société une communication sur une méthode raisonnée pour l'étude de la teinture.

M. le *Président* remercie M. *Decaux* de cette intéressante communication et la renvoie à la commission du *Bulletin*.

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

M. *Delessert*, administrateur de la Compagnie du chemin de fer de l'Ouest, présenté par M. *Dumas*, président, et par M. le baron *Baude*, vice-président.

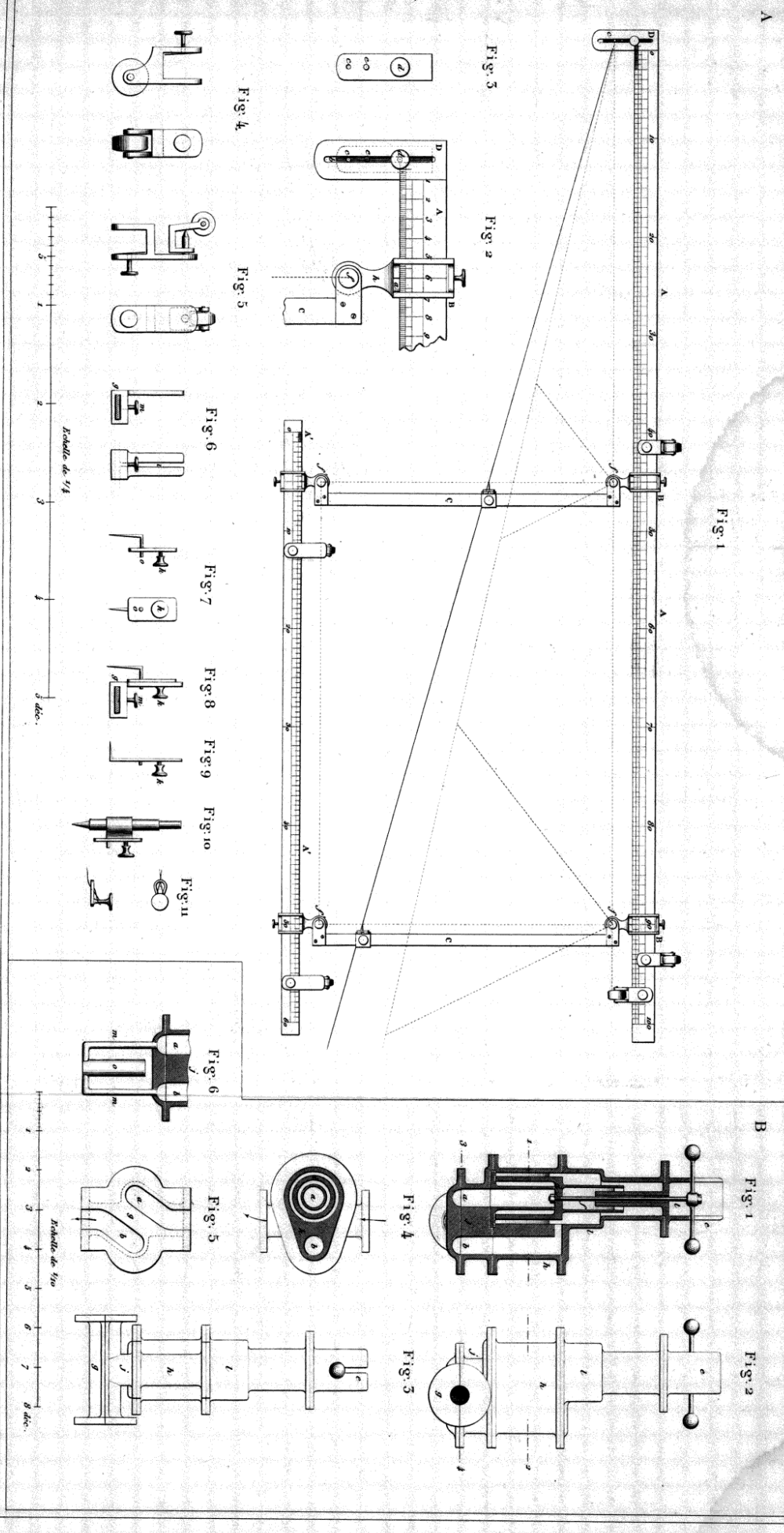
M. *Berthélemy*, constructeur d'instruments de précision.

M. de *Saint-Germain*, teinturier, ancien élève de l'École centrale.

M. *Levallois* (Ernest), négociant.

M. *Coget*, manufacturier, apprêteur de tissus.

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.



A - TACHYGRAPH-MÈSESE. B - OBTURATEUR À JOINTS HYDRAULIQUES POUR CONDUITES DE GAZ PAR M. G. JARRE.

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

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT fait par M. BAUDE, au nom du comité des arts mécaniques, sur un
SYSTÈME DE SUSPENSION INTÉRIEURE DES WAGONS, par M. ED. DELESSERT,
administrateur dans la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest.

Messieurs, les systèmes de suspension imaginés pour rendre les voitures de toute sorte agréables à ceux qui les occupent, ont été infiniment variés, et les perfectionnements de nos seuls ressorts d'acier donnent déjà un confortable bien ignoré de ceux qui montaient dans les carrosses de la cour de Louis XIV.

M. Édouard Delessert, dont le nom est si connu par les œuvres philanthropiques de notre siècle, propose d'adoucir encore les mouvements des ressorts les plus perfectionnés, par un système mécanique que nous décrirons en peu de mots. Il peut s'appliquer, d'ailleurs, non seulement aux wagons, mais aux voitures de toute sorte. Il est mis en pratique dans les ateliers de M. Binder, notre habile et célèbre carrossier ; il fonctionne depuis plusieurs mois sur douze voitures de première et de deuxième classe de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest.

Considérons un compartiment de wagon de chemin de fer, qui repose, avec le reste de la caisse, par des ressorts, sur les longerons : supposez maintenant que les sièges, leurs dossiers et le plancher découpé sous les pieds, forment un ensemble soutenu par des ressorts fixés sur les parties du plancher de la caisse voisines des parois, vous aurez ainsi une double suspension, sur laquelle reposera le corps entier du voyageur.

Lorsqu'on a voulu adoucir les mouvements du wagon sur les meilleures voies, on a tenté de soutenir le siège du voyageur ou les coussins par des ressorts en acier ou en caoutchouc. Il en résultait que les pieds appuyés sur le plancher, qui n'avait qu'une simple suspension, éprouvaient une trépidation fatigante et insupportable aux malades ou aux personnes nerveuses.

C'est en quoi l'invention de M. Delessert diffère de tous les prétendus perfectionnements de ce genre.

Quelques critiques pointilleux ont pu remarquer une petite oscillation du bout du dossier sur le plan vertical de la paroi du compartiment, et l'ont trouvée désagréable à l'œil ; mais cet effet ne s'observe que sur les parties de voie en mauvais état et telles qu'on n'en rencontre plus sur nos grandes lignes. Le confortable du voyageur n'en reste pas moins complet.

Nous donnons ici un croquis, en coupe, du système de M. Delessert, appliqué à une voiture de première classe. Il suffira pour faire bien comprendre la description que nous en avons faite. Le poids de la suspension est de 445 kilogrammes pour un compartiment de première classe et de 364 kilogrammes pour un de seconde. La dépense est de 900 francs environ pour le compartiment de première classe. Ce serait sans doute un peu cher, si on ne devait trouver une compensation dans la durée de la caisse par la réduction des chocs et des trépidations en marche.

Il y a dans les chemins de fer des gens qui travaillent pendant la marche et qui ont besoin d'une immobilité du véhicule aussi grande que possible : tels sont les agents des postes, qui préparent, en cours de route, le service des dépêches. Ces wagons sont lourds et sont pourvus de ressorts assez durs, en raison du poids qu'ils supportent. L'application du système de M. Delessert leur sera d'un grand secours.

Il ne faut pas oublier que le confort qu'éprouve le voyageur dans un wagon immobile et silencieux tient surtout à l'aménagement de l'ensemble du véhicule. Ayez des roues à diamètres parfaitement égaux, à profils réguliers de jantes, à poids identiques qui, avec l'essieu, ont un centre de gravité et un centre de figure qui se confondent ; par une étude particulière, mettez les flexions de nos ressorts bien en rapport avec les charges qu'ils doivent supporter ; en travaillant ainsi à la sécurité des trains de grande vitesse, vous satisferez les voyageurs les plus difficiles. Nous citerons, comme exemple, les voitures du chemin de fer du Nord qui, grâce aux appareils ingénieux de M. l'ingénieur Bricogne, que nous avons plaisir à nommer, permettent de se livrer aux vérifications les plus minutieuses. Mais ces soins, que l'on aime

à recommander, sont indépendants du système de double suspension que nous examinons, et qui, d'ailleurs, ne saurait que s'en trouver bien.

La liberté est un grand moyen de perfectionnement dans les Compagnies de chemins de fer : elles apprécieront. Quoi qu'on en ait dit, elles savent que leur intérêt, qu'elles ne négligent pas, est de persévérer dans une voie constante d'améliorations.

Votre comité vous propose donc, Messieurs, de remercier M. Édouard Delessert de son intéressante communication, et de faire insérer le présent Rapport, avec le dessin qui l'accompagne, dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : BAUDE, rapporteur.

Approuvé en séance, le 9 décembre 1881.

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 140, RELATIVE AU SYSTÈME DE SUSPENSION
DELESSERT.

Fig. 1. Coupe suivant le milieu du siège.

A, support du système.

B, ressort de suspension du système.

C, siège.

D, plancher mobile faisant corps avec le siège.

F, dossier mobile.

G, articulation du siège au dossier.

Fig. 2. Vue de l'extrémité du siège.

H, support du système.

I, ressort de suspension du système.

J, accoudoir du siège.

K, plancher mobile faisant corps avec le siège.

L, plancher fixe de la voiture.

M, dossier mobile.

N, articulation du siège au dossier.

Le dossier, à sa partie supérieure, est appuyé sur le fond de la voiture.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT fait par M. le colonel GOULIER, au nom du comité des arts mécaniques, sur la MESURE DE PRÉCISION de M. AUG. CUVILLIER, mécanicien, rue Bénard, 20, à Paris-Montrouge.

Messieurs, l'instrument que M. Cuvillier a fait breveter et qu'il a soumis à votre examen est destiné aux ateliers de précision. Il a pour objet de mesurer, avec l'exactitude du centième de millimètre, non seulement de petites épaisseurs, comme on le fait avec les calibres à vis, dits *palmers*, surtout avec ceux qui sont munis d'un bouton de sûreté (1), mais encore de grandes épaisseurs, comme on les obtient avec les *mesures* dites à *becs*.

M. Cuvillier reproche à ces dernières le manque de précision résultant de ce que le vernier ne donne habituellement que les dixièmes de millimètre, et de ce que l'œil hésite souvent à reconnaître le trait de ce vernier, qui coïncide avec un trait de la règle. Cette critique paraît bien exagérée ; car, quand la division est correcte, quand les traits ont la netteté voulue, à moins qu'il ne soit très presbyte, un observateur peut, non seulement lire les dixièmes, mais encore estimer sans hésitation les vingtièmes de millimètre. D'ailleurs, si l'on munissait un instrument de ce genre d'un vernier donnant les vingtièmes de millimètre et d'une loupe fixe de 5 à 6 centimètres de foyer, on obtiendrait facilement les fractions, *par estime*, à un centième de millimètre près.

Quoi qu'il en soit, M. Cuvillier n'a pas voulu avoir recours à cette amplification optique qui, peut-être, rendrait l'instrument trop fragile pour l'usage d'un atelier, et il a cherché à faire lire les centièmes de millimètre sur une échelle ayant des divisions larges, comme on le fait avec les *palmers*,

(1) Quand, avec un palmer ordinaire, on mesure les dimensions de petits objets, par exemple les diamètres de fils métalliques fins, on a toujours à craindre des erreurs causées par les déformations que des pressions variables de la vis produisent sur la pièce à mesurer. Dans les *palmers* à bouton de sûreté, on évite ces erreurs, parce que le mouvement de la vis y est déterminé par le *frottement gras* du bouton sur lequel on agit ; d'où il résulte que la pression, contre l'objet à mesurer, est limitée à l'effet de ce frottement et est toujours identique. Aussi a-t-on pu utilement munir ces appareils de tambours divisés en cent parties, et arrive-t-on, avec quelque soin, à obtenir une précision correspondant à 1/300 de millimètre et quelquefois à une fraction plus faible.

avec les *comparateurs à levier*, avec les *coins divisés*, etc. Voici comment il a résolu le problème :

Son instrument se compose, comme les mesures dites à bec, d'une règle qui est divisée en millimètres et le long de laquelle se meut une *boîte* portant un *bec mobile*; mais on a tracé sur la boîte, au lieu d'un vernier, un simple trait de repère (1) destiné à être amené en regard d'un trait quelconque de la division de la règle. Une vis de pression permet, d'ailleurs, de fixer alors la boîte sur cette règle.

A l'extrémité gauche de celle-ci s'élève un cylindre qui fait fonction de bec fixe. Ce cylindre comprend deux pièces : d'abord une *broche* ou *axe* en acier fixé invariablement sur la règle, puis un *manchon*, aussi en acier, qui tourne autour de cet axe. Le canal, qui est percé dans le manchon et que l'axe remplit, est excentré d'un demi-millimètre par rapport à la surface cylindrique extérieure; de telle sorte que, aux deux extrémités d'un même plan diamétral, les épaisseurs du manchon diffèrent de 1 millimètre. Il en résulte que si, après avoir orienté le manchon de telle sorte que la génératrice correspondant à la moindre épaisseur soit en contact avec le bec mobile, on fait faire une demi-révolution à ce manchon, la plus forte épaisseur viendra en regard du même bec qui, alors, devra rétrograder de 1 millimètre. Mais, pendant la demi-révolution du manchon, le mouvement de recul aura été progressif et aura passé par toutes les valeurs comprises entre 0 et 1 millimètre. Les valeurs de ces déplacements sont lues sur un *tambour*, de 45 millimètres de diamètre, qui est fixé à la base du manchon, qui est centré sur l'axe, et qui porte une division en parties inégales, dont chacune correspond à un déplacement de un centième de millimètre. Un *index*, fixé à la règle, permet, d'ailleurs, de faire la lecture sur cette division.

Voici, alors, comment on effectue une mesure. On met le trait 100 du tambour en regard de l'index fixe; puis on fixe la boîte du bec mobile de telle sorte que son index soit en regard d'un trait de l'échelle, et que la distance des becs excède, de moins de 1 millimètre, la grandeur de la pièce à mesurer. On fait ensuite tourner le manchon, avec le tambour, jusqu'à ce que

(1) Le modèle présenté à la Société porte un trait unique. Par suite, la coïncidence cherchée manquera de précision. L'inventeur remédiera dorénavant à cette imperfection en flanquant le trait index de deux autres traits, distants du premier de 95 à 96 centièmes de millimètre. Dans ces conditions, en cherchant à obtenir, non pas la *coïncidence* du trait moyen, mais bien l'*égalité des écarts* entre les deux traits adjacents et les traits correspondants de l'échelle, on donnera à la boîte la position voulue à moins de un centième de millimètre près.

la pièce soit pincée légèrement contre les deux becs. Alors, en regard du repère du tambour, on lit, sur la division de celui-ci, le nombre de centièmes de millimètre qu'on doit ajouter au nombre entier de millimètres indiqué, sur l'échelle, par l'index du bec mobile. La lecture des centièmes se fait, d'ailleurs, sans hésitation et sans fatigue, car chacun d'eux correspond, sur le tambour, à un intervalle dont le minimum est un demi-millimètre.

L'emploi de l'instrument est donc commode. D'ailleurs, sa construction n'est pas aussi délicate qu'on serait tenté de le supposer. En effet, si l'on étudie la théorie du manchon excentrique, on constate que la division du tambour peut être identique pour tous les instruments (1), quel que soit le diamètre extérieur du manchon. La seule condition à remplir, c'est que l'excentricité de ce cylindre soit juste un demi-millimètre (2). Or, en fabrication courante, on réalise facilement cette condition en tournant le manchon, fixé par frottement sur un arbre aux pointes duquel on aura donné, une fois pour toutes, cette excentricité de un demi-millimètre. On peut donc exécuter, sans sujétion, le manchon et la division de son tambour. Il ne reste plus, ensuite, qu'à tracer l'index de celui-ci dans une position convenable,

(1) Soient : e , l'excentricité, n , le nombre de centièmes correspondant à un trait, et a , l'arc correspondant compris entre ce trait et le trait 100 ; on aura :

$$\frac{n}{100e} = 1 - \cos a$$

ce qui, pour $e = 0^{\text{mm}},5$, donne :

$$\frac{n}{50} = 1 - \cos a.$$

On voit, par cette expression, que la division correspondante à une demi-circonférence, comprise entre les traits chiffrés 0 et 100, est symétrique par rapport au trait 50.

La division de l'instrument présenté à la Société a été faite expérimentalement et par des procédés peu rigoureux. Il n'est donc pas étonnant qu'elle ne satisfasse pas exactement à la formule ci-dessus. Mais il est remarquable que les discordances n'atteignent jamais deux centièmes de millimètre. Au reste, c'est là une imperfection qui n'existera plus dans les instruments en construction.

(2) Théoriquement, comme les diverses génératrices du manchon touchent le bec mobile en des lieux différents, il faudrait que la surface de contact de ce bec mobile fût, comme dans les mesures à bec ordinaires, un plan perpendiculaire aux arêtes de la règle. Mais les erreurs causées par un léger défaut de perpendicularité, soit sur la longueur, soit sur la largeur de ce bec, seraient négligeables, pourvu que les génératrices du manchon fussent bien parallèles à ce plan.

On ne pourrait pas accorder la même tolérance pour la rectitude de la règle. Celle-ci doit être parfaite, ici comme dans toutes les mesures à bec.

qu'on détermine en faisant en sorte que le manchon vienne au contact du bec mobile, dans deux positions pour lesquelles le trait 50 du tambour et un trait diamétralement opposé seront mis en regard de cet index.

Ces diverses considérations ont engagé le comité des arts mécaniques à formuler son opinion ainsi qu'il suit :

Sans chercher à comparer le mérite de la mesure de précision de M. Cuvillier avec celui d'autres appareils analogues, qui existent dans quelques ateliers, ou que l'on pourrait réaliser pour remplir la même destination, le comité a vu avec intérêt, dans cet instrument, une application originale du principe des excentriques, application rendue pratique par des procédés de construction suffisamment simples et sûrs. Il a constaté, d'ailleurs, avec satisfaction, la perfection du travail de l'instrument qui vous a été présenté. Aussi ce comité a-t-il l'honneur de vous proposer, Messieurs, de remercier M. Cuvillier de sa communication et d'ordonner l'impression, dans le *Bulletin* de la Société, du présent Rapport, accompagné d'un bois et d'une légende explicative.

Signé : GOULIER, rapporteur.

Approuvé en séance, le 13 janvier 1882.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA MESURE DE PRÉCISION DE M. AUG. CUVILLIER.

Fig. 1. Élévation.

Fig. 2. Plan, et coupe selon A B.

Les deux figures sont à l'échelle 3/4.

r, règle d'acier divisée en millimètres.

c, boîte en laiton qui coulisse sur la règle.

b, bec mobile en acier, brasé sur la boîte *c*.

I, index que l'on peut amener en regard de l'un quelconque des traits de la division de la règle. Il est flanqué de deux petits traits dont les distances à l'index *I* sont égales et moindres que 1 millimètre. La comparaison des *écarts* entre ces traits et deux traits de la règle, assure la précision de la concordance de l'index et du trait correspondant de cette règle.

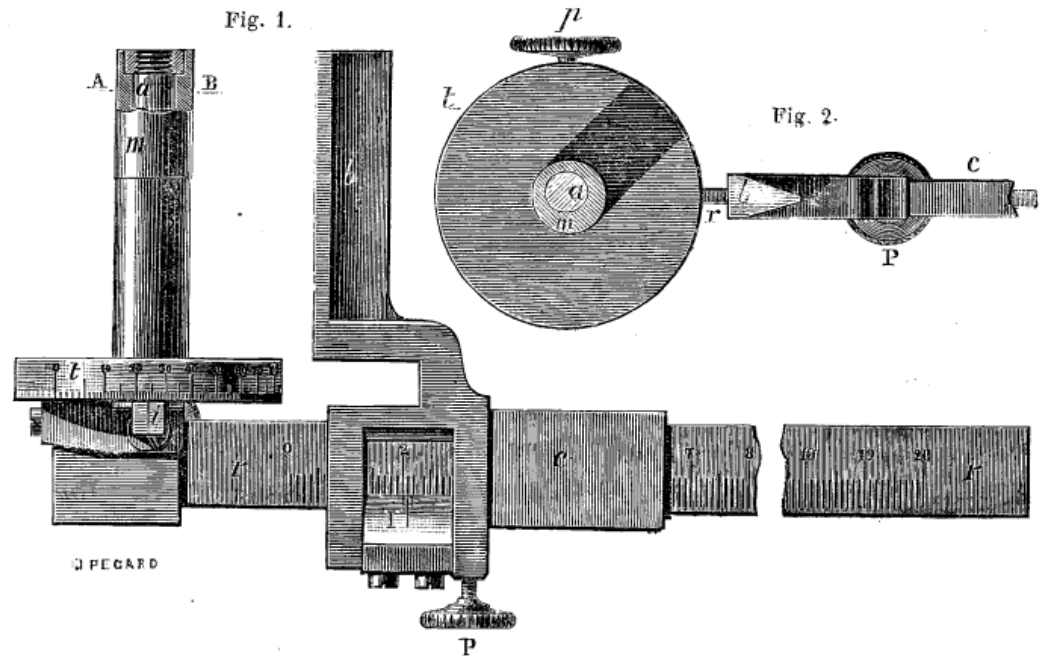
P, vis de pression fixant la boîte dans la position voulue.

a, Axe en acier du bec immobile, fixé à l'extrémité de la règle.

m, manchon excentrique en acier, tournant autour de l'axe *a*.

t, tambour divisé, brasé sur le manchon et centré sur l'axe *a*.

Selon que les traits qui, sur ce tambour, sont chiffrés 0 ou 100 sont mis en regard



d'un index i , la distance de la surface du manchon à celle du bec mobile est, soit égale au nombre de millimètres lus par l'index I , soit d'une unité plus grande que ce nombre. Lorsqu'un autre trait du tambour est en regard de i , le nombre correspondant à ce trait indique le nombre des centièmes de millimètre qu'il faut ajouter à la lecture faite en I pour avoir la distance actuelle des deux becs.

P , vis de pression agissant, au moyen d'une pince, sur un collier qui est placé à la base du tambour et qui est centré sur l'axe a . Elle permet de fixer le tambour dans une position quelconque.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT fait par M. SIMON, au nom du comité des arts mécaniques, sur le PROCÉDÉ DE DÉCORTICATION DES ORTIES TEXTILES, présenté par M. A. FAVIER, ancien élève de l'École polytechnique, capitaine du génie démissionnaire.

Messieurs, il existe, parmi les végétaux susceptibles de fournir de la filasse, un certain nombre de variétés d'orties désignées tantôt sous le nom général de *ramie* ou *ramieh*, tantôt sous celui de *rhea* ou simplement d'ortie de la Chine, en anglais China-grass.

Les fibres fournies par ces diverses sortes d'urticées (*urtica nivea*, *urtica utilis*) possèdent des propriétés remarquables : elles sont longues, résistantes, soyeuses et brillantes, lorsqu'elles ont été convenablement préparées.

Les Chinois, qui pour tant d'autres produits nous ont tracé la voie, n'ont eu garde de négliger ce textile et sont parvenus, depuis longues années, à en tirer bon parti. « Tout porte à croire — dit M. Decaisne, dans un Mémoire « publié en 1845 — que les fibres de l'ortie de la Chine ont été employées « au VII^e siècle. Lobel, sous le règne d'Élisabeth, savait déjà qu'aux Indes, à « Calicut et à Goa, on fabriquait des tissus très fins avec diverses orties qu'on « importait en Europe. En Hollande surtout, on recevait cette substance et « on fabriquait des étoffes préférables à celles du lin. »

Le nom de *netel-dæk*, donné à la mousseline dans ce pays, dérive des racines *netel* (ortie) et *dæk* (étoffe).

A ceux qui attacheraient peu de prix aux études visant l'utilisation manufacturière plus complète des fibres du china-grass, aux chercheurs trop exclusifs suivant lesquels la ramie serait de nature à supplanter tous les autres textiles, l'extrait ci-après, emprunté à l'un des ouvrages de Michel Alcan, fournit, suivant nous, la meilleure réponse :

« Le china-grass, par sa pureté relative, le brillant de ses fibres les plus « fines et son affinité pour les matières tinctoriales, paraît avoir quelque « supériorité sur le lin et lui est préférable dans certains mélanges avec la « laine et la soie... Le jute et le china-grass nous semblent sous tous les « rapports des auxiliaires du chanvre et du lin, dont ils sont destinés à éten- « dre le domaine, mais ils ne peuvent en aucun cas être considérés comme « des succédanés du coton (1). »

Le plus grand obstacle à l'emploi de l'ortie de la Chine, très répandue ou facilement acclimatée dans la majeure partie des contrées méridionales, tient à la faible proportion des filaments eu égard au volume de la plante, aux conditions particulières de la récolte, au prix de revient relativement élevé de la filasse.

M. Favier, qui vous a soumis son procédé de décortication, indique parfaitement la nature de ces difficultés dans un brevet pris à la date du 16 mai 1879 : « La ramie sèche ou verte — dit-il — est tellement encombrante « qu'il faut la hacher sur place. Les machines qui traitent la matière à l'état « sec, exigent un passage préalable des tiges à l'étuve, ce qui, à la rigueur,

(1) *Traité de la filature du coton*, par Michel Alcan, 2^e édition, p. 120.

Tome IX. — 81^e année. 3^e série. — Mars 1882.

« est possible à l'usine mais non en rase campagne. Les machines qui traitent la plante à l'état vert ne peuvent en extraire plus de 50 pour 100 de la filasse qu'elle contient, lorsque la décortication suit immédiatement la coupe, et le rendement tombe à zéro, lorsque la coupe remonte à quelques heures. »

Ces considérations expliquent comment, malgré une liste déjà longue de machines proposées pour la décortication, le prix de 5 000 livres destiné par le gouvernement indien au meilleur outillage, n'a pu être encore décerné. M. Favier rejette le rouissage comme impraticable avec les grosses tiges de l'ortie de la Chine, dans lesquelles la fibre est pour ainsi dire noyée au milieu d'une masse considérable de matière gomme-résineuse. Sans parler des quantités d'eau nécessaires, du volume et du poids des matières à manipuler, le plus grave inconvénient serait, d'après lui, de provoquer l'altération de certaines parties de la filasse, avant que le reste ne fût seulement détaché de la chénevotte. M. Favier s'est inspiré des moyens pratiqués en Chine et retracés par M. Ramon de la Sagra dans une Notice consacrée à la description et à la culture de l'ortie de la Chine : « Lorsque le cultivateur chinois procède au détachement de l'écorce en même temps qu'à la coupe des tiges, le coupeur tenant son couteau d'une main, fait une incision au bas de la plante et, de l'autre main, saisit les deux parties de l'écorce ; la plante se trouve à moitié dépouillée jusqu'aux feuilles. D'un second coup de couteau l'ouvrier coupe le tuyau de la plante et, le prenant par le bas d'une main, de l'autre il enlève le restant. Il jette les deux écorces sur son dos, attaque une autre plante et ainsi de suite.... Les Chinois opèrent ce dépouillement avec une dextérité et une vitesse extrêmes. Les feuilles restent sur place pour servir d'engrais et, avec les tiges dégarnies, on fait des allumettes, ou bien on les utilise pour entretenir le feu sous la chaudière dont on se sert plus tard pour donner une seconde préparation aux écorces.....

« Lorsque l'écorce n'est pas détachée, lavée, séchée et emballée aussitôt après la récolte, les tiges sont d'abord desséchées au soleil et emmagasinées pour attendre l'hiver. Alors on les met tremper dans de l'eau chaude, afin de ramollir les écorces et de pouvoir les détacher facilement. Elles sont mises ensuite à sécher ; on les bat pour les assouplir.... (1) ».

(1) *Description et culture de l'ortie de la Chine*, par Ramon de la Sagra, membre correspondant de l'Institut, 1869.

Voici maintenant comment procède M. Favier.

Les tiges d'ortie récemment coupées et mesurant, suivant provenance, de 1^m,50 à 3 mètres et même davantage, sont placées dans une caisse en bois. La caisse, une fois remplie et close, est mise en communication soit avec un générateur de vapeur, soit avec un appareil à gaz ou à air chaud. La vapeur paraît de tous points préférable. Dès que la buée se dégage par les joints de la caisse, l'opération est terminée, si la récolte est récente; dans le cas contraire, il convient de prolonger l'action de la vapeur proportionnellement au temps écoulé depuis la coupe. Les tiges sont ensuite remises à des enfants qui séparent avec facilité la partie corticale contenant les fibres du bois, ou chénevotte.

M. Favier a pu, grâce à l'obligeance de M. Hervé Mangon, alors directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, traiter dans la salle des machines en mouvement de cet établissement, quelques kilogrammes de ramie et démontrer la praticabilité du procédé.

M. Favier, toutefois, nous paraît s'être fait illusion sur les quantités de tiges qui pourraient être décortiquées à la main, quand il estime qu'un enfant de dix à douze ans dépouillerait par jour 250 à 300 kilogrammes de tiges vertes. Nous n'avons pas été témoin de l'expérience réalisée au Conservatoire, mais quelle que soit la facilité avec laquelle l'enveloppe fibreuse se détache du canal ligneux, quelle que soit la dextérité de l'opérateur, on a peine à concevoir la manipulation quotidienne d'un pareil poids de tiges, même de la part d'un ouvrier adulte.

M. Favier ne se borne point à l'opération préliminaire qui vient d'être indiquée. Ayant reconnu qu'en allant du centre à la circonférence, on trouve successivement, autour du canal formé par la chénevotte, une première couche de gomme, puis les fibres textiles, une deuxième couche gommorésineuse et enfin l'écorce brune extérieure, il propose deux méthodes pour arriver à la séparation de ces différentes couches.

Le premier moyen se borne à prolonger la durée du séjour des tiges dans un milieu dont la température est peu supérieure à 100 degrés centigrades; le second procédé, que l'auteur recommande comme plus rapide et plus efficace, consiste à surélever la température à 150 degrés environ et toujours proportionnellement au temps écoulé depuis la coupe des orties, la vapeur surchauffée convient bien.

Quel que soit le mode adopté, il devient facile non seulement de séparer la chénevotte de la totalité de son enveloppe, mais de dissocier les diverses

parties de cette enveloppe, d'en extraire les filaments soit à la main, soit mécaniquement à l'aide d'une brosse, de manière à obtenir des rubans fibreux débarrassés de l'écorce et d'une partie de la gomme.

Nous ne pensons pas comme M. Favier qu'il soit alors possible de soumettre directement au peignage les rubans obtenus. La gomme, qui enrobe les filaments, constituerait encore un sérieux obstacle au travail manufacturier et occasionnerait une augmentation sensible de déchet. L'auteur du procédé s'est placé, d'ailleurs, au point de vue exclusivement agricole et ne s'est pas préoccupé des transformations ultérieures de la filature; il a cherché les moyens propres à assurer à la culture de la ramie des débouchés plus étendus, grâce à l'adoption de traitements praticables en tous pays.

L'emploi d'un générateur de vapeur, qui pourrait être locomobile et qui trouverait son combustible dans les débris ligneux de la plante, ne constitue pas aujourd'hui une difficulté d'application.

La séparation manuelle des rubans fibreux, pour des quantités importantes et en présence de l'élévation sans cesse croissante de la main-d'œuvre, semble d'une réalisation plus délicate et devrait être remplacée par une action mécanique.

Quoi qu'il en soit, les procédés décrits par M. Favier, forment un trait d'union entre les moyens primitifs de l'extrême Orient et les méthodes de la manufacture européenne; ils constituent comme une première étape dans la voie de la décortication industrielle. C'est à ce titre et sous bénéfice des réserves indiquées plus haut, que votre comité des arts mécaniques vous propose de remercier M. Favier pour son intéressante communication et de voter l'insertion du présent Rapport au *Bulletin*.

Signé : SIMON (Édouard), rapporteur.

Approuvé en séance, le 10 février 1882.

BEAUX-ARTS.

IMPRESSION PHOTOGRAPHIQUE A L'ENCRE GRASSE.

M. Davanne présente, au nom de M. Chardon, des épreuves à l'encre grasse d'une grande perfection, obtenues par la gélatine bichromatée.

Il y a quatre ans, dit-il, j'appelais l'attention de la Société sur un procédé photographique permettant de remplacer la pierre lithographique par une surface continue de gélatine bichromatée.

Sous l'influence de la lumière et selon les transparences plus ou moins grandes d'un cliché, cette couche de gélatine devient plus ou moins imperméable à l'eau; un rouleau chargé d'encre grasse, passée sur la surface, y dépose l'encre dans une proportion inverse de la perméabilité et on obtient ainsi, sur tous supports auxquels la gélatine peut adhérer d'une manière suffisante, des épreuves solides, durables, par des moyens semblables à ceux qu'emploie la lithographie.

Mais les procédés nouveaux ne pénètrent que lentement dans la pratique et on leur oppose une foule de reproches qui doivent s'adresser bien plus à la main qui les met, ou qui refuse de les mettre en œuvre, qu'au procédé lui-même. Nous savons qu'une méthode excellente en principe peut donner de médiocres résultats, même employée par son inventeur, si celui-ci est un médiocre opérateur.

M. le Président de la Société française de photographie, M. Peligot, a pensé qu'il était intéressant de vous montrer que ces procédés, entre des mains habiles, peuvent donner de remarquables épreuves, et c'est ainsi que j'ai été chargé de vous présenter quelques impressions faites par M. A. Chardon. M. Chardon est un de vos lauréats; c'est un inventeur qui, avant de donner ses loisirs à la photographie, a été un imprimeur en taille-douce hors ligne, sachant comprendre toutes les différences artistiques d'une impression soignée, fabriquant lui-même ses encres, modifiant la structure de ses papiers pour arriver au résultat qu'il voulait atteindre, et apportant maintenant à ses délasséments photographiques les soins qu'il accordait autrefois à son industrie artistique.

Lorsqu'il a obtenu soit en reproduction, soit d'après nature, un cliché tel qu'il le comprend, et en regardant la petite épreuve d'une gravure d'enfant qui vous est présentée, on serait tenté de dire quand il a un cliché irréprochable, il l'imprime sur une couche de gélatine bichromatée adhérente à une planche de cuivre grainée, suivant le procédé donné autrefois par MM. Tessié du Motay et Maréchal fils, de Metz. Après les lavages et séchages nécessaires il encre cette surface au rouleau et tire l'épreuve comme une lithographie.

Mais dans la série successive des opérations, il a apporté quelques modifications dues surtout à cette grande habitude de l'impression, qu'il sait mieux que tout autre mettre au service de la nouvelle méthode.

D'abord, suivant les sujets, il saura mélanger les diverses qualités de gélatine pour obtenir une couche plus ou moins dure, soit qu'il veuille une

reproduction un peu sèche ainsi qu'il convient pour la gravure, ou un certain moelleux qui sera nécessaire pour les vues d'après nature. Ayant eu à combattre le gonflement, le relief humide de la gélatine qui s'accuse justement dans les parties qui ne doivent pas être encrées, tandis que le rouleau doit avec plus de peine déposer son encre sur les parties imperméables qui sont en creux, il a fait avec M. Gobert des essais pour remplacer la gélatine pure par un mélange de gélatine et d'albumine; celle-ci, qui, dans les conditions ordinaires, se dissoudrait par son contact avec l'eau, devient insoluble, sinon imperméable sous l'action de la lumière si elle a été mélangée avec un bichromate alcalin, mais elle ne se gonfle pas et le relief importun se trouve d'autant diminué. — La petite gravure d'enfant a été obtenue par ce moyen nouveau que je ne fais que mentionner, car il est encore à l'essai et les auteurs le donneront quand ils en auront fait une étude plus complète.

Le rouleau a une importance assez grande sur le résultat; tandis qu'en lithographie ordinaire on emploie généralement le rouleau fabriqué en mettant à l'extérieur le pelucheux de la peau, il faut, le plus souvent, pour l'impression sur gélatine, employer le rouleau garni en mettant à l'extérieur le côté lisse, la fleur du cuir.

L'encre doit être choisie avec le même soin, la viscosité doit varier suivant les sujets. Lorsque ces divers points sont étudiés par celui qui doit diriger l'impression, le travail devient en quelque sorte facile. En Allemagne ce sont des femmes qui font ce genre d'impression et souvent même on imprime à la machine.

En France, nous éprouvons toujours une sorte de résistance pour l'adoption de cette méthode; pourtant je crois que les épreuves qui vous sont présentées, prouvent que les difficultés les plus grandes ne viennent pas du procédé, mais du manque d'habitude et du manque d'ouvriers sachant le mettre en œuvre.

ARTS PHYSIQUES.

SUR LE TRANSPORT ÉLECTRIQUE DE L'ÉNERGIE, PAR M. MAURICE LÉVY, INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSÉES, PROFESSEUR A L'ÉCOLE CENTRALE, SUPPLÉANT AU COLLÈGE DE FRANCE.

§ 1. — *But de l'opération du transport de l'énergie.* — Le but de l'opération est ceci :

On dispose en un certain lieu A d'une source permanente d'énergie sous forme quelconque (travail mécanique, chimique ou calorifique); on voudrait l'utiliser sous la même forme ou sous une forme différente, en un autre lieu B placé à une distance quelconque de A.

§ 2. — *Equations fondamentales du problème.* — Supposons d'abord les deux points A et B reliés par un circuit simple ou unifilaire.

On placera, au point A, un appareil propre à produire un courant en consommant l'énergie dont on dispose. Ce sera une machine magnéto ou dynamo-électrique, si l'énergie dont on dispose est mécanique; une pile, si l'énergie est chimique, etc.

En B, on placera, au contraire, un appareil propre à recevoir le courant et à en transformer l'énergie, de manière à lui donner la forme que l'on désire obtenir. Ce sera un moteur électrique, un appareil à galvanoplastie, des appareils à lumière, etc., suivant la nature de l'énergie qu'il s'agit de produire.

Soit T_m le travail fourni, par seconde, à l'appareil générateur du courant et que nous appellerons travail moteur; soit T_u le travail produit par seconde par l'appareil récepteur et que nous appellerons travail utile.

Par cela seul que l'appareil A reçoit de l'énergie, il devient le siège d'une force électro-motrice telle, qu'elle reproduise exactement dans le circuit la quantité d'énergie reçue du dehors par l'appareil. Or, d'après la loi de Joule, si on désigne par E cette force électro-motrice et par I l'intensité du courant supposé constant qu'elle fera naître, son travail par seconde sera EI ; tel est donc aussi le travail moteur reçu par l'appareil A; d'où la relation :

$$T_m = EI \quad (1).$$

L'appareil B, par cela seul qu'il *produit* un travail extérieur T_u , devient le siège d'une force électro-motrice E' dirigée de façon à diminuer l'énergie du circuit de tout le travail produit au-dehors. Il faut donc que cette force soit dirigée en sens contraire du courant. La quantité d'énergie qu'elle enlèvera au circuit sera $E'I$; tel sera donc aussi le travail produit par l'appareil et on aura :

$$T_u = E'I \quad (2).$$

D'ailleurs le régime permanent étant supposé établi, le théorème des forces vives nous apprend que le travail moteur se compose du travail utile, plus du travail perdu à échauffer le circuit. Or, si S est la résistance totale du circuit, se composant de la somme des résistances des appareils générateur et récepteur et du circuit extérieur, ce dernier travail est, d'après la loi de Joule, égal à SI^2 . Donc :

$$T_m - T_u = SI^2 \quad (3).$$

Les trois équations très simples (1), (2), (3) sont les seules dont nous aurons besoin. Elles permettent, comme nous l'avons déjà montré dans nos communications présentées aux séances des 7, 14 et 21 novembre 1881 de l'Académie des sciences, d'étudier toutes les circonstances importantes du problème du transport de l'énergie, *quelle que soit la forme de l'énergie et quelle que soit la nature des appareils ou machines employés pour réaliser l'opération.*

Elles ne contiennent, en effet, en tout, que six quantités, à savoir :

T_m	T_u
E	E'
I	S

Si donc on en connaît trois, on pourra trouver les trois autres.

Supposons qu'on se donne la résistance S du circuit, le travail utile T_u qu'on désire obtenir et enfin la force électro-motrice E de la machine qu'on emploie. Les trois inconnues sont alors : 1° le travail moteur T_m qu'il faut dépenser, ou, si on veut, le rapport $\frac{T_u}{T_m}$ du travail obtenu en B au travail dépensé en A, c'est-à-dire, le rendement ; 2° l'intensité I du courant ; 3° la force électro-motrice E' qui naîtra en B.

La résolution des équations donne facilement :

$$\left. \begin{aligned} I &= \frac{E \pm \sqrt{E^2 - 4 S T_u}}{2 S}, \\ E' &= \frac{E \pm \sqrt{E^2 - 4 S T_u}}{2}, \\ \frac{T_u}{T_m} &= \frac{E'}{E} = \frac{1}{2} \mp \frac{1}{2} \sqrt{1 - \frac{4 S T_u}{E^2}}. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

§ 3. — *Conditions de possibilité de l'opération.* — Pour que l'opération soit possible, c'est-à-dire, pour que le courant puisse exister, il faut que I soit réel, ce qui exige que :

$$S < \frac{E^2}{4 T_u}.$$

Ainsi, la plus grande résistance S à travers laquelle on peut transmettre une quantité donnée d'énergie T_u , moyennant des machines de force électro-motrice E est :

$$S = \frac{E^2}{4 T_u}.$$

Elle croît comme le carré de la force électro-motrice des machines électriques employées ; mais cette force électro-motrice elle-même ne peut pas croître indéfiniment, parce qu'au delà d'une certaine limite on ne pourrait plus isoler le circuit. Soit E_0 cette limite. La valeur maxima correspondante de S est :

$$S = \frac{E_0^2}{4 Tu}.$$

De là cette conclusion : *il existe, pour la résistance à travers laquelle on peut transmettre une quantité donnée Tu d'énergie, une limite qu'on ne peut pas franchir, quelque grande que soit la force mécanique dont on dispose, quelque puissantes que soient les machines électriques mises en œuvre.*

Passé cette limite, la puissance des machines produit, non pas un courant, ni, par suite, le fonctionnement des appareils récepteurs, mais uniquement des étincelles électriques, tout le long du circuit, exactement comme il existe, pour la puissance de traction d'une locomotive, une limite qui ne dépend que de son poids et non de la puissance de la machine à vapeur qu'elle porte, passé laquelle la force de la vapeur ne produit que le *patinage* des roues et non la marche du convoi.

Supposons donc qu'on adopte, pour la force électro-motrice des machines qui engendrent le courant, une valeur E plus petite ou au plus égale à E_0 . Alors l'opération sera possible pourvu que

$$S < \frac{E^2}{4 Tu} \text{ ou } S = \frac{E^2}{4 Tu}.$$

Si on prend $S = \frac{E^2}{4 Tu}$, les équations ci-dessus donnent :

$$I = \frac{E}{2 S},$$

et pour le rendement :

$$\frac{Tu}{Tm} = \frac{1}{2}.$$

Si on prend $S < \frac{E^2}{4 Tu}$, alors on a deux solutions réalisables l'une et l'autre. Si on réalise celle qui répond au signe supérieur on a :

$$I > \frac{E_0}{2 S},$$

et pour le rendement :

$$\frac{Tu}{Tm} < \frac{1}{2}.$$

Si on réalise la solution fournie par les signes inférieurs, il faut renverser ces inégalités. Donc, suivant qu'on réalisera la première ou la seconde, on aura un fort courant avec un faible rendement ou l'inverse.

Dans ce qui va suivre, c'est au point de vue du meilleur rendement que nous nous placerons; nous prendrons donc la seconde solution, soit :

$$\left. \begin{aligned} I &= \frac{E - \sqrt{E^2 - 4STu}}{2S}, \\ E' &= \frac{E + \sqrt{E^2 - 4STu}}{2}, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

$$\frac{Tu}{Tm} = \frac{E'}{E} = \frac{1 + \sqrt{1 - \frac{4STu}{E^2}}}{2} \quad (6).$$

De cette formule, on tire, à simple vue, des conséquences importantes.

§ 4. — *Sur un paradoxe relatif au rendement.* — On voit d'abord que le rendement n'est pas indépendant de la quantité d'énergie Tu à transmettre. Il devient, toutes choses égales, d'autant plus petit que cette quantité est plus grande.

Ainsi, quand on parle du rendement dans l'opération du transport électrique, il est indispensable de spécifier à quelle quantité d'énergie transmise il se rapporte. Si on a 20 chevaux à transporter, on obtiendra, toutes choses égales d'ailleurs, un rendement plus faible que si on n'en a que 10.

C'est par défaut d'indication sur ce point, qu'une remarque très juste, faite par M. Marcel Deprez, aux *Comptes rendus de l'Académie des sciences* du 13 mars 1880 (p. 591), a été mal comprise et a soulevé, pendant et après le Congrès, d'ardentes controverses.

Après avoir retrouvé l'expression connue $\frac{E'}{E}$ du rendement, M. Marcel Deprez s'ex-

« prime ainsi : « Expression remarquable, qui est indépendante de la résistance du
« circuit extérieur. Ce fait peut sembler extraordinaire au premier abord, et même con-
« tradictoire à certaines expériences dans lesquelles on ne s'est peut-être pas préoc-
« cupé suffisamment de réaliser les conditions du maximum de rendement. Pour le
« rendre moins paradoxal, il suffit de rappeler que, lorsqu'un courant est employé à
« produire de l'énergie sous une autre forme que le travail mécanique, par exemple,
« la décomposition de l'eau dans un voltamètre, le nombre d'équivalents d'eau dé-
« composés est toujours égal au nombre d'équivalents de zinc dissous dans chacun
« des éléments de la pile, quelle que soit la longueur du circuit extérieur, qui, d'ail-
« leurs, n'a plus d'influence sur le nombre des éléments nécessaires pour opérer cette
« décomposition. Il y a donc là un fait expérimental bien constaté, dans lequel le ren-
« dement économique n'est pas influencé par le circuit extérieur. »

Il est très exact, comme le dit M. Marcel Deprez, que, quelle que soit la résistance interposée entre la pile et le voltamètre, à une quantité donnée de zinc brûlé, répondra toujours le même volume d'eau décomposée. Seulement, il arrive que, si la résistance du circuit devient 10 fois plus grande, les actions chimiques s'effectuent 10 fois plus lentement, la quantité d'eau décomposée *dans un temps donné*, en une seconde, par exemple, c'est-à-dire la quantité d'énergie Tu transmise devient 10 fois plus petite ;

mais comme la quantité de zinc brûlé, dans le même temps, devient aussi 10 fois plus petite, le rendement reste le même.

Ainsi, cette expérience de Faraday prouve simplement ceci : on conserve le rendement, quelle que soit la distance du transport, *pourvu que la quantité d'énergie à transmettre varie en raison inverse de la résistance*.

Or, la proposition étant énoncée ainsi (et c'est certainement ainsi que M. Marcel Deprez l'a entendue), on voit qu'elle est une conséquence immédiate de notre formule du rendement (6). En effet, la force électro-motrice E de la pile étant constante, le rendement ne dépend que du produit STu de la résistance par la quantité d'énergie transmise. Donc il ne changera pas si la résistance croît, pourvu que le travail à produire Tu décroisse dans le même rapport.

Mais on voit en même temps que cette proposition ne peut être appliquée industriellement.

Supposons, en effet, qu'on possède une installation électrique transmettant 10 chevaux à un kilomètre ; on voudrait, sans rien perdre sur le rendement, transmettre à 20 kilomètres, ou plus exactement, à travers une résistance 20 fois plus grande. La loi en question nous apprend qu'on le peut, pourvu qu'au lieu de transmettre les 10 chevaux, on ne transmette plus que $\frac{10}{20} = \frac{1}{2}$ cheval. Mais comme ce n'est pas $\frac{1}{2}$ cheval, mais 10 chevaux, qu'on aurait besoin de transmettre, on voit qu'on n'a pas résolu la difficulté.

§ 5. — *Sur la force électro-motrice disponible.* — Il résulte encore de la formule (6) que le rendement, pour un travail et une résistance donnés, est d'autant plus grand que la force électro-motrice E de la machine est plus grande. Donc, la première chose qu'ait à faire un ingénieur chargé d'installer une transmission électrique, c'est de rechercher expérimentalement quelle est la plus grande valeur qu'il pourra adopter pour la force électro-motrice E sans compromettre les isollements ; c'est là ce qu'on pourrait appeler *la force électro-motrice disponible*. Elle dépend : 1° de la nature et des dimensions des isolants des fils enroulés sur les diverses machines génératrices ou réceptrices ; 2° de la qualité des isolants que surmontent les supports du circuit extérieur s'il est aérien, par conséquent, des altérations que subit la conductibilité de ces supports, celle des fils et celle de l'air, par les circonstances climatiques.

Cette limite est ainsi commandée dans chaque contrée, et constitue la première donnée à demander à l'expérience, si on veut réaliser une transmission électrique de quelque importance.

Une fois la force électro-motrice disponible trouvée, il faut l'adopter. Ne pas l'utiliser en entier, ce serait commettre, au point de vue du rendement, la même faute que celle qui consisterait, ayant une chaudière timbrée à 10 atmosphères, à ne l'utiliser jamais que pour 2 ou 3.

§ 6. — *Sur la possibilité d'employer des types de machines applicables à toutes transmissions grandes ou petites.* — Une première conséquence importante de cette remarque est celle-ci : puisque la force électro-motrice maxima qu'on peut employer, en un même lieu, est à peu près commandée, et qu'il y a intérêt, au point de vue du rendement, à l'adopter pour toutes les transmissions grandes ou petites, il s'ensuit qu'un ou deux types de machines étudiées de façon qu'avec une vitesse acceptable des anneaux elles puissent réaliser cette force électro-motrice, pourront être utilisés dans toutes les transmissions, quelle qu'en soit l'importance. Nous verrons plus loin comment cela est possible ; ces machines, une fois dans le commerce, seront ainsi courantes et pourront être obtenues à très bas prix.

§ 7. — *Examen d'un second paradoxe relatif au rendement.* — Cette même remarque va nous permettre aussi de discuter, au point de vue industriel, une loi énoncée par M. Marcel Deprez dans un important travail qu'il a publié dans le n° du 3 décembre 1881, du journal « *La lumière électrique.* »

Cette loi est ainsi conçue, page 319 du journal :

« *Le travail mécanique utile et le rendement économique restent constants quelle que soit la distance du transport, pourvu que les forces électro-motrices positive et négative varient proportionnellement à la racine carrée de la résistance du circuit.* »

Je me permettrai, en passant, de dire que si cette loi mérite d'être énoncée, je me crois en droit d'en revendiquer la priorité, comme étant écrite en entier dans la formule (6), laquelle se trouve dans ma communication adressée à l'Académie des sciences, le 7 novembre 1881. On voit, en effet, par cette double formule que si les trois quantités

$$E, E', \sqrt{S}$$

varient toutes les trois dans un même rapport, quel que soit ce rapport, ni le rendement $\frac{E'}{E}$, ni le travail utile Tu ne changent. — C'est la loi même telle qu'elle est énoncée.

Mais quoique très intéressante au point de vue scientifique, elle ne peut guère être utilisée dans la pratique.

En effet, supposons qu'on possède une transmission électrique qui transporte un certain travail Tu à travers une résistance $S = 1$ en fournissant un rendement de 60 pour 100 ; on voudrait allonger le circuit et transmettre le même travail à travers une résistance $S = 25$ sans rien sacrifier sur le rendement.

D'après la loi en question il suffirait, pour atteindre ce but, de quintupler les forces électro-motrices E et E' adoptées dans la transmission existante. Mais il résulte des observations qui précèdent (§ 5) que, si cette transmission n'est pas établie dans des conditions défectueuses, on a déjà dû y utiliser la force électro-motrice E la plus grande

qui soit compatible avec l'isolement du circuit dans le pays où l'on se trouve.

Donc on ne sera pas maître dans la seconde installation de quintupler cette force, ni même de la tripler, ni de la doubler, il faudra la conserver *exactement telle quelle*; par conséquent, abandonner la loi en question et se résigner à avoir, dans le second cas, un rendement beaucoup moindre que dans le premier.

§ 8. — *Énoncé d'un paradoxe nouveau.*—Il est, en cette matière, bien des lois de similitude, très exactes au point de vue scientifique, mais qui malheureusement ne peuvent pas être utilisées industriellement. En voici une plus singulière peut-être que toutes celles qui ont été énoncées. *Je dis que dans la transmission électrique d'une quantité quelconque d'énergie, non seulement le rendement ne diminue pas quand la distance augmente, mais qu'on obtient au contraire un rendement de plus en plus fort, à mesure qu'on transmet à une distance plus grande de telle sorte qu'à une distance suffisamment grande, on n'aura plus aucune perte sensible, pourvu que la force électro-motrice de la machine productrice de l'électricité croisse proportionnellement à la résistance du circuit.*

En effet, supposons que E croisse proportionnellement à la résistance S du circuit, de sorte que

$$I = KS;$$

K étant une constante qu'on peut choisir arbitrairement. La formule (6) donnera pour le rendement :

$$\frac{T_u}{T_m} = \frac{1 + \sqrt{1 - \frac{4 T_u}{KS}}}{2}.$$

Donc, plus la résistance S du circuit augmente, plus le rendement augmente, quoique le travail transmis T_u reste le même et pour $S = \infty$ on a un rendement 1.

Seulement cette loi laisserait à la charge de l'ingénieur qui voudrait l'appliquer, toutes les difficultés de l'isolement, c'est-à-dire une impossibilité matérielle. Tel est aussi le cas de la loi discutée au § précédent.

§ 9. — *Identité nécessaire entre les lois relatives au transport électrique et celles relatives au transport par une simple conduite d'eau.* — Du reste, je vais montrer que les lois fondamentales du transport de la force par l'électricité, lorsqu'on suppose la permanence complète des courants, ne peuvent différer en rien de celles relatives à son transport par une simple conduite d'eau dans laquelle la vitesse resterait modérée.

Supposons, en effet, que l'énergie dont on dispose au point A soit celle d'une chute d'eau de hauteur H , fournissant P litres d'eau par seconde, sur lesquels on voudrait en dépenser le moins possible pour obtenir au point B un travail donné T_u ; le travail moteur est :

$$Tm = PH \quad (1').$$

Recevons cette eau dans un bassin de l'une des parois duquel part une conduite qui l'amène au point B où elle actionne une machine réceptrice. — La perte de travail de la conduite et celle de la machine réceptrice sont sensiblement proportionnelles, si la vitesse de l'eau est faible, au carré de cette vitesse et par suite au carré du débit. Donc elle est de la forme SP^2 , S étant une constante dépendant des dimensions et de la nature de la conduite et de la machine réceptrice. D'ailleurs si Tu est le travail fourni en B, le théorème des forces vives nous donne :

$$Tm - Tu = SP^2 \quad (3').$$

Enfin, si $H - H'$ est la perte de charge de A en B, en sorte que la chute en ce dernier point ne soit plus que H' , on aura :

$$Tu = PH' \quad (2').$$

Les trois équations (1'), (2'), (3') sont identiques à celles (1), (2), (3), avec cette différence que les lettres P, H, H' remplacent respectivement celles I, E, E'. On en tirerait donc exactement les mêmes conséquences et les mêmes lois.

§ 10. — *Sur la solution du problème du transport électrique d'une quantité quelconque d'énergie à une distance quelconque en obtenant le rendement que l'on veut sans compromettre les isolements.* — Examinons maintenant s'il existe un moyen réel et pratique d'avoir un rendement donné, quelle que soit la distance à laquelle on veut transmettre une quantité donnée de travail Tu . Soit α le rendement que l'on veut atteindre. L'équation (6) donnera :

$$\frac{1 + \sqrt{1 - \frac{4STu}{E^2}}}{2} = \alpha, \quad (a)$$

d'où l'on tire :

$$S = \frac{E^2}{Tu} \alpha (1 - \alpha);$$

Tu étant donné, on voit de nouveau qu'avec un rendement donné on pourra transmettre à travers une résistance d'autant plus grande que la force électro-motrice est plus grande. Prenons donc pour E la valeur maxima E_0 , dont il a déjà été parlé plus haut. Alors :

$$S = \frac{E_0^2}{Tu} \alpha (1 - \alpha);$$

Donc pour chaque rendement α la résistance maxima, à travers laquelle on peut transmettre, est déterminée, et si on veut que le rendement soit très voisin de 1, cette

résistance devient extrêmement petite. Le problème est donc celui-ci : pour une distance donnée du transport, peut-on, même si cette distance est très grande, rendre la résistance S égale à un nombre donné aussi petit qu'on le désire ?

Or, cette résistance se compose de celles ρ et ρ' des machines génératrice et réceptrice et de celle R du circuit extérieur, en sorte que :

$$S = \rho + \rho' + R.$$

Ce dernier terme peut être rendu très petit, même si la distance du transport est grande ; il suffit de prendre du fil suffisamment gros ; c'est une question de dépense, mais il n'y a aucune impossibilité. Il en est autrement de la résistance de la machine génératrice. Si on réduit cette résistance, la machine ne pourra plus fournir la force électro-motrice E_0 dont on a besoin et, de même, si la résistance ρ' est rendue trop petite, la machine réceptrice ne pourra plus fournir la force électro-motrice $E' = \alpha E_0$, qu'elle doit avoir pour que le rendement $\frac{E'}{E}$ soit α , *à moins qu'on ne construise des machines de dimensions colossales pour la moindre transmission.*

Ainsi, sur les trois termes qui composent S , un seul peut être rendu très petit, mais non les deux autres et, par suite, le problème n'est pas soluble, au moins avec un circuit comme celui que nous venons de considérer.

Mais je dis qu'il le devient par le moyen très simple que nous allons indiquer : prenons, près des bornes de la machine A , deux points ; relions-les par n dérivation identiques entre elles et plaçons, sur chacune d'elles, une machine identique à celle A capable, par conséquent, de produire la force électro-motrice E_0 .

De même, au lieu d'un récepteur, prenons n récepteurs identiques entre eux placés sur des dérivation aboutissant toutes en deux points pris sur le circuit principal.

L'intensité du courant principal étant I , celle de l'une des n dérivation portant les générateurs sera $\frac{I}{n}$; le travail moteur dépensé pour un générateur sera donc $E \frac{I}{n}$ et le travail moteur total restera toujours :

$$T_m = EI \quad (1'').$$

On verrait de même que le travail utile recueilli sera encore :

$$T_u = E'I \quad (2''),$$

E' étant la force électro-motrice de chaque récepteur.

D'ailleurs, la loi de Ohm appliquée à un circuit fermé compris entre l'un des générateurs et l'un des récepteurs donnera :

$$E - E' = \rho \frac{I}{n} + \rho' \frac{I}{n} + RI,$$

ou

$$E \rightarrow E' = S'I,$$

en posant

$$S' = \frac{\ell}{n} + \frac{\ell'}{n'} + R;$$

d'où, en multipliant par I :

$$T_m - T_u = S' I^2 \quad (3'').$$

Les trois équations (1''), (2''), (3''), ne diffèrent de celles (1), (2), (3), que parce que la lettre S est remplacée par la lettre S'. Donc, toutes les conséquences que nous avons tirées de celles-ci subsistent, et comme cette fois on peut rendre les trois termes de S' aussi petits que l'on voudra, à savoir : R en prenant le fil du circuit extérieur suffisamment gros, et les deux autres en prenant n et n' assez grands, on voit que le problème posé *consistant à transmettre une quantité quelconque d'énergie à une distance quelconque en obtenant un rendement donné d'avance*, se trouve théoriquement résolu.

Il serait même possible de rendre la solution qui vient d'être indiquée encore un peu plus économique en excitant les machines en dérivation, ce qui permet de réduire le nombre des dérivations nécessaires, comme il est aisé de le concevoir.

§ 11. — *Observation au sujet de la réalisation pratique de la solution ci-dessus.* — Les dispositions que dicte ainsi notre théorie sont, pratiquement, très facilement réalisables, et nous semblent être, en effet, les meilleures que l'on puisse adopter. Mais la théorie précédente n'assignerait aucune limite à l'opération, c'est-à-dire que, d'après elle, il serait réellement possible de transmettre à toute distance une quantité d'énergie, si grande qu'elle soit, en obtenant le rendement que l'on veut, pourvu qu'on prenne 1° un nombre suffisant de machines, 2° du fil assez gros pour le circuit extérieur.

Mais il ne faudrait pas s'attendre à ce que la pratique confirmât complètement un tel résultat, à cause de l'influence de l'extra-courant due à la périodicité des courants principaux, influence que nous avons négligée et qui croîtra rapidement avec la longueur du circuit, ainsi qu'il résulte des expériences de M. Joubert, qui sont faites, il est vrai, sur les machines à courants alternatifs, ce qui rend les effets de self-induction beaucoup plus forts.

Une autre cause de réduction de l'effet utile, ce sont les courants qui prennent naissance dans les noyaux de fer doux des machines électriques.

Nous nous réservons de revenir sur ces deux points importants.

§ 12. — *Conclusions.* — 1° Le problème du transport d'une quantité donnée d'énergie, à une distance quelconque, avec un rendement donné, ne trouve aucune solution dans les lois qu'on pourrait appeler les lois de similitude énoncées jusqu'ici. Ces lois, scientifiquement exactes, sont illusoire dans la pratique, parce que leur application exigerait ou un accroissement sans limite de la force électro-motrice, ce qui

rendrait tout isolement impossible, ou le décroissement indéfini de la quantité d'énergie transportée, ce qui rendrait l'opération inutile ;

2° Mais le problème peut être résolu théoriquement sans limite, pratiquement sous la réserve spécifiée au § 11, par l'emploi de machines de dimensions très courantes et de type à peu près uniforme pour toutes les transmissions grandes ou petites, ce qui en rendra l'acquisition économique et le remplacement facile.

Il suffit pour cela, suivant l'importance de la transmission, d'accoupler un plus ou moins grand nombre de ces machines, non en tension, mais en quantité ;

3° On pourra réduire un peu le nombre des dérivationes en excitant quelques machines en dérivation ;

4° Il résulte des conclusions ci-dessus, qu'il n'y a aucun intérêt à construire des machines de dimensions colossales. Non seulement celles des types courants résolvent, par le moyen indiqué, le problème ; mais on a encore cet avantage, qu'étant accouplées sur des dérivationes distinctes, si l'une d'elles est momentanément mise hors de service, les autres pourront continuer à fonctionner, et même suppléer complètement à celle qui fait défaut, par une légère élévation temporaire de leur tension ;

5° Pour établir ces types courants de machines utilisables dans toutes les transmissions, il est nécessaire d'entreprendre, avant tout, des expériences pratiques très faciles à imaginer, pour savoir exactement quelle est la plus grande tension que peut subir, en toute saison, une ligne aérienne ou souterraine.

Les machines devront ensuite être établies de façon à pouvoir fournir cette tension sans vitesse exagérée de leurs anneaux. — Les calculs à faire pour l'établissement de ces machines sont analogues à ceux de nos communications à l'Académie des sciences des 14 et 21 novembre 1881, sous la réserve (b) formulée ci-dessous.

Par l'emploi de ces machines dans les conditions indiquées, on pourra, par ce qui précède, regarder le problème du transport à toute distance et quelle que soit la quantité d'énergie à transmettre, comme résolu, sauf :

(a) les difficultés de second ordre qui pourraient se présenter en exécution et dont on triomphe toujours ;

(b) ce qui est plus important, les modifications à faire subir aux résultats de nos formules, par suite de la périodicité des courants et de l'induction qui en résulte des courants sur eux-mêmes, par suite aussi des courants qui naissent dans les noyaux de fer doux. — Ces phénomènes, dont les effets peuvent être considérables, doivent faire regarder ce qui précède comme ne constituant qu'une première approximation. Et, en appliquant dans la pratique des formules, *quelles qu'elles soient*, basées sur l'hypothèse de la permanence absolue des courants et la non-existence de courants dans les fers aimantés, on devra, comme on le fait pour la Résistance des matériaux, se garder de l'espoir de réaliser, même de loin, le résultats extrêmes que ces formules promettent.

Elles n'en étaient pas moins importantes et utiles à établir et à discuter; car elles nous ont fourni, sur les points essentiels du problème du transport électrique de l'énergie, des idées précises et absolument générales, c'est-à-dire indépendantes de la nature de l'énergie transportée et de la nature des machines employées. Elles nous ont permis de détruire quelques idées erronées sur le rendement, idées qui ont pris de la consistance, même dans une partie du public éclairé. Elles nous ont conduit, en outre, aux dispositions pratiques les plus favorables; l'étude plus minutieuse du phénomène faite en ayant égard aux circonstances sus-mentionnées, ne modifiera, selon nous, rien d'essentiel à ces dispositions, mais prouvera seulement que leur effet utile n'est pas illimité, comme pourrait le faire croire une confiance irraisonnée dans les formules de première approximation qui font l'objet du présent travail, formules que nous nous réservons de compléter.

EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1878

A PARIS

MATIÈRES COLORANTES ET COULEURS, PAR M. LAUTH, MEMBRE DU JURY INTERNATIONAL (1).

II.

MATIÈRES COLORANTES NATURELLES.

Indigo.

Les trois pays qui fournissent au monde industriel presque tout l'indigo qu'il consomme (les Indes néerlandaises, les Indes françaises, l'Amérique centrale), avaient exposé de nombreux et fort beaux échantillons de cette précieuse matière colorante; les soins spéciaux apportés par les producteurs dans les procédés d'extraction, depuis quelques années, ont amené une amélioration certaine dans la qualité de leurs produits qui, en général, sont moins chargés qu'autrefois de matières étrangères. Chacun d'eux, d'ailleurs, nous a paru conserver ses caractères particuliers.

Aucun fait nouveau n'a été signalé au jury sur la culture et la préparation de l'indigo; nous ne pourrions donc que nous livrer à des redites sur son histoire et ses propriétés.

Il importe cependant de constater un fait qui ne manque pas d'intérêt; malgré le développement extraordinaire donné à l'industrie des matières colorantes artificielles,

(1) Voir les *Bulletins* de Janvier et de Février 1882.

malgré les tentatives nombreuses faites pour remplacer l'indigo, tentatives dont plusieurs ont amené des résultats pratiques, la moyenne des importations en France n'a varié que fort peu, ainsi que le prouve le tableau suivant :

RELEVÉ OFFICIEL DES IMPORTATIONS D'INDIGO EN FRANCE.

	kilog.
1868.	1 546 395
1869.	1 596 999
1870.	1 289 183
1871.	1 460 844
1872.	1 692 140
1873.	1 682 180
1874.	1 552 961
1875.	1 489 352
1876.	1 679 282
1877	1 369 208

Indigo hongrois. — Le jury a remarqué dans la section autrichienne des échantillons d'indigo préparés en Hongrie avec la guède (*Isatis tinctoria*); d'après les renseignements donnés par les exposants, un terrain de 12 hectares pourrait fournir chaque année une récolte brute de 675,000 kilog.; pour 1 kilog. d'indigo pur, il faut 300 kilog. de verdure : cette récolte correspondrait donc à 2 250 kilog. d'indigo. L'intérêt que présente cette tentative a porté le jury à décerner une médaille de bronze à M. Sarlay et une mention honorable à MM. de Patakay et Maday.

L'application de l'indigo à la teinture du drap et du coton a reçu un perfectionnement important par la découverte de la cuve à l'hydrosulfite due à MM. Schutzenberger et F. de Lalande; nous ne pouvons entrer ici dans le détail de ce procédé qu'on trouvera exposé sans nul doute dans le Rapport de la classe 48.

L'emploi en teinture du carmin et de la composition d'indigo est toujours considérable; les procédés de fabrication sont connus; ils ne paraissent pas avoir été modifiés. Divers fabricants français exposaient une sorte de carmin desséché très pur; cette marque est particulièrement destinée à l'exportation.

Bleus de Dôle. — Nous devons signaler ici une application des carmins d'indigo qui a pris une certaine extension. Au commencement de ce siècle, en 1800, M. Roux Lecocynet eut l'idée de composer une pâte soluble à base d'indigo destinée à l'azurage du linge, pour masquer la teinte jaunâtre ou grise qu'il conserve même après le blanchiment: son établissement à Dôle prit des proportions assez importantes, et il existe actuellement dans cette ville plusieurs usines dont la spécialité consiste à préparer le carmin d'indigo et à le transformer en tablettes, en pastilles ou en boules destinées à l'azurage: la production de cette industrie, qui s'est localisée à Dôle, atteint, tant en France qu'à l'étranger, une somme qu'on nous affirme être de plus de 1 million

de francs : plusieurs centaines d'ouvriers y sont employés ; aujourd'hui, à la vérité, ces préparations n'ont plus pour base exclusive l'indigo, la plupart de ces fabricants produisant en même temps des boules ou des pastilles d'outremer, de bleus de Prusse, de bleus d'aniline, etc.

La préparation des carmins pour teinture accompagne généralement la fabrication des produits pour azurage.

Les bleus Boilley et Passier jouissent d'une réputation méritée auprès des teinturiers et des imprimeurs.

La *synthèse de l'indigotine* a été réalisée il y huit ans par MM. Emmerling et Engler; leur [procédé consiste à préparer l'acétophénone par la distillation d'un mélange de benzoate et d'acétate de chaux, à traiter ce produit par l'acide azotique fumant, de manière à obtenir la modification sirupeuse de la nitracétophénone, puis à chauffer ce corps à une température assez élevée pour en dégager de l'eau, et à traiter enfin le résidu par la poussière de zinc et la chaux sodée ; en exposant ce mélange à une chaleur convenable, on obtient un sublimé qui renferme de l'indigo dont l'identité avec le produit naturel a été établie par de nombreuses expériences.

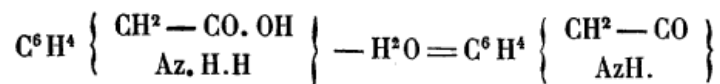
Ces faits ont été découverts en 1870, mais ils n'ont donné, depuis, lieu à aucune remarque nouvelle.

Plus récemment, M. Baeyer a réalisé la synthèse de l'indigotine par une voie toute différente.

On sait que, par l'action des oxydants énergiques, l'indigotine C^8H^5AzO se convertit en isatine $C^8H^5AzO^3$; l'amalgame de sodium transforme ce corps en dioxyindol $C^8H^7AzO^2$, qui lui-même se réduit en liqueur acide pour donner l'oxyindol C^8H^7AzO .

M. Baeyer, après avoir établi ces faits avec M. Knop, a cherché à reproduire synthétiquement l'indigotine en remontant de l'oxyindol à l'indigotine.

Des vues théoriques l'amènèrent à considérer l'oxyindol comme un anhydride de l'acide orthoamidophénylacétique, l'eau éliminée se formant aux dépens des éléments mêmes de la molécule acide amidophénylacétique comme l'indique la formule suivante :



L'expérience vérifie complètement cette théorie.

L'acide phénylacétique $C^6H^5 - CH^2 - COOH$ qui sert de point de départ à la synthèse de l'indigo, se prépare par l'action de la potasse caustique sur le cyanure de benzyle $C^6H^5. CH^2. C Az.$

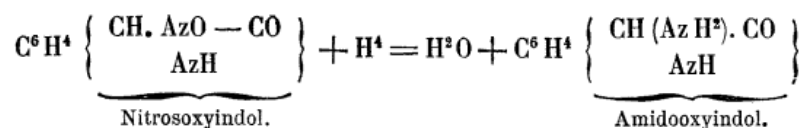
On traite cet acide par l'acide nitrique fumant à la température du bain-marie.

Il se forme plusieurs acides nitrés isomères qu'on réduit par l'étain et l'acide chlor-

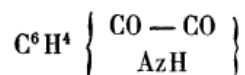
hydrique. La solution après séparation de l'étain par H^2S est neutralisée par CO^3Ca et bouillie un instant avec $BaCO^3$.

Les acides amidés isomères forment des sels barytiques, tandis que le corps correspondant à l'acide orthoamidophénylacétique étant à l'état d'anhydride dans la solution neutre reste non combiné. On l'extrait à l'état de pureté à l'aide de l'éther. C'est l'oxyindol.

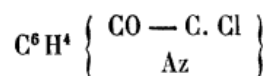
L'oxyindol ainsi obtenu, traité par l'acide azoteux, se transforme en nitrosoxyindol qui par réduction donne l'amidoxyindol



Ce corps amidé, traité soit par le chlorure de fer, le chlorure de cuivre ou bien par l'acide azoteux, donne très nettement l'isatine.



L'isatine, sous l'action du pentachlorure de phosphore en présence de benzine, produit un composé chloré



qui par réduction donne l'indigotine. Cette réduction se fait par la poudre de zinc dans l'acide acétique cristallisable. L'indigotine synthétique $C^8H^5O Az$ se dépose de cette solution sous forme de beaux cristaux. En même temps que de l'indigo bleu, il se produit dans cette réduction une quantité variable de pourpre d'indigo (indigpurpurine); c'est un corps isomère de l'indigo et identique avec la substance obtenue par MM. Baeyer et Emmerling par l'action du chlorure d'acétyle, du trichlorure de phosphore, et du phosphore sur l'isatine.

Orseille.

La fabrication de cette matière colorante n'a cessé d'augmenter depuis 1867; après la guerre de 1870, la France a perdu une de ses fabriques les plus considérables, et cependant les importations de lichen n'ont subi aucune dépréciation : elles augmentent au contraire tous les ans.

TABLEAU DES IMPORTATIONS DE LICHEN D'ORSEILLE EN FRANCE.

	kilog.
1868.	1 570 798
1869.	1 597 343
1870.	1 059 454
1871.	1 518 969
1872.	2 322 814
1873.	1 002 840
1874.	1 114 602
1875.	1 373 725
1876.	1 880 093
1877.	2 324 274

L'exportation française est considérable; elle est dirigée vers l'Amérique, l'Angleterre, la Russie, l'Autriche et l'Allemagne où les produits français sont préférés à ceux des nationaux, malgré les frais souvent considérables de transport, de droits d'entrée et de change; nous ne pouvons indiquer les chiffres officiels de l'exportation, parce que ces produits sont désignés sous le terme générique *d'extraits tinctoriaux*.

Il est impossible de donner des renseignements précis sur la fabrication de l'orseille; chaque maison a ses procédés, ses tours de main, fruit d'une longue pratique et que personne ne veut divulguer; on peut affirmer cependant qu'il y a des méthodes nouvelles et que la fabrication s'est sensiblement améliorée au double point de vue de la rapidité de la production et du développement donné à la puissance colorante; la couleur est obtenue aujourd'hui en deux fois moins de temps qu'il y a quinze ans, et le produit fabriqué a un rendement supérieur de 25 à 30 pour 100 au minimum.

Une transformation à peu près complète s'est opérée dans la préparation des produits de l'orseille, depuis la découverte de M. Frezon : l'extraction préalable des matières colorables qui a été réalisée industriellement pour la première fois par lui, a permis de préparer aujourd'hui l'extrait d'orseille au même prix que l'orseille en pâte autrefois. Ce progrès, qui a mis le fabricant à même de livrer des produits purs et débarrassés de matières étrangères, lui permet en même temps de les exporter au loin, le même volume renfermant une quantité de matières colorantes bien plus considérable.

Orcine. — La plupart des fabricants d'orseille exposaient de l'orcine en magnifiques cristaux; c'est généralement par les procédés de Stenhouse et de M. de Luynes qu'on l'obtient.

PRÉPARATION ARTIFICIELLE DE L'ORCINE ET DE L'ORCÉINE.

L'orcine a été obtenue artificiellement par MM. G. Vogt et Henninger. Ils ont pris pour matière première le toluène, l'ont transformé en toluène monochloré par l'action

du chlore à froid, puis en acide chlorocrésylsulfureux par l'action de l'acide sulfurique sur ce corps chloré chauffé à 100 degrés. L'excès d'acide sulfurique nécessaire à cette réaction est éliminé par la chaux ; il se forme alors un chlorocrésylsulfite de chaux soluble qu'on sépare facilement du sulfate de chaux. Le sel calcique est amené à l'état de sel de soude par l'action du carbonate de sodium. Le sel sodique, fondu et maintenu pendant quelques heures à la température de 280 à 300 degrés avec deux fois son poids de soude ou de potasse caustique, fournit de l'orcine mélangée de salicylate et de crésylate alcalins.

Pour préparer l'orcéine, on dissout la masse dans l'eau, on sature l'alcali par l'acide chlorhydrique ; il se forme du sel marin ou du chlorure de potassium qu'on fait cristalliser, et l'on traite l'eau mère qui contient l'orcine par l'ammoniaque et la chaux en présence de l'air. Sous cette action connue, l'orcine se transforme en orcéine qui est la matière colorante des orseilles.

Traités suivant un procédé identique, les acides bromocrésylsulfureux, crésylène-disulfureux, nitrocrésylsulfureux et oxycrésylsulfureux donnent des résultats analogues.

Extraits de bois de teinture.

La fabrication des extraits a pour but de livrer au consommateur sous un volume réduit les matières colorantes renfermées dans les bois de teinture.

Il est presque inutile de faire ressortir l'intérêt que présente cette industrie : le teinturier n'a plus à tenir compte des embarras qu'occasionne pour lui la présence d'une quantité considérable de matières inertes ; il a entre les mains un produit presque pur dont il n'a plus qu'à étudier le meilleur mode d'application ; l'appréciation de la valeur de la matière colorante est facile ; enfin les frais de transport sont diminués dans une énorme proportion.

Cette fabrication a été créée en France par M. Charles Meissonnier ; française par son origine, elle est en quelque sorte restée française.

Depuis quelques années cependant, l'Amérique livre sur le continent et en Angleterre des quantités considérables d'extraits qu'elle fabrique beaucoup plus économiquement que nous, sur les lieux mêmes de la production du bois. Mais la qualité parfaite de nos extraits français permet à nos producteurs, malgré le bon marché des extraits étrangers, d'en exporter des quantités considérables.

Les chiffres de l'exportation et de l'importation françaises sont intéressants à consulter ; ils sont non seulement la confirmation du fait que nous venons de signaler, mais ils montrent en outre le développement incessant de cette industrie qui, malgré la concurrence des couleurs d'aniline, a exporté en 1878 neuf fois plus de produits qu'en 1867.

L'importation des bois de teinture qui n'était en 1867 que de 42 000 tonnes, s'est élevée en 1876 à 96 000 tonnes.

TABLEAU DE L'IMPORTATION ET DE L'EXPORTATION FRANÇAISES DES EXTRAITS,
DE 1867 A 1878.

	IMPORTATION.	EXPORTATION.
	— kilog.	— kilog.
1867.	33 859	1 572 618
1868.	70 779	2 498 930
1869.	46 868	2 824 052
1870.	88 653	2 842 295
1871.	33 324	3 973 519
1872.	140 067	5 254 877
1873.	271 266	5 696 947
1874.	237 653	6 666 394
1875.	553 246	9 878 039
1876.	1 201 569	10 041 385
1877.	746 845	12 374 644
1878.	"	13 596 209

La première opération du fabricant d'extraits consiste à débiter les bois, de façon à pouvoir les mettre en contact aussi intime que possible avec le liquide qui doit en extraire les principes colorants; de nombreuses améliorations ont été apportées dans les dispositions mécaniques usitées pour ce travail.

L'extraction se fait, tantôt sous pression dans des autoclaves chauffés à trois ou quatre atmosphères, tantôt à air libre. Bien qu'il semble évident que le premier procédé doive être plus avantageux, les fabricants français estiment en général que l'extraction à air libre et par l'épuisement méthodique à 100 degrés est préférable; les matières étrangères, les résines, certains tanins qui sous pression se dissolvent en même temps que le colorant, restent insolubles lorsqu'on opère à plus basse température, et l'extrait obtenu donne à la teinture des nuances incomparablement plus fraîches. Il paraît même qu'on arrive ainsi plus rapidement à épuiser les bois, toutes les parties pouvant être mises en contact avec l'eau par une agitation convenable; tandis que dans l'emploi d'un appareil clos on n'évite jamais entre les interstices du bois la formation de petites rigoles, de petits canaux que le liquide suit régulièrement sans pénétrer les autres parties.

La qualité de l'eau employée exerce une grande influence sur la nature des extraits, et un fabricant expérimenté met à profit cette action pour obtenir à volonté les différents produits que réclame sa clientèle; les extraits destinés à la teinture ne conviendraient en effet pas à la fabrication des encres, etc. D'une façon générale, pour la teinture, on emploie l'eau distillée provenant des appareils à évaporation.

Après l'extraction, les résidus de bois sont brûlés et servent ainsi à la production de la vapeur; mais il a fallu imaginer des appareils spéciaux, et tous les fabricants ne réussissent pas également bien à se débarrasser de ces résidus encombrants.

Les liquides provenant de l'extraction doivent être concentrés, et l'on emploie à cet effet divers appareils à vapeur : le serpentín ne sert plus que rarement, mais on emploie encore assez fréquemment les *lentilles mobiles* ; le procédé le plus généralement usité consiste à évaporer les dissolutions dans les chaudières dites à *triple effet*, où l'évaporation se fait à basse température et dans les conditions les plus avantageuses pour la beauté du produit ; l'emploi du triple effet est deux fois plus économique que celui des lentilles.

La concentration des liqueurs varie, selon leur destination, de 8 à 30 degrés AB.

Avant d'être soumises à l'évaporation, les liqueurs colorées sont généralement traitées par divers agents chimiques qui déterminent la précipitation des matières étrangères ou le développement de la matière colorante ; sans entrer dans des détails fastidieux, on peut dire qu'il convient, par une addition d'acide, de gélatine, etc., d'éliminer les tannins et les résines, de même que, par une oxydation réalisée par insufflation d'air, surtout en présence d'un corps alcalin, on favorise la transformation des matières colorables. On obtient ainsi des extraits qui sont pour ainsi dire des dissolutions de matière colorante pure. Les produits des fabricants français ne laissaient rien à désirer sous ce rapport.

À côté des extraits destinés à la teinture, nous devons signaler les extraits de matières tannantes destinées à la fabrication du cuir ; l'emploi de ces extraits présente sur le tan des avantages sérieux : l'expérience est aujourd'hui concluante. En deux mois, on réalise avec les extraits tanniques ce que le tan ne peut donner qu'au bout de quinze mois, et le cuir est parfait. Certains tanneurs trouvent avantageux de ne pas employer ces extraits purs : ils les mélangent avec le tan.

L'économie réalisée par l'emploi des extraits tanniques paraît considérable.

Extrait de safranum (rose végétal, carmin de safranum). — Cette matière colorante, dont le succès fut si grand naguère, n'a plus qu'une importance secondaire ; les couleurs artificielles l'ont remplacée dans la plupart de ses usages.

Il n'existe plus que cinq fabriques de cet extrait. M. Saint-Germain (ancienne maison Pétaud) avait exposé des produits très purs, dignes de la vieille réputation de cette maison ; sa production est d'environ 1,000 kilogrammes par an, dont les deux tiers pour l'exportation. MM. Oesinger (de Prague) et MM. Gerber et Uhlmann (de Bâle) avaient également exposé des produits irréprochables.

Laques.

La fabrication des laques pour papiers peints, papiers de fantaisie, tissus imprimés, etc., a pris un très grand développement ; elle est, notamment pour l'industrie parisienne, l'objet d'une production des plus importantes. Il est bon de rappeler ici que la fabrication des laques pour l'impression des tissus de laine a rendu à cette industrie un très grand service en mettant à sa disposition des produits d'une pureté parfaite. La

maison Coëz (de Saint-Denis) a acquis dans cette spécialité une réputation universelle qu'elle conserve encore aujourd'hui.

Les laques exposées témoignent des efforts faits par les fabricants pour améliorer les produits, leur donner plus d'éclat et présenter au consommateur une variété de nuances de plus en plus grande; mais aucune modification digne d'être mentionnée en détail ne nous a été signalée d'une façon spéciale.

En ce qui concerne les laques végétales (campêche, fustel, cuba, quercitron, graine de Perse, etc.), la connaissance plus parfaite des propriétés des matières colorantes a conduit les fabricants à préparer leurs bains d'une façon rationnelle, notamment à transformer les matières par l'oxydation à l'air; des améliorations sensibles ont été introduites également dans les moyens de diviser les bois pour faciliter l'extraction des principes colorants.

Plusieurs maisons (MM. Lange-Desmoulins, Lefranc, Pinondel) exposaient de belles laques de garance, destinées à la peinture fine et à l'impression des tissus. Les laques claires sont préparées avec la garance, les foncées avec la purpurine, certaines avec l'alizarine : la consommation des laques roses a pris un grand développement dans l'impression des tissus de coton.

Nous donnons le tableau officiel des importations et des exportations des laques; mais il doit y avoir assurément quelque erreur dans les chiffres (1). Il est probable, en tout cas, qu'il n'entre guère de *laques pour teinture* en France.

TABLEAU DE L'IMPORTATION ET DE L'EXPORTATION FRANÇAISES DES LAQUES EN TEINTURE
OU EN TROCHISQUE, DE 1867 A 1877.

	IMPORTATION.	EXPORTATION.
	Kil.	Kil.
1867.	27 813	5 182
1868.	103 691	1 793
1869.	26 798	1 957
1870.	25 601	3 895
1871.	21 857	1 725
1872.	40 150	382
1873.	17 111	1 822
1874.	10 001	8 155
1875.	30 261	7 498
1876.	25 150	31 561
1877.	29 493	5 708
1878.	»	»

Carmin de cochenille. — Cette magnifique couleur était exposée par un grand nom-

(1) Voir les observations que nous présentons plus loin pour les couleurs non dénommées.

bre de fabricants ; la consommation en a été très importante pendant ces quelques dernières années dans l'impression des tissus de coton. De notables perfectionnements paraissent avoir été introduits dans sa fabrication, d'après l'examen des produits soumis à l'appréciation du jury ; mais ils restent le secret de chaque industriel.

Le prix du carmin est très variable ; les qualités les plus belles valent 100 francs le kilogramme ; les sortes courantes, 30 à 35 francs.

Les fabricants dont les produits ont été les plus remarquables sont : MM. Hardy Milori, Jacques Sauce, Lange-Desmoulins, Levainville et Rambaud, Lefranc, Arnoul, Lewis Berger (de Londres), Prinvault, etc.

TABLEAU DE L'IMPORTATION ET DE L'EXPORTATION FRANÇAISES DE 1867 A 1878.

	IMPORTATION.		EXPORTATION.	
	Carmin fin. Kil.	Carmin commun. Kil.	Carmin fin. Kil.	Carmin commun. Kil.
1867.	909	3 126	5 582	18 953
1868.	1 099	4 360	199	15 898
1869.	2 574	1 593	994	15 565
1870.	2 245	3 453	1 222	21 237
1871.	478	4 033	8 350	16 720
1872.	2 464	2 950	8 059	17 429
1873.	3 728	8 754	2 999	31 396
1874.	1 224	8 576	1 734	42 144
1875.	3 541	6 899	10 154	44 066
1876.	1 264	6 782	11 542	26 369
1877.	769	2 102	8 095	15 638
1878.	»	»	4 972	»

L'augmentation de l'exportation depuis 1870 est due en grande partie aux ventes faites en Alsace-Lorraine.

En ce qui concerne les laques obtenues avec les matières colorantes artificielles (coralline, éosine, fuchsine, etc.), nous n'avons qu'à constater la beauté de presque tous les produits exposés ; le mérite en revient, à la vérité, moins à celui qui fabrique les laques qu'au producteur des matières colorantes elles-mêmes.

On connaît les moyens d'obtenir ces laques : pour la coralline, c'est généralement à l'aide d'un sel de chaux ou de baryte et d'alumine ; pour l'éosine, avec les sels de plomb ou d'étain ; pour les couleurs d'aniline, avec un sel d'alumine ou d'antimoine, du savon et quelquefois une combinaison arsénicale. Le tannin qui précipite toutes ces couleurs est aussi fréquemment employé, mais il fait généralement un peu griser les tons.

Aux noms des fabricants précédemment signalés, nous devons ajouter ceux de MM. Croulard, Ringaud fils et Meyer, Wilson (de Londres), et celui de M. Simier qui, outre les laques dont nous venons de parler, exposait des laques de bleu Nicholson, de

vert de méthylaniline et de noir d'aniline au manganèse et vanadium, que nous n'avons pas trouvées ailleurs et qui étaient remarquables par la pureté de leur ton.

M. Jacques Sauce enfin présentait un produit qui, bien que ne rentrant pas à proprement parler dans l'industrie des couleurs, était exposé dans la classe 47 : on sait que l'imitation des velours sur papier s'obtient avec les déchets provenant des tondeuses de drap ; l'effet est insuffisant. L'inventeur dont il s'agit a réalisé un progrès réel en préparant une laine moins fine, à brins allongés, réguliers, et dont l'application sur papier produit une imitation très réelle des velours d'Utrecht ; cette invention intéressante paraît destinée à un grand succès.

III.

COULEURS MINÉRALES. (*Extrait.*)

Outremer.

L'histoire de la fabrication artificielle de l'outremer n'est pas à faire ; chacun sait qu'en 1814 Tassaert constata la formation dans les fours à soude de Saint-Gobain, et M. Kuhlmann dans les fours à sulfate de soude, d'une matière bleue dont les analyses de Vauquelin montrèrent l'identité avec le lapis-lazuli ; à la suite de ces faits, la Société d'encouragement fonda un prix de 6,000 francs pour la découverte d'un procédé industriel de fabrication de cette couleur ; en 1826, M. J.-B. Guimet (de Lyon) résolut la question.

Il y a lieu d'insister sur ce fait, parce qu'un assez grand nombre d'auteurs affirment que la découverte de l'outremer artificiel a été réalisée par M. C. Gmelin (de Tubingue), en même temps que par M. Guimet. Cette assertion répétée par divers auteurs, copiant une première affirmation comme il n'arrive que trop souvent, enlève à la France une gloire dont elle doit être jalouse et qu'il nous importe de revendiquer pour l'honneur de notre pays ; les faits ont été scrupuleusement examinés et discutés dans les *Notes historiques* récemment publiées par l'honorable M. Loir, professeur de chimie à la Faculté des sciences de Lyon, et nous ne croyons pouvoir mieux faire qu'en citant les conclusions de ce savant, conclusions que nous considérons comme l'expression de la vérité et auxquelles nous nous associons hautement après avoir étudié les documents qu'il a livrés à la publicité :

1° En 1824, la Société d'encouragement reconnaît la possibilité de faire l'outremer de toutes pièces, et elle propose un prix de 6,000 francs pour la découverte de l'outremer artificiel ;

2° En 1826, J.-B. Guimet obtient au mois de juillet l'outremer artificiel ;

3° La même année au mois d'octobre, Guimet produit industriellement l'outremer qu'il livrait aux artistes dès cette époque ;

4° En 1827, Gmelin reconnaît la possibilité de faire l'outremer de toutes pièces, ce qui avait déjà été reconnu *trois ans avant* par la Société d'encouragement ;

5° En 1828, Gmelin obtient de l'outremer artificiel, ce qui avait été obtenu *deux ans avant* par J.-B. Guimet ;

6° Cet outremer de Gmelin était un produit de laboratoire mélangé de matières grises et obtenu au moyen de nombreuses opérations coûteuses et délicates ;

7° Au mois de décembre 1828, la Société d'encouragement décerne à J.-B. Guimet le prix proposé ;

8° En 1831, J.-B. Guimet établit son usine à Fleurieu-sur-Saône.

Depuis cette époque, la fabrication de cette admirable couleur a été constamment en augmentant d'importance ; elle a pris surtout un développement considérable en Allemagne. Mais nous nous empressons d'ajouter que, dans ces dernières années, les fabricants français, ont, à leur tour, fait les efforts les plus sérieux pour lutter contre l'étranger, et que ces efforts ont amené des résultats importants : l'Exposition a prouvé l'existence d'établissements nouveaux et l'extension remarquable donnée aux manufactures plus anciennes ; elle a permis de constater également les progrès que nos nationaux ont réalisés, et, bien que la comparaison avec les produits allemands ne fût pas directement possible, il est permis d'affirmer que certaines de leurs nuances sont au moins égales sinon supérieures à celles des meilleures marques étrangères. Nous avons eu enfin la satisfaction de voir divers produits industriels et scientifiques nouveaux et de reconnaître que l'esprit inventif de nos fabricants est loin de perdre de son activité.

L'industrie produit aujourd'hui des outremer dont l'éclat ne le cède en rien à celui du lapis-lazuli ; les expériences de M. Théodore Morel, chimiste de M. Guimet, prouvent, de plus, qu'il n'y a aucune différence entre l'outremer naturel et l'outremer artificiel dans leur résistance à l'alun et aux acides.

D'après ce savant, cette assertion que le lapis résiste à ces agents doit disparaître à l'avenir des traités de chimie ; en présence de ces corps, l'outremer naturel dégage immédiatement de l'hydrogène sulfuré et se décolore rapidement.

Non seulement l'outremer retiré du lapis ne résiste pas à l'action de l'alun et à celle des acides, mais l'outremer artificiel, la plupart du temps, conserve mieux que l'outremer naturel sa nuance au contact de ces réactifs.

Il n'y a actuellement aucun moyen de distinguer les deux outremer ; l'erreur dans laquelle on est resté jusqu'ici provient de ce que l'outremer naturel est préservé, en partie peut-être, par une gangue siliceuse, en partie surtout par le dépôt de silice formé au début de l'attaque ; mais, si avec une baguette de verre on écrase la matière en accélérant ainsi la désagrégation, la décoloration se produit immédiatement.

FABRICATION DU BLEU D'OUTREMER. — Il ne semble pas qu'un fait important ait été introduit dans cette fabrication depuis 1873 ; aucun du moins n'a été signalé au jury. Les renseignements sur les procédés employés sont assez rares, ce qui se comprend

du reste pour une industrie où le *tour de main* joue un aussi grand rôle.

L'ensemble du procédé consiste toujours à chauffer à 700 degrés environ un mélange de kaolin, de carbonate de soude, de charbon, de soufre, et quelquefois de silice. Dans certaines recettes, le carbonate de soude est additionné de sulfate de soude. La pureté des matériaux employés est particulièrement recherchée ; il convient de prendre du soufre en canon et non de la fleur, du sulfate et du carbonate exempts de fer, du kaolin de Cornouailles ou d'Allemagne ; le charbon est remplacé dans beaucoup d'usines, par du brai, du goudron ou de la colophane ; quant à la silice, c'est généralement un sable quartzueux broyé à l'état humide ou de la terre d'infusoires.

Ces diverses substances convenablement choisies sont broyées dans des meules et mélangées après une pulvérisation aussi parfaite que possible ; quelques fabricants calcinent le kaolin avant le broyage.

Le dosage des matières est extrêmement variable : il dépend de la nature du produit que l'on cherche à obtenir, de la manière dont la cuisson est conduite, et enfin du mode de chauffage employé.

1° Mode de chauffage. — Certains fabricants opèrent dans des creusets d'une contenance de 5 à 15 kilog., disposés dans des fours où plusieurs centaines de ces creusets tiennent place ; d'autres, au contraire, chauffent le mélange dans des moufles dont les dimensions, variables selon les localités, permettent de traiter de 300 à 2 000 kilog. à la fois.

Dans l'opinion de M. E. Guimet qui a bien voulu nous fournir divers renseignements précieux pour la rédaction de ce Rapport, la fabrication en creusets est et doit être généralement préférée ; la cuisson réussit plus facilement et le procédé est plus rationnel, les fours à moufles ayant été jusqu'à ce jour construits d'une manière assez barbare. Cette préférence s'explique encore mieux, maintenant que l'outremer est à un prix tel, que toute cuite qui n'est pas supérieurement réussie ne rapporte pour ainsi dire aucun bénéfice. Cependant pour la fabrication du bleu-papeterie, certaines usines qui possèdent un personnel de chauffeurs bien dressés ont préféré l'emploi des fours à moufles et l'ont fait avec succès. L'économie qui en résulte ne peut être que très minime. En effet, si d'un côté on économise les creusets, et quelques frais de main-d'œuvre, d'un autre côté 100 kilog. de bleu exigeraient pendant leur cuisson 146 kilog. de charbon dans un four à moufles, et seulement 50 kilog. dans un four à creusets. Cela s'explique facilement, puisque la masse à chauffer n'étant pas divisée dans le four à moufles comme dans le four à creusets, il faut plus de temps pour que la chaleur pénétre jusqu'au centre : la consommation du charbon augmente par conséquent.

En fait, la fabrication en moufle est peu usitée en France ; M. Dornemann semble être le seul qui l'ait adoptée.

Au point de vue de la qualité, le bleu cuit au moufle paraît préférable au début

des opérations ; les blocs sortant du four ont un éclat incomparable, mais la mouture leur enlève ces qualités beaucoup plus qu'aux bleus cuits en creusets.

Indépendamment de la nature des appareils employés pour la cuisson de l'outremer, la manière dont cette cuisson est dirigée fait varier considérablement le produit ; il est constant qu'avec les mêmes kaolins et les mêmes proportions de matières premières, on obtient des bleus très différents comme nuance et comme résistance à l'alun, selon le mode de chauffage. Ce dernier point peut varier dans des limites considérables ; car la manière générale de conduire l'opération est elle-même sujette à toutes sortes de modifications. Beaucoup de fabricants, en effet, scindent leur cuisson en deux parties ; dans une première opération, on obtient et on isole le vert d'outremer qui se forme toujours dans la première phase de la réaction ; et dans une seconde opération, on transforme le vert en bleu par une calcination au moufle. Bien que ce mode opératoire soit approuvé sans réserve par des spécialistes distingués qui le trouvent plus économique et plus régulier, la plupart des fabricants d'outremer cherchent à adopter le procédé par calcination unique qui fut employé dès l'origine par Guimet ; il paraît réussir tout spécialement dans la production des bleus rosés, tandis que pour les bleus bleus et les bleus verts plusieurs opérations semblent nécessaires.

2° *Nature des produits à obtenir.* — Les nuances du bleu d'outremer varient dans une assez large limite ; on distingue nettement deux sortes de produits : les bleus rosés et les bleus bleus.

Les premiers, de fabrication récente relativement à celle des bleus bleus, sont employés dans l'azurage du papier et du linge, dont la teinte jaune est mieux masquée par eux.

Ces bleus rosés passent en général pour plus résistants que les bleus bleus, et il est vrai de dire que, dans la plupart des cas, cette appréciation est exacte ; mais il serait scientifiquement erroné de considérer la nuance d'un bleu comme un criterium absolu de sa résistance. Nous venons de dire, en effet, que le mode de cuisson agit considérablement sur la nature du produit ; d'autres causes encore, la finesse du grain de l'outremer par exemple, modifient profondément son aspect. Tel bleu, en effet, non broyé sera rose qui deviendra violacé par la pulvérisation et bleu après un broyage très complet ; la nuance des différents bleus et leur résistance à l'alun ne sont donc comparables que s'ils ont la même finesse.

Les bleus rosés ont été dans ces dernières années désignés sous le nom de *bleus riches en silice* ; cette dénomination est inexacte en tant qu'elle s'applique au bleu. (Les analyses de M. Reinhold Hoffmann, publiées dans le Rapport de ce savant sur l'Exposition de 1873, ne laissent aucun doute à cet égard.) Elle devient vraie si elle est appliquée à la nature du kaolin employé.

Les kaolins propres à la fabrication de l'outremer sont d'une composition très varia-

ble; ils renferment de 71.25 à 58.18 de silice pour 27.61 à 44.85 d'alumine et de fer.

Veut-on obtenir un outremer rosé? Il faudra prendre un kaolin riche en silice, ou à son défaut, ajouter à un kaolin alumineux de la pegmatite (M. Guimet) qui renferme de 74 à 78 pour 100 de silice : on peut aussi se servir dans le même but de sable broyé, de silex pulvérisé, ou enfin de *terre à infusoires*.

Veut-on au contraire produire un outremer bleu pur? Il faudra se servir de kaolin alumineux; de plus, on ajoutera au carbonate de soude une dose plus ou moins forte de sulfate de soude.

Voici la composition de quelques mélanges employés tant en France qu'à l'étranger pour la production de l'outremer :

Kaolin.	37 — 37.5	37	31
Carbonate de soude.	22 — 21	37	28
Sulfate de soude.	15 — 14	»	»
Soufre.	18 — 18.5	22	35
Charbon.	8 — 9	4	3
Colophane.	»	4	3

La durée de la cuisson est extrêmement variable; c'est le point le plus délicat de l'opération : si l'on ne chauffe pas assez, la combinaison ne se forme pas; si l'on chauffe trop ou si l'air n'est pas en contact avec le mélange au moment favorable, l'outremer est détruit. Dans certaines usines on monte très progressivement au rouge sombre et on maintient cette température pendant deux jours; ailleurs on chauffe très rapidement jusqu'à la température de fusion d'un mélange d'or et d'argent par parties égales, et on maintient ce degré pendant cinq à six heures seulement (Fürstenau). Dans la fabrication en moufle, on chauffe au rouge cerise pendant quatre-vingts heures et on laisse refroidir pendant une semaine.

Nous ne pouvons insister ici sur tous ces détails techniques, dont il suffit d'indiquer l'importance en même temps que la variabilité.

Dans tous les cas, le refroidissement doit se faire à l'abri de l'air; quand il est complet, on défourne, et, dans le cas où l'on a opéré en creusets et où l'on a obtenu de l'outremer vert, on le concasse et on le lave à l'eau chaude jusqu'à élimination des parties solubles; on dessèche le produit lavé, sur des plaques de fonte chauffées avec la chaleur perdue des fours, et on procède ensuite à la transformation du vert en bleu.

Autrefois cette opération consistait à chauffer le vert dans un moufle avec 8 à 10 pour 100 de son poids en soufre; il est reconnu aujourd'hui que la présence du soufre n'est point indispensable et que le but à atteindre, à savoir l'oxydation du produit, peut être obtenu par la seule calcination à l'air.

Après la transformation, le bleu est lavé à l'eau pure exempte de chaux et il importe de prolonger ce lavage jusqu'à ce que tous les produits étrangers, sulfates, sulfites, hyposulfites, soude, soient complètement enlevés. Enfin on procède au broyage dans des meules horizontales en silex, où la couleur est, en présence de l'eau, réduite à l'état impalpable. Ce point est important : du plus ou moins de soins avec lesquels le broyage est effectué dépend fréquemment la valeur des produits ; pour les bleus destinés à l'impression notamment, il est indispensable que la finesse du grain soit excessive.

Le broyage terminé, on laisse le produit se déposer, et on recueille, à part, les dépôts successifs ; les premiers, plus intenses, servent à la peinture et à l'azurage ; les autres, d'une finesse de plus en plus grande, sont livrés à l'impression.

Des progrès notables ont été réalisés dans la fabrication du bleu d'outremer, tant au point de vue de la qualité qu'au point de vue du prix de revient. Nous avons indiqué déjà que la résistance du bleu à l'action de certains agents avait été considérablement augmentée : ce progrès a une grande importance. Le bleu sert, en effet, à l'azurage du papier, et, comme le sulfate d'alumine entre dans la préparation des papiers collés, l'emploi du bleu serait difficile si l'on n'avait réussi à augmenter sa résistance à l'action de ce produit ; les précautions spéciales à employer dans le mélange du bleu à la pâte à papier sont indiquées par tous les fabricants d'outremer.

Un autre point à signaler également est la disparition des sous-produits, c'est-à-dire des bleus de qualité inférieure, ce qui est un indice certain du soin avec lequel l'ensemble des opérations est dirigé.

Au point de vue du prix, nous verrons plus loin qu'il diminue de plus en plus, grâce aux améliorations introduites dans la construction des fours et des moulins, ainsi qu'aux procédés employés pour utiliser les produits accessoires de la fabrication : l'acide sulfureux, le soufre, les sulfates de soude des eaux de lavage sont aujourd'hui recueillis et diminuent d'autant le prix de revient.

Nous trouvons, chez la plupart des exposants, l'indice des précautions de tous genres qu'ils prennent pour améliorer l'état hygiénique de leurs établissements et des efforts qu'ils font pour développer chez leurs ouvriers le sentiment du bien-être moral et matériel.

Le remplacement du travail manuel par le travail mécanique s'est généralisé ; partout on absorbe les gaz délétères ou l'on soustrait les ouvriers à leur action nuisible par une ventilation convenable. Enfin nous constatons l'existence presque générale d'écoles, de sociétés de secours mutuels, de caisses de prévoyance et d'assurance, et c'est avec une vive satisfaction que nous signalons ces progrès, qui font honneur autant aux manufacturiers qui les réalisent qu'aux ouvriers qui savent utiliser ces bonnes volontés.

Fabrication du violet d'outremer. — J.-B. Guimet avait observé, dans ses expériences, la transformation successive du vert en bleu et du bleu en rouge : à un cer-

tain moment le bleu et le rouge existent en présence l'un de l'autre et forment du violet. Ce corps, isolé dès 1840 par Guimet, a été préparé industriellement pour la première fois en 1873 par la fabrique de Nuremberg qui la présenta à l'Exposition de Vienne. Nous en avons trouvé de nombreux échantillons, notamment dans les vitrines de M. E. Guimet, de MM. Deschamps frères, et de MM. Botelberge et C^{ie} (Belgique).

Quoique ce produit soit, comme intensité et comme éclat, inférieur aux bleus d'outremer, il est loin d'être sans intérêt; les échantillons de tissus et de papiers imprimés, de coton et de papier azuré avec le violet permettent de penser qu'il entrera largement dans la consommation, surtout si l'on arrive à éviter l'inconvénient qu'il présente, paraît-il, de se décomposer rapidement dans les mélanges destinés à l'impression (albumine). Ce fait est assez étonnant, étant données la résistance très grande que le violet présente à l'action de l'alun et son inaltérabilité aux agents physiques.

Peu de détails ont été donnés jusqu'ici sur la fabrication du violet. M. Zeltner (de Nuremberg) a breveté les procédés suivants :

1° Action d'un halogène sec, en particulier le chlore, sur l'outremer vert ou bleu à 300 degrés.

2° Action du chlore en présence de la vapeur d'eau sur l'outremer vert ou bleu à 160-180 degrés (outremer hydroxylé) ;

3° Action du nitrate ou du chlorure d'ammonium sur l'outremer vert ou bleu.

La transformation de bleu en violet occasionne une dépense minime ; elle ne dépasse pas 50 centimes par kilogramme.

Rouge d'outremer. — Nous sommes encore moins renseigné sur la fabrication de ce produit que sur celle du violet.

Les fabricants qui l'ont exposé paraissent commencer seulement l'exploitation de cette couleur, dont l'intensité laisse d'ailleurs beaucoup à désirer. Comme pureté et comme fraîcheur, il est certainement intéressant. Il présente l'inconvénient, grave pour l'impression des tissus, de se détruire au contact de la vapeur d'eau,

COMPOSITION ET CONSTITUTION. — Malgré les travaux considérables auxquels les savants et les praticiens les plus distingués se sont livrés dans ces dernières années sur la composition de l'outremer, il est impossible encore de dégager de leurs analyses et de leurs observations une formule de constitution bien nette. Cela tient à des causes diverses : d'abord l'outremer étant une substance insoluble, dans tous les agents essayés jusqu'ici, sans décomposition, il n'est pas certain que les analyses portent constamment sur un corps pur, absolument dépouillé des matières qui ont servi à sa préparation ; en second lieu, il est démontré aujourd'hui que l'outremer n'est pas une substance unique : il existe toute une série d'outremers de compositions variables quoique assez voisines les uns des autres. Lors même que ces outremers présentent une structure cristalline et qu'ils peuvent par conséquent être considérés comme des espèces chimiques pures ou comme des mélanges d'espèces chimiques pures, les analyses qui en

ont été faites ne concordent pas et *ne peuvent* concorder d'une façon suffisante pour en tirer des conclusions théoriques.

Les faits remarquables qui ont été signalés tout récemment, la synthèse de l'outremer de M. Plicque, la production des outremer de substitution de M. Heumann et de MM. de Forcrand et Ballin, enfin la découverte des outremer au sélénium et au tellure due à M. Th. Morel, chimiste de M. Em. Guimet, ne tarderont sans doute pas à jeter la lumière sur l'un des problèmes les plus étudiés, les plus controversés, les plus complexes de la chimie minérale.

Le cadre de ce Rapport ne comporte pas l'examen et la discussion des innombrables analyses d'outremer publiées sur ce sujet dans tous les pays et surtout en Allemagne, où elles ont suscité de patientes et ingénieuses recherches; il nous paraît d'ailleurs que, du moment où il est admis que l'outremer n'est pas une substance unique, ces analyses peuvent avoir un intérêt capital pour le directeur d'usine qui cherche à se rendre compte de la marche de ses opérations et de sa fabrication, mais elles ne peuvent amener aucun résultat pour le savant qui se préoccupe de la question théorique de la constitution des corps. Cette solution ne pourra être obtenue que par l'étude des réactions chimiques et des phénomènes de substitution.

Rappelons d'une façon générale que l'outremer est composé de silicium, d'aluminium, de sodium, de soufre et d'oxygène (1); le rapport de ces éléments est extrêmement variable, puisqu'il dépend non seulement de la composition du kaolin qui a servi à la préparation de la matière colorante, mais aussi de la nuance spéciale qui est l'objet de l'analyse. La majeure partie des analyses donnent les résultats suivants pour les outremer bleus :

Silice.	36 — 38 p. 100
Alumine.	23 — 28 —
Soude.	17 — 21 —
Soufre.	4 — 13 —

M. Guignet a montré, en 1871, qu'un grand nombre d'outremer du commerce renferment du soufre libre, qu'un traitement au sulfure de carbone peut enlever sans modification de la couleur du produit : les analyses publiées avant cette observation perdent donc de leur valeur.

Quels sont le rôle et l'importance de chacun de ces éléments?

La silice et la soude sont celles dont la proportion reste la plus constante; au contraire, le soufre et l'alumine peuvent considérablement varier, et de l'examen des analyses résulte ce fait, que leurs variations sont en sens inverse l'une de l'autre : le

(1) La présence de l'azote qui avait été annoncée par M. Unger a été depuis formellement contestée, notamment par M. Morgan.

soufre augmente quand l'alumine diminue ; on constate en même temps, au point de vue de la nuance, qu'à l'augmentation du soufre et à la diminution de l'alumine correspond l'augmentation de l'intensité du bleu. Ainsi avec 8 pour 100 de soufre et 23 pour 100 d'alumine, on a un bleu clair ; avec 13 pour 100 de soufre et 23 pour 100 d'alumine on obtient un bleu foncé.

Il existe cependant une limite au delà de laquelle le soufre n'exerce plus d'action sur la couleur. Dans ces conditions, il se transforme soit en sulfate, qu'on retrouve dans la masse, soit en acide sulfureux qui disparaît par volatilisation.

Quant à l'oxygène, comme il ne peut être dosé que par différence et comme les procédés d'analyse employés ne permettent pas de déterminer la place qu'il occupe dans la molécule outremer, il est impossible jusqu'ici de se rendre un compte exact du rôle qu'il joue : c'est cependant à lui qu'il convient d'attribuer la production de la couleur, d'après l'opinion de M. Ém. Guimet. Selon lui, il est démontré aujourd'hui qu'en l'absence de l'oxygène la couleur ne se développe pas.

L'étude des relations qui existent entre les outremer vert, bleu, violet et rose a produit des résultats intéressants.

Lorsqu'on suit, rappelle M. Ém. Guimet dans une récente publication, les phases de la cuisson de l'outremer tel que l'a préparé J.-B. Guimet et tel qu'on le prépare généralement de nos jours, on observe diverses colorations qui se succèdent l'une à l'autre dans l'ordre suivant : Brun, vert, bleu, violet, rose, blanc.

Ces couleurs sont le résultat *de l'oxydation successive* du mélange destiné à préparer l'outremer.

Si, inversement, on chauffe le produit ultime de l'oxydation, le blanc, avec un corps réducteur, par exemple du charbon, on reproduit, selon la quantité du réducteur ajouté, du rose, du violet, du bleu, du vert, ou du brun.

L'examen des produits obtenus vient à l'appui de cette manière de voir.

L'outremer brun et vert au contact des acides étendus dégage de l'hydrogène sulfuré ;

L'outremer bleu dégage de l'hydrogène sulfuré et de l'acide sulfureux ;

L'outremer rose et blanc ne dégage que de l'acide sulfureux ;

Les eaux de lavage de ces outremer sont alcalines pour l'outremer brun et vert, et renferment des polysulfures de sodium ;

Elles sont neutres pour l'outremer bleu, et ne contiennent que du sulfate de soude avec des traces d'hyposulfite ;

Enfin, dans le cas de l'outremer rose et blanc, elles sont acides et ne renferment plus que des sulfates.

M. J. Philipp a étudié spécialement les relations existant entre le vert et le bleu : la transformation du vert en bleu a lieu non seulement sous l'influence de l'air ou du soufre, mais encore par l'action du chlore, de l'iode, du chlorate de potasse, du sel ammoniac, et de différents sels métalliques ; elle a même lieu par le simple chauffage

de l'outremer vert avec de l'eau à 160 degrés. L'auteur a constaté que dans cette expérience, la perte de poids de l'outremer n'est que de 0.36 pour 100 ; que l'eau ne dissout que des quantités de sel insignifiantes ; que la composition centésimale et la distribution du soufre dans les deux outremer sont les mêmes. Il n'existe donc, dit-il, qu'une manière d'expliquer toutes ces réactions, c'est d'admettre qu'il existe dans l'outremer vert, une petite quantité de sulfure de sodium, et que lorsque ce corps disparaît le vert est transformé en bleu.

D'autre part, nous trouvons dans l'étude très consciencieuse faite par MM. Eugène Dollfus et Goppelsröder sur les outremer vert, bleu et violet, les chiffres suivants qui sont en contradiction avec cette opinion.

100 pour 100 des outremer libres de fer, magnésium, calcium, sulfate de chaux, eau et kaolin contiennent :

	VERT.	BLEU (D M).	VIOLET (V R 24).
	p. 100.	p. 100.	p. 100.
Acide silicique.	38 494	41 058	43 801
Oxyde d'aluminium. . . .	33 152	26 078	23 850
Oxyde de sodium.	14 135	13 597	14 975
Oxyde de potassium. . . .	0 506	»	»
Acide sulfurique.	0 731	1 250	2 193
Acide sulfureux.	0 427	0 883	1 669
Acide hyposulfureux. . . .	»	0 703	3 805
Monosulfure de sodium. . .	9 063	7 452	2 841
Soufre libre.	3 491	8 977	6 964
Totaux.	99 999	99 998	100 098

La *constitution* de l'outremer, c'est-à-dire la position réciproque des éléments constitutifs de cette substance, est encore inconnue ; malgré les nombreux travaux auxquels cette recherche a donné lieu et les méthodes d'analyse imaginées par M. R. Hoffmann pour distinguer la provenance du soufre, qui, comme on le sait, existe à plusieurs états différents dans les outremer, aucune hypothèse n'est sortie triomphante de la critique scientifique.

La plupart des auteurs semblent admettre que le silicium et l'aluminium existent dans l'outremer à l'état de silicate d'alumine et dans les mêmes rapports que ceux du kaolin qui lui a donné naissance ; peut-être la soude s'y trouve-t-elle combinée, et le groupement existe-t-il sous la forme d'un silicate double d'alumine et de soude ? Quant au soufre, certains auteurs le considèrent comme combiné au sodium, à l'état de mono... et de polysulfure, lequel serait intimement uni au silicate ; d'autres, se basant sur la présence dans l'outremer des oxacides du soufre qui a été établie d'une façon certaine par M. Ritter, par M. Schutzenberger et par M. R. Hoffmann, considèrent que c'est sous cette forme que le soufre fait partie de la molécule outremer. Les

analyses publiées dans ces dernières années montrent, toutefois, que les quantités d'acide sulfureux, d'acide hyposulfureux, d'acide sulfurique, etc., sont si faibles qu'on peut se demander si leur présence est nécessaire à la constitution de l'outremer. Plusieurs savants supposent que l'outremer est un silicate d'alumine et de soude dans lequel l'oxygène est en partie remplacé par du soufre. Mentionnons aussi l'opinion d'après laquelle la couleur de l'outremer serait produite par la dissémination, dans la masse blanche du silicate, de sulfure d'aluminium ou d'oxysulfure d'aluminium à l'état de division moléculaire.

Enfin M. Guimet, rappelant que l'on obtient, par simple dissolution du soufre dans l'acide sulfurique de Nordhausen, des couleurs bleues, vertes et brunes, émet l'hypothèse que ces couleurs, fugitives dans ces conditions, sont fixées par le mélange de silice, d'alumine et de soude qui agirait seulement à la façon d'un mordant ou d'un véhicule.

Comme nous le disions plus haut, ces questions, dont l'étude est poursuivie depuis quelque temps avec beaucoup d'ardeur, seront sans doute prochainement élucidées, grâce aux faits suivants sur lesquels il convient de donner quelques détails.

M. Plicque a réalisé la synthèse de l'outremer par une méthode de laboratoire qui lui permet d'employer des matières chimiquement pures; il prépare le silicoaluminate de soude de M. Sainte-Claire Deville, en ajoutant l'aluminate de soude à une dissolution de silicate de soude; le précipité a été soumis à une température de 700 à 800 degrés pendant plusieurs jours à l'action d'un courant d'hydrogène sulfuré ou de sulfure de carbone, puis, pendant dix heures à l'action de l'acide sulfureux; sous ces influences successives, il s'est transformé en bleu d'outremer. Les analyses du produit primitif et du bleu obtenu prouvent que la silice, l'alumine et la soude existent dans le même rapport dans les deux corps, et l'auteur conclut de ces expériences que l'outremer bleu proprement dit est formé par un composé oxygéné du soufre. Il est probable, dit-il, que ce composé est fixé sur le sodium et sur l'aluminium.

M. Th. Morel, chimiste de l'usine de Fleurieu, a constaté que le soufre peut être remplacé dans l'outremer par le tellure et le sélénium, et il a obtenu ainsi les couleurs suivantes dont quelques-unes sont assez vives :

OUTREMER AU SOUFRE.	OUTREMER AU SÉLÉNIUM.	OUTREMER AU TELLURE.
—	—	—
Brun.	Brun.	»
Vert.	»	Jaune.
Bleu.	Rouge pourpre.	Vert.
Violet.	»	»
Rose.	Rose.	Gris.
Blanc.	Blanc.	Blanc.

Ces expériences très remarquables prouvent que l'outremer n'est pas un corps unique et qu'il existe toute une série d'outremers. Mais ce n'est pas seulement

le soufre qui peut être ainsi remplacé par ses congénères, il en est de même du sodium. M. Ém. Guimet a montré que les bases alcalines et terreuses, comme la chaux, la baryte, la magnésie, la lithine, etc., substituées, équivalent à équivalent, à la soude, donnent toutes des corps présentant les mêmes réactions que les outremer : décomposition par les acides, dépôt de soufre et dégagement d'acide sulfhydrique ou sulfureux.

Puis récemment enfin, M. Heumann et MM. de Forcrand et Ballin sont arrivés aux mêmes résultats par une autre voie et en leur donnant un plus grand caractère de netteté.

On se rappelle que M. Unger, en 1874, avait obtenu un outremer vert par l'ébullition de l'outremer bleu de commerce avec un excès d'une dissolution d'azotate d'argent, et que M. Heumann compléta la réaction en chauffant les mêmes corps à 120 degrés en vase clos : on obtient dans ce cas un outremer jaune dans lequel tout le sodium est remplacé par l'argent. M. Heumann, d'un côté, et MM. de Forcrand et Ballin de l'autre, ont fait réagir un certain nombre de chlorures métalliques sur cet outremer argentique, et ils ont constaté qu'en chauffant le mélange à une température élevée on peut éliminer tout l'argent à l'état de chlorure et former d'autres outremer : ils ont régénéré ainsi l'outremer ordinaire en se servant de chlorure de sodium ; avec les chlorures de potassium, de rubidium et de lithium, ils ont produit un outremer bleu ; avec le chlorure de baryum, un outremer brun jaunâtre ; avec le chlorure de zinc, un outremer violet ; avec le chlorure de magnésium, un outremer gris.

Il est vraisemblable que les auteurs de ces expériences poursuivront leurs recherches et les étendront aux combinaisons organiques pour tenter de faire des outremer alcooliques : il est permis de supposer dès lors que la structure intime des outremer sera rapidement dévoilée (1).

L'outremer valait, en 1826, 600 francs le kilogramme ; en 1872, son prix est de 2 fr. 20 le kilogramme ; il n'a cessé de baisser depuis.

Cette baisse s'est effectuée insensiblement, et le fabricant qui augmentait ses débouchés en a profité tout autant que le client. Le prix le plus réduit pour un outremer de première qualité, prix fait pour l'exportation sur un marché vivement disputé (l'Angleterre), était en 1872 de 200 à 210 francs les 100 kilogrammes pour de grandes quantités, et les fabricants y trouvaient un bénéfice suffisant quoique très modéré. Les conditions actuelles paraissent beaucoup moins avantageuses.

En 1855, il existait, en France, 7 fabriques ; en Allemagne, 40 ; en Angleterre, 4.

(1) Cet article était rédigé lorsque parut le remarquable travail de M. Ballin sur les outremer organiques. Ce chimiste a préparé les outremer éthyliques, amyliques, allyliques, benzyliques, etc. ; il a constaté, de plus, que par une réaction inverse, le chlorure de sodium, en réagissant sur l'outremer éthylique, transforme ce dernier en outremer bleu qui paraît identique avec celui du commerce.

En 1872, il existait, en France, 6 fabriques; en Allemagne, 23; en Autriche, 2; en Belgique, 1; en Angleterre, 0.

En 1878, il existe, en France, 8 fabriques; en Allemagne, 25; en Autriche, 6; en Belgique, 2; en Russie, plusieurs; en Hollande, 3; en Angleterre, 0.

Les deux fabriques françaises qui ont été créées depuis 1872 sont celle de M. Muhlberg, à Lille, et celle de la Société de Communes et d'Asnières, de fondation toute récente (1876); elle s'était montée pour une production de 250 000 kilogrammes, mais elle annonce pouvoir produire prochainement 600 000 à 800 000 kilogrammes.

La fabrique la plus considérable est celle de Nuremberg. Comme importance vient immédiatement après celle de M. Guimet (1 million de kilogrammes); puis, pour ne parler que de celles qui ont pris part à l'Exposition de 1878, les fabriques de MM. Deschamps (Vieux-Jean-d'Heurs en France) avec une production de 900 000 kilogrammes; Botelberg, à Melle-lès-Gand (Belgique) avec 600 000; Richter, à Lille, avec 400 000; Armet de l'Isle (Nogent-sur-Marne), avec 250 000; Robelin, à Dijon, avec 200 000; Dornemann, à Lille, avec 120 000; et MM. Agofonovo, Guenter, Werner et Kallé (Russie), Doormans (Hollande).

On peut estimer que la production totale a triplé depuis vingt ans; elle est d'environ 18 millions de kilogrammes.

Les tableaux suivants rendent compte des mouvements auxquels le commerce de l'outremer a donné lieu en France depuis 1867 :

TABLEAU DE L'IMPORTATION ET DE L'EXPORTATION FRANÇAISES DE L'OUTREMER,
DE 1867 A 1878.

ANNÉES.	IMPORTATION.	EXPORTATION.
—	—	—
	Kil.	Kil.
1867.	149 559	137 953
1868.	149 649	131 375
1869.	187 192	160 794
1870.	95 104	170 591
1871.	117 392	195 036
1872.	177 109	408 781
1873.	161 422	476 387
1874.	161 078	446 017
1875.	327 233	540 537
1876.	266 564	637 848
1877.	303 296	624 712
1878.	»	621 207

A côté des couleurs dont nous venons de parler et dont l'exploitation représente une industrie spéciale, nous signalons les expositions des *fabricants de couleurs* proprement dites qui, notamment dans la section française et dans la section anglaise, atti-

raient les regards par la beauté des produits ainsi que par le luxe et le bon goût de leur installation. Cette industrie a pris un développement considérable à Paris; plusieurs maisons y font pour 1 ou 2 millions d'affaires. La perfection de leurs méthodes de préparation permet d'exporter la moitié environ de leurs produits; c'est un résultat d'autant plus intéressant à constater que les matières premières viennent presque toutes, les deux tiers en tout cas, de l'étranger.

Les couleurs s'appliquent à un grand nombre d'usages; il nous suffira de citer les principaux, à savoir: les papiers peints, la peinture des bâtiments et des voitures, la peinture fine, les fleurs artificielles, la lithographie, l'impression des tissus, etc.

Il serait assurément intéressant de pouvoir indiquer en détail les modes de préparation adoptés pour chacune de ces couleurs; mais, bien que ces fabrications soient connues d'une façon générale, chaque industriel, ayant par son expérience trouvé quelque tour de main avantageux, a tout intérêt à garder son secret, et nous ne pouvons en conséquence que faire ressortir ce qui a le plus frappé le jury et indiquer ce qu'on a bien voulu lui confier.

Vermillon.

La consommation de cette belle couleur est encore considérable; on l'emploie pour la peinture, la coloration de la cire à cacheter, les impressions lithographiques, etc. Les deux procédés connus pour sa préparation (voie sèche et voie humide) sont employés concurremment selon les usages auxquels le vermillon est destiné.*

Les producteurs les plus importants de cette couleur sont MM. Lewis Berger et Sons (de Londres) qui en fabriquent 120 000 kilogrammes par an; M. Lange-Desmoulin, à qui revient le mérite d'avoir introduit cette industrie en France en 1824, n'en produit guère que la moitié. MM. Atkinson et Co (de Londres) annoncent avoir obtenu un vermillon contenant 25 pour 100 de mercure de moins que les marques claires ordinaires, tout en étant d'une couleur plus riche: aucun autre détail ne nous a été communiqué sur cette fabrication.

Bleus.

Bleu de Prusse. — On continue généralement à préparer le bleu de Prusse par l'action du ferrocyanure de potassium sur le sulfate ferreux et l'oxydation du précipité: on sait que dans ces conditions il se forme non seulement du ferrocyanure ferrique, mais encore du ferricyanure-ferricopotassique qui possède aussi une couleur bleue; de là la variété considérable de ces produits auxquels chaque fabricant donne un nom de fantaisie, selon la nuance spéciale qu'il s'est attaché à obtenir.

MM. Levainville et Rambaud (ancienne maison Gauthier Bouchard) ont exposé du

bleu de Prusse obtenu à l'aide du procédé découvert par cette maison en 1867 et qui a, depuis lors, pris une grande extension ; il consiste, comme on le sait, à utiliser les vieilles matières d'épuration du gaz qu'on traite par la chaux et l'air. Après quelques mois d'oxydation, la transformation a eu lieu ; le prussiate de chaux obtenu est traité par le carbonate de potasse, et le prussiate de potasse est amené à cristallisation ; les eaux mères servent à la préparation du bleu de Prusse.

Bleu de Brême. — C'est un carbonate de cuivre d'une très belle nuance (M. Jacques Sauce et M. Lorilleux).

Bleu de cobalt. — Ces bleus méritent une mention spéciale. Avant 1868, la Manufacture royale de Saxe avait, pour ainsi dire, le monopole de ce produit ; depuis cette époque, M. Marquet (de Paris) a entrepris cette fabrication, qu'il a amenée, avec le concours d'un chimiste distingué, M. Jourdin, à un grand degré de perfection. Quoique la consommation en soit forcément limitée, à cause du prix élevé du métal, le bleu de cobalt a pris son rang dans la liste des couleurs véritablement utiles : la peinture fine et les fleurs artificielles l'emploient d'une façon courante, mais son principal débouché est celui de l'impression des billets de banque. Les Banques de France et de Belgique s'en servent exclusivement : elles en emploient, paraît-il, pour environ 80 000 francs par an.

On prépare le bleu de cobalt par la calcination, dans des conditions déterminées, d'un mélange d'alun et d'oxyde de cobalt. Certaines nuances réclamées par la peinture fine sont obtenues en faisant sécher en couches minces une pâte d'alumine et d'oxyde de cobalt et en faisant ensuite passer au feu.

M. Pinondel a également exposé des bleus de cobalt obtenus par une combinaison d'alumine et de phosphate de cobalt ; ses bleus violacés sont obtenus au feu de moufle, ses bleus purs sont chauffés au blanc.

Verts.

Vert de Schweinfurt. — Ce produit figurait avec éclat dans la vitrine de M. Ringaud jeune, dont les moyens de production lui permettent la vente de cette riche couleur en Allemagne même.

Les propriétés toxiques des verts arsénicaux ont fait rechercher depuis longtemps d'autres matières susceptibles de les remplacer ; des efforts louables ont été faits dans cette voie, et nous en trouvons la preuve dans le grand nombre de verts de toutes sortes exposés par divers fabricants. M. Jacques Sauce présentait des verts de cuivre sans arsenic ; ailleurs nous voyons les verts de cobalt produits par la calcination de l'oxyde de cobalt et de l'oxyde de zinc mélangés.

Les *verts de zinc*, préparés par le mélange du chromate de zinc et du bleu de Prusse, figuraient honorablement dans l'exposition de M. Latry et de M. Lefebvre ; ces produits sont inoffensifs et insensibles aux émanations sulfureuses.

Les *verts de plomb*, préparés par le mélange du chromate de plomb et du prussiate de fer, font également une concurrence des plus sérieuses aux verts arsénicaux : M. Hardy Milori, dont la fabrication soignée a mérité que son nom fût adopté même à l'étranger pour la désignation de diverses couleurs, en a exposé de beaux échantillons. Il en est de même de MM. Wilkinson, Heywood et Clark (de Londres), qui nous ont signalé, comme un perfectionnement important, l'introduction dans leur chromate d'un tartrate ou d'un citrate dont la présence s'opposerait à l'altération du bleu de Prusse.

Enfin, parmi les verts organiques, nous avons remarqué les *verts pistache* de M. Olive, très frais de ton et absolument inoffensifs : ils sont obtenus avec l'indigo et la graine de Perse.

Jaunes.

Les *jaunes* et les *oranges de chrome* constituent toujours l'une des couleurs les plus employées ; selon l'usage auquel ils sont destinés, on les prépare avec l'acétate ou avec le nitrate de plomb : le premier sert à faire les jaunes lourds pour la lithographie, le second sert à préparer les jaunes légers destinés à la peinture pour carrosserie, etc.

Le *jaune de zinc* (chromate de zinc précipité) est préparé sur une grande échelle par MM. Latry, Wilson (de Londres), Jacques Sauce, Pinondel, etc. Il présente sur le jaune de chrome l'avantage très sérieux de ne point être toxique et de pouvoir, en conséquence, servir impunément comme papier d'emballage dans l'épicerie (chocolats), dans la confiserie, etc. ; mais il couvre moins bien, et cet inconvénient le fait malheureusement rejeter dans bien des cas. Il remplace avantageusement les laques de gaude, dont la préparation est longue et coûteuse et dont la nuance est incertaine.

Les *jaunes de cadmium* préparés par M. Marquet sont de fort beaux produits, variant, selon leur mode d'obtention, du jaune citron au rouge ; d'après M. Pinondel, qui exposait également du sulfure de cadmium, les nuances foncées sont obtenues par l'hydrogène sulfuré et les claires par un monosulfure alcalin : les conditions de température exercent une influence marquée sur la couleur du produit. Ces jaunes commencent à être employés par les imprimeurs de tissus, qui les fixent à l'aide de l'albumine ; les nuances obtenues sont extrêmement pures.

Signalons enfin les très beaux *jaunes de murexide* (purpurate de zinc) de M. Lefranc qui présentait aussi de belles laques pourpres (purpurate de mercure).

Ocres, miniums de fer, bruns van Dyck. — Ces couleurs, très employées dans la peinture en bâtiment et dans la peinture fine, présentent les nuances les plus diverses, selon leur origine et leur mode de préparation. La calcination des ocres donne des bruns ; la décomposition du sulfate de fer produit des couleurs variant de l'écarlate au pourpre foncé.

Noir.

Les qualités exigées d'un beau noir pour encre d'imprimerie sont : une ténuité absolue et une nuance pure, intense, profonde ; elles ne peuvent être obtenues que dans des conditions spéciales.

M. Lorilleux, dont la très belle exposition mérite une mention particulière, produit son noir en décomposant par la chaleur des matières riches en carbone (naphtaline, etc.) et en enflammant les gaz ainsi obtenus sous une vaste cloche en tôle ; un fort courant d'air aménagé dans cette cloche entraîne le noir dans des chambres de 3,000 mètres cubes, où il se dépose ; on le débarrasse, avant l'emploi, des matières grasses ou goudroneuses qu'il renferme, par une ou plusieurs calcinations au four à réverbère dans des vases en fonte ou en terre réfractaire.

M. Wüste, de Vienne (Autriche), exposait aussi de beaux échantillons de noir de fumée.

Le tableau qui suit indique la valeur en francs, à l'exportation et à l'importation française, des produits classés sous le nom de *couleurs non dénommées*. Il convient de n'attacher qu'une importance relative à ces chiffres, l'élasticité de la désignation permettant au fabricant ou au commissionnaire de faire tout entrer ou sortir sous cette rubrique : il y a là une modification radicale à introduire dans les tarifs de la douane.

Couleurs non dénommées.

ANNÉES.	IMPORTATION.	EXPORTATION.
	francs.	francs.
1867.	1 363 179	4 905 570
1868.	2 409 651	6 124 776
1869.	4 534 722	8 384 991
1870.	2 676 033	6 744 144
1871.	1 256 724	2 294 378
1872.	876 230	1 239 802
1873.	3 640 702	4 997 498
1874.	4 227 603	4 935 805
1875.	5 278 470	4 374 582
1876.	6 509 752	5 422 964
1877.	4 312 617	»

Il ne nous reste plus à signaler dans cette classe de produits que les couleurs métalliques en poudre, les ors en feuille, etc., de MM. Falk et Comp. (de Vienne), dont l'exposition était très complète, et la poudre d'étain servant à la métallisation du papier préparé par M. Jacques Sauce et par M. Simier. Ce produit, qui possède le ton blanc de l'argent, est obtenu par précipitation électrique ; il a été, il y a vingt ans environ, appliqué avec succès dans l'industrie des toiles peintes pour l'impression des lustrines, doublures, etc.

Ch. LAUTH.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 10 février 1882.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — M. *Saunier* (C.), rapporteur de la classe 26 à l'Exposition de 1878, rue Saint-Honoré, 154, à Paris, présente à la Société quelques observations sur le prix que la Société a proposé l'année dernière pour provoquer une bonne monographie des procédés employés en Amérique pour la construction des montres par procédés mécaniques. (Arts mécaniques.)

M. *Desgrandchamps*, sous-chef des ateliers du chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, rue de Charolais, 1, rappelle le travail qu'il a présenté, il y un an environ, sur le fraisage automatique des pièces à profil varié. (Arts mécaniques.)

M. *Ozanne* jeune, ouvrier tisseur de drap, à Sotteville-sous-le-Val (canton d'Elbeuf). Nouveau système d'aiguillage pour chemins de fer et modèle de briques à emboîtement en tous sens. (Arts mécaniques.)

M. *Raffard* (N.), rue Vivienne, 16, à Paris, présente un dynamomètre de rotation pour mesurer le travail transmis aux outils. (Arts mécaniques.)

M. *Turney*, président de l'Assistance paternelle des enfants employés dans les fabriques de fleurs et de plumes, rue de Lanery, 16, à Paris, demande à la Société un don de livres à distribuer au nom de la Société d'encouragement aux lauréats de cette Assistance paternelle. (Comité du commerce.)

M. *Melsens*, membre de l'Académie royale de Belgique et correspondant de la Société d'encouragement, fait hommage à cette Société d'un exemplaire du Rapport qu'il a fait à l'Académie royale sur les recherches expérimentales que M. *Hirn* a faites, au sujet de la relation qui existe entre la résistance de l'air et la température. (Des remerciements seront adressés à M. *Melsens* pour cet envoi, qui sera examiné par le comité des arts mécaniques.)

M. *Gatellier*, meunier à Condetz, La Ferté-sous-Jouarre (Seine-et-Marne), envoie à la Société une étude qu'il a faite pour la Société d'agriculture de Meaux sur le prix de revient des fumiers. (Agriculture.)

La Société d'étudiants allemands de Breslau, demande à la Société de lui envoyer gratis un exemplaire de ses publications pour une salle de lecture qu'elle vient d'ouvrir. (Commission du *Bulletin*.)

MM. *Porion* et *Mehay*, à Wardrecques, présentent à la Société, pour le concours concernant les améliorations aux industries insalubres, un procédé pour l'utilisation des résidus provenant de la distillation des grains dans le travail avec saccharification

par les acides, résidus qui, jusqu'à présent, étaient rejetés dans les cours d'eau. (Arts chimiques.)

M. *Magnin* (Célestin), à Barfleur (Manche). Note imprimée sur la céramique étrangère comparée à la porcelaine de Sèvres depuis 1804. (Construction et beaux-arts.)

M. *Dru* (Léon). Mémoire imprimé sur la péninsule malaise et les projets pour le percement de l'isthme. (Construction.)

NÉCROLOGIE. — M. le *Président* annonce à la Société la perte qu'elle a faite par la mort récente de M. *Bussy*, membre libre de l'Académie des sciences, ancien directeur de l'École de pharmacie, membre de l'Académie de médecine, qui depuis 1830, c'est-à-dire depuis plus de cinquante ans, était membre du comité des arts chimiques dans le Conseil d'administration de la Société. (Une Notice sur sa vie sera présentée dans une séance prochaine du Conseil.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Composteur topographique*. — Rapport présenté par M. le colonel *Goulier* au nom du comité des arts mécaniques, sur un composteur destiné à l'impression des écritures sur les cartes topographiques et sur les dessins, par M. *de la Noë*, chef de bataillon du génie.

Le comité des arts mécaniques propose de remercier le commandant *de la Noë* de son intéressante communication, et de voter l'impression, dans le *Bulletin* de la Société, du présent Rapport accompagné de figures sur bois et de la légende explicative nécessaires pour sa complète intelligence.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Décortication de la ramie. — Rapport présenté par M. *Simon*, au nom du comité des arts mécaniques, sur le *procédé de décortication des orties textiles*, présenté par M. *A. Favier*, ancien élève de l'École polytechnique, capitaine du génie démissionnaire.

Le comité des arts mécaniques propose de remercier M. *Favier*, pour son intéressante communication et de voter l'insertion du présent Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Anémomètre multiplicateur* de M. Eugène *Bourdon*, présenté à la Société d'encouragement, dans la séance du vendredi 10 février 1882, par M. *Ch. de Comberousse*.

M. le *Président* remercie M. *Bourdon* et M. *de Comberousse* de cette intéressante communication, qui est renvoyée à l'examen du comité des arts mécaniques.

Culture des vignes phylloxérées. — M. Jules *Maistre*, propriétaire et manufacturier à Villeneuve (département de l'Hérault), présente à la Société des observations sur les moyens à employer pour cultiver les vignes françaises et en obtenir des récoltes malgré la présence du phylloxéra.

M. le *Président* remercie M. Jules *Maistre* de son intéressante communication dont il renvoie l'examen au comité de l'agriculture. Il fait, à ce sujet, deux observations. La première est qu'il convient de se rappeler que la base des travaux de la

Commission supérieure du phylloxéra a toujours été la défense de la vigne française contre les attaques du phylloxéra. Les expériences que cite M. Jules *Maistre* et le système de culture qu'il a appliqué, apportent des faits nouveaux à l'appui des recommandations persévérantes de cette Commission.

La deuxième observation est relative au rôle que la potasse possède dans l'agriculture et son utilité soit dans les engrais, soit en particulier dans les sulfocarbonates qu'il convient d'employer pour combattre l'ennemi destructeur des vignes françaises. L'emploi de la potasse dans l'agriculture va toujours en croissant; le prix du sulfate de potasse s'élève sans cesse et c'est à peine si les agriculteurs peuvent se procurer à 30 francs ce qui coûtait 20 francs il y a quelques années. Il serait important que le comité de chimie de la Société s'occupât de cette question, qui touche de près aux besoins de la culture de la vigne; peut-être y aurait-il lieu de fonder des prix pour provoquer la recherche de nouvelles sources abondantes de potasse plus économiques que celles qu'on a exploitées jusqu'ici.

Transport et distribution de la force par l'électricité. — M. Maurice *Lévy*, professeur suppléant au Collège de France, fait à la Société une importante communication sur les conditions dans lesquelles on emploie les appareils électriques pour opérer le transport et la distribution de la force motrice.

M. le *Président* remercie M. Maurice *Lévy* d'avoir fait part à la Société de ses intéressantes recherches sur ce sujet important et lui demande d'en présenter la suite dans une prochaine séance.

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

M. *Joly*, architecte, à Paris; M. *Thomas de Boyano* (René), propriétaire, à Paris.

Séance du 24 février 1882.

Présidence de M. *DUMAS*, président.

CORRESPONDANCE. — M. *Jouanneau*, rue Villiot, 17, à Paris, annonce qu'il a inventé un nouveau moteur pour l'emploi de la vapeur. (Arts mécaniques.)

M. *Trouvé* (Gustave), ingénieur, rue Vivienne, 14, écrit pour recommander à la Société un vieux serviteur de sa famille qui ne l'a pas quittée depuis 1844, et demander pour lui une récompense. (Commission spéciale.)

M. *Renaud* (Michel), tailleur, rue Montorgueil, 26, demande l'approbation de la Société pour l'aider à obtenir, par la suite, l'impression gratuite de son enseignement professionnel. (Arts du commerce.)

M. *Franck* (Léon), ingénieur, rue de Châteaudun, 54, envoie une Notice sur la traction mécanique par voies ferrées empruntant le sol de la voie publique et usant de la locomotive sans foyer. (Arts mécaniques.)

M. *Verard de Sainte-Anne*, rue Caumartin, 18. Mémoire au sujet d'un chemin de fer sur la Manche.

M^{me} Marthe de Jouffroy, rue Demours, 2, à Paris, demande à la Société de souscrire au monument qui doit être érigé à Besançon, à Claude de Jouffroy, inventeur de la navigation à vapeur. (Arts mécaniques et fonds.)

M. Mouline (L.-E.), à Vals-les-Bains, recommande l'emploi du charbon soufré pour la destruction du phylloxéra. (Agriculture.)

M. le Secrétaire perpétuel de la Société d'agriculture remercie de l'envoi à la bibliothèque de cette Société des volumes de 15 à 24 de la collection du *Bulletin de la Société d'encouragement*.

M. Garnache (Clovis), boulevard de Vaugirard, 157, à Paris. Nouveau genre de roulette pour meubles. (Constructions et beaux-arts.)

M. de la Follie, correspondant de la Société, à Tours, envoie des exemplaires de sa brochure, *Intérêt commun des patrons et ouvriers*. (Commerce.)

Observations présentées à M. le Préfet de la Seine sur la hauteur, le mode de construction et la salubrité des maisons de Paris. Librairie Ducher, rue des Écoles, 51, à Paris. (Constructions et beaux-arts.)

M. Feuquières (Jules), rue de Sèvres, 89. Séance publique du 19 octobre 1881, sur l'électro-métallurgie. (Arts économiques.)

Exposition internationale industrielle de Chicago. Rapport du secrétaire en 1881. (Bibliothèque.)

PRÉSENTATION DE CANDIDATS POUR ÊTRE NOMMÉS MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — M. Delpérier, médecin-vétérinaire, est présenté par M. Lavalard; M. Houdart, négociant en vins, à Belleville, est présenté par M. Bérard.

COMMUNICATIONS. — *Appareil de chauffage à l'huile de pétrole*, présenté par M. le colonel Sebert au nom de M. OEsthund.

M. le Président remercie M. Sebert et M. OEsthund de cette communication et charge le comité des arts économiques d'en faire l'examen.

Ferrure à glace des chevaux. — M. Delpérier (J.-B.), médecin-vétérinaire, rue Baroullière, 3, à Paris, fait une communication sur la ferrure à glace des chevaux.

M. le Président remercie M. Delpérier de cette communication et charge le comité de l'agriculture d'en faire l'examen.

Produits de laiterie. — M. Chesnel expose les progrès que fait actuellement la fabrication industrielle des produits de laiterie.

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

NOMINATION DE MEMBRES. — Est nommé membre de la Société :

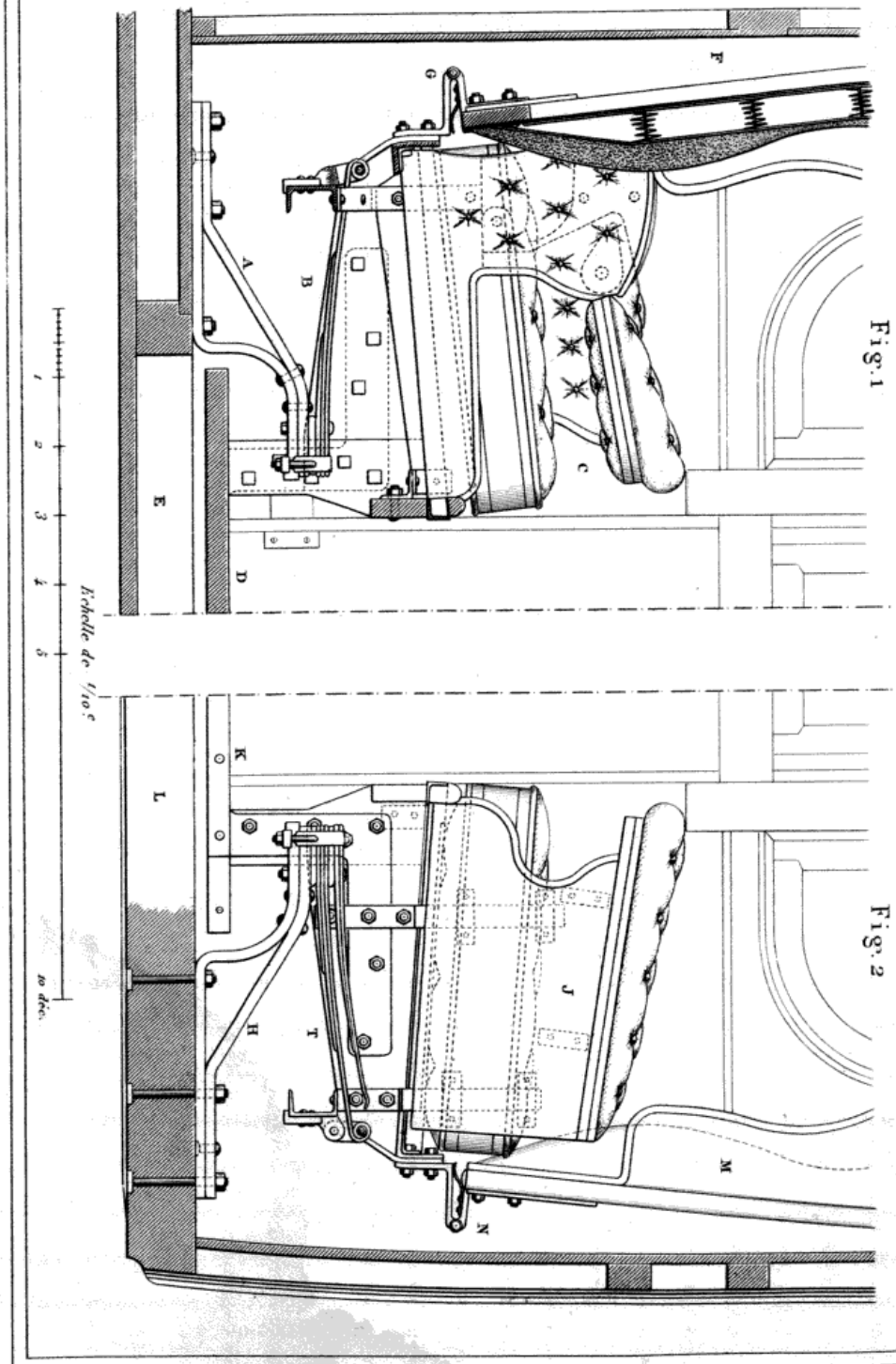
M. le Directeur des établissements de la Risle, à Pont-Audemer.

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.

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

SUSPENSION DES VOITURES. SYSTÈME DELESSERT

Insp. R. Tancour, Paris



BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

BEAUX-ARTS APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE.

RAPPORT fait, par M. DE LUYNES, au nom du comité des constructions et des beaux-arts, sur les ÉPREUVES PHOTOGRAPHIQUES SUR FAÏENCE DURE, présentées par M. CACAULT.

Messieurs, l'impression d'images inaltérables au moyen d'émaux en poudre pouvant être fondus sur verre, sur porcelaine, etc., indiquée par Lafon de Camarsac et Poitevin, il y a plus de vingt ans, a été pratiquée et développée par différents expérimentateurs. Il y a lieu de rappeler principalement les émaux sur cuivre de Lafon de Camarsac, quelques spécimens sur porcelaine monochromes qui ont figuré aux dernières Expositions de Londres et de Vienne, des épreuves sur faïence à la section anglaise de l'Exposition de 1878, cuites au moufle et plusieurs fois retouchées, enfin des photographies céramiques de Kaiser qui sont entre les mains de M. Barluet.

Les épreuves que M. Cacaault a présentées à la Société ont été obtenues sur la faïence fine dure de Creil; elles sont cuites sur couverte à un seul feu, à une température presque égale à celle de la cuisson du vernis, mais de moins de durée.

Parmi les produits apportés par M. Cacaault, il faut remarquer un portrait de la reine Amélie et un autre portrait de jeune femme, noir-brun à base de fer, bien glacés et bien réussis; un dessin d'après Bouché, rouge de fer, ayant bien conservé son caractère;

Une reproduction de la coupe de Benvenuto, du Louvre, imitation de cui-

vre oxydé à base d'iridium et de chrome; la même au platine, à apparence bien métallique;

D'autres sujets dans les mêmes tons :

Un bas-relief de Clodion, imitation de bronze, avec le mélange pour vert foncé;

Enfin différents échantillons au violet de manganèse, au bleu de cobalt, au vert de chrome, etc.

Toutes ces épreuves ont été reportées sur faïence en se servant de procédés analogues à ceux de Poitevin, c'est-à-dire, de mélanges de bichromate de potasse avec des substances hygroscopiques, etc., les couleurs étant associées à un fondant convenablement choisi par rapport à la faïence à décorer. Quoique obligé de se borner aux couleurs solides, M. Cacaault, en mettant à profit ses connaissances chimiques et son habileté de photographe, a pu réunir un nombre de nuances suffisant pour offrir des ressources assez étendues à la photographie artistique et aux applications à la décoration d'objets plus communs. Il a montré ainsi qu'il est possible d'appliquer, d'une manière sûre et d'un seul jet, sur les poteries dures, des épreuves photographiques sans en altérer le caractère et en leur assurant aussi une complète inaltérabilité.

Votre comité, après avoir examiné les résultats obtenus par M. Cacaault, a l'honneur de vous proposer, en félicitant l'auteur, de le remercier de son intéressante présentation et d'ordonner l'insertion de ce Rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : DE LUYNES, rapporteur.

Approuvé en séance, le 24 mars 1882.

BEAUX-ARTS.

RAPPORT fait par M. ERNEST DUMAS, au nom du comité des constructions et des beaux-arts sur la DÉCORATION DU VERRE A FROID, par les procédés de M. LUTZ-KNECHTLE.

Messieurs, les procédés de décoration à froid du verre présentés par M. Lutz-Knechtle, dessinateur pour étoffe de rideaux à Frogen, canton d'Appenzel (Suisse), se recommandent à votre attention par une application que je crois

nouvelle d'un produit dont l'emploi est encore assez récent dans les arts, le *silicate de soude ou de potasse* en dissolution.

M. Lutz-Knechtle compose, au moyen de cette dissolution additionnée de blanc de zinc ou d'outremer, des couleurs qu'il applique sur verre au tampon ou au rouleau ; des patrons de papier fort, qu'il dessine et découpe lui-même, lui servent à ménager des réserves au moyen desquelles il donne à ses vitraux l'aspect du verre mousseline gravé ou dépoli par les procédés ordinaires.

Par un tour de main ingénieux, il juxtapose ou superpose sans difficulté deux ou plusieurs couleurs sur les mêmes verres et en augmente ainsi l'effet décoratif.

Ces couleurs, à base de silicate de soude, sèchent très promptement (en une heure ou deux), donnent des tons doux, des contours très nets, résistent bien au lavage, et les verres, ainsi décorés, sont d'un prix très inférieur à ceux que l'on obtient par l'acide fluorhydrique ou par des procédés mécaniques. Ajoutons que l'opération peut se pratiquer aussi facilement sur des verres en place que sur des carreaux démontés.

En conséquence, Messieurs, le comité des beaux-arts et constructions vous propose de remercier M. Lutz-Knechtle de sa communication et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent Rapport.

Signé : DUMAS (Ernest), rapporteur.

Approuvé en séance, le 24 mars 1882.

BEAUX-ARTS.

RAPPORT fait par M. ERNEST DUMAS, au nom du comité des constructions et des beaux-arts, sur les CRAYONS EN COULEURS VITRIFIABLES, de M. LACROIX.

Messieurs, M. Lacroix, chimiste, vient de mettre dans le commerce des crayons analogues pour la forme et pour l'emploi aux crayons ordinaires de plumbagine, mais dans lesquels il a remplacé la mine noire par des couleurs vitrifiables.

Le dessin coloré exécuté avec ces crayons sur du verre légèrement dépoli, supporte sans altération le feu de moufle et se fixe sur le verre à la manière de la peinture sur verre ordinaire. — J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de la Société quelques spécimens de dessins ainsi exécutés. Ils sont loin de

donner une idée complète de ce que l'on pourra obtenir, lorsque le manie-
ment de ce nouveau procédé sera mieux étudié, et surtout lorsqu'il se trou-
vera entre des mains plus habiles. Mais on peut voir, dès à présent, les res-
sources que peut présenter un emploi aussi facile et aussi commode du des-
sin sur verre.

Les grisailles donnent surtout d'excellents résultats, et plusieurs peintres
sur verre les utilisent déjà pour tracer leurs contours.

Des pastels fabriqués sur les mêmes données, et qui permettent l'emploi
de l'estompe, complètent cette série de produits destinés à répandre et à vul-
gariser l'usage d'une nouvelle décoration du verre, qui, sans rivaliser avec
la peinture, donne des effets assez nouveaux, dont des artistes de goût s'em-
presseront sans doute de profiter.

Nous rappellerons à cette occasion, que des crayons analogues en bois, à
mine de couleurs vitrifiables, ont déjà été essayés, il y a quelques années,
pour la peinture ou le dessin sur porcelaine ; mais cet essai n'ayant pas
réussi d'une manière pratique, leur fabrication a été immédiatement aban-
donnée. Je crois que leur insuccès provient de ce que l'on avait tenté de les
employer sur des porcelaines émaillées, et que, sur du biscuit, ils auraient
aussi bien réussi que ceux de M. Lacroix sur du verre dépoli.

Le comité vous propose donc, Messieurs, de remercier M. Lacroix de cette
nouvelle communication, et de voter l'insertion du présent Rapport au *Bul-
letin* que la Société publie.

Signé : DUMAS (Ernest), rapporteur.

Approuvé en séance, le 24 mars 1882.

ARTS CHIMIQUES.

MÉMOIRE SUR L'HYDROCELLULOSE ET SES DÉRIVÉS, PAR M. AIMÉ GIRARD (1).

I. — Définition de l'hydrocellulose.

Les matières cellulosiques subissent souvent, et dans des circonstances

(1) Extrait, par l'auteur, d'un mémoire plus développé publié dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 5^e série, t. XXIV, 1881, auxquelles il convient de se reporter pour tous les détails de préparation et les analyses.

variées, une modification remarquable de leur état physique; leur souplesse, leur élasticité naturelles disparaissent et on les voit devenir cassantes d'abord, puis friables à ce point qu'on les peut aisément réduire en poussière.

Les travaux industriels nous offrent des exemples nombreux de cette transformation. C'est ainsi que, du fait d'un blanchiment mal conduit, on voit quelquefois les tissus de toile et de coton, les papiers et les produits analogues perdre toute leur solidité; c'est ainsi que les papiers parcheminés fabriqués dans de mauvaises conditions se montrent secs et cassants; c'est ainsi encore que l'on voit le fabricant de draps transformer, au moyen des acides, les débris végétaux dont ses laines sont mélangées en matières friables, faciles à détacher par le choc, etc. Des faits analogues se produisent au cours des travaux domestiques : la fragilité qu'acquiert rapidement, surtout dans les grandes villes, le linge soumis à des blanchissages répétés, constitue peut-être l'exemple le plus frappant de cette modification de la matière cellulosique. Quelquefois même, et sans que l'influence d'aucun agent chimique apparaisse tout d'abord, elle semble se produire spontanément : c'est ainsi qu'à l'intérieur des appartements on voit souvent les tentures de nature végétale, les rideaux des fenêtres surtout, perdre leur solidité naturelle au point de se rompre sous le moindre effort.

Cette modification de la matière cellulosique est bien connue des chimistes, comme aussi des ouvriers que leur profession oblige au maniement des acides, et chacun d'eux sait avec quelle facilité dans le laboratoire ou dans l'usine les tissus végétaux : vêtements, papiers, etc., deviennent, du fait de leur contact avec ces acides, faciles à réduire en poussière.

Les faits de cette nature ont été depuis longtemps signalés, mais la diversité des circonstances dans lesquelles ils se produisent n'a permis jusqu'ici ni de reconnaître le phénomène chimique qui les détermine, ni de préciser la nature du produit nouveau qui en résulte.

En certains cas, à la vérité, l'influence des acides y apparaît avec évidence. Dès 1846 (1), M. Dumas a donné de cette influence une démonstration saisissante, en déterminant au milieu de tissus humides et chauffés à 40 degrés la production de l'acide sulfurique par l'oxydation de l'hydrogène sulfuré, et en expliquant ainsi la transformation rapide en une matière friable des rideaux de toile qui, dans les piscines des bains d'Aix (en Savoie),

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XXIII, p. 774.

servaient alors à isoler les malades. D'autres savants, et en grand nombre, Persoz (1), Payen (2), M. Béchamp (3), M. Blondeau (4), Calvert (5), etc., ont d'autre part, et à diverses reprises, appelé l'attention sur les modifications d'état physique que font subir aux matières cellulosiques les acides libres et même les sels à réaction acide.

Mais ce n'est pas toujours à l'action des acides que les transformations de la cellulose semblent *a priori* devoir être attribuées. Il en est ainsi notamment dans le cas où l'altération de la matière résulte des opérations de blanchiment ou de blanchissage qu'elle a subies ; il en est ainsi encore dans le cas où cette altération semble se produire spontanément au milieu de l'atmosphère ; l'emploi des chlorures décolorants dans le premier cas, la présence de l'oxygène atmosphérique dans le second semblent alors placer le chimiste en face de phénomènes d'un autre ordre que ceux qui résultent de l'action directe des acides.

L'importance que cette transformation de la cellulose en un produit friable a prise de nos jours, tant au point de vue des applications utiles que l'industrie en peut faire que des inconvénients résultant de sa production accidentelle, m'a fait penser qu'il serait intéressant d'en reprendre l'étude, de rechercher les causes qui la déterminent et d'établir la nature, la composition et les propriétés des produits qu'elle fournit.

J'ai pu ainsi démontrer (6) d'une part que, quelles que soient les circonstances dans lesquelles la matière cellulosique se transforme en un produit friable, c'est à une cause unique que cette transformation doit être attribuée ; d'une autre, que le composé friable formé dans ces circonstances est toujours le même.

Sous l'influence des acides minéraux et même végétaux, tantôt étendus, tantôt concentrés, dans des conditions variables de température et de temps, la cellulose $C^{12}H^{10}O^{10}$, avant de se saccharifier, avant même que de prendre l'état de cellulose soluble, qu'a sommairement indiqué M. Béchamp (7), se

(1) *Traité de l'impression des tissus*, t. I, p. 309.

(2) *Mémoires des savants étrangers*, t. VIII et IX.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, t. XLVIII.

(4) *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, t. LXVIII.

(5) *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, t. XXIX, p. 208.

(6) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXXI, p. 1105, et t. LXXXVIII, p. 1322.

(7) *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, t. XLVIII.

transforme par hydratation en un composé nouveau $C^{12}H^{11}O^{11}$, que j'ai désigné sous le nom d'*hydrocellulose*, auquel appartiennent certaines propriétés spécifiques nettement déterminées, dont la première est une friabilité absolue, et qui, possédant en outre un grand nombre des propriétés de la cellulose normale, peut notamment, comme elle, se transformer en produits nitrés détonants ou pyroxyles, dans lesquels cette même friabilité persiste (1).

Je me propose dans ce Mémoire d'examiner d'abord les procédés variés à l'aide desquels la cellulose peut être intentionnellement transformée en hydrocellulose; de fixer ensuite la composition et d'établir les propriétés de ce composé, d'étudier les dérivés nitrés qu'il fournit, et enfin de passer en revue les circonstances diverses dans lesquelles il prend spontanément naissance.

II. — Préparation de l'hydrocellulose.

Les procédés à l'aide desquels la transformation de la cellulose en hydrocellulose peut être réalisée sont extrêmement nombreux; ils sont tels, d'ailleurs, qu'en faisant varier les conditions il est loisible soit au chimiste, soit au manufacturier, de rendre cette transformation ou partielle ou totale, et d'obtenir par conséquent des produits de friabilité variable et susceptibles d'applications diverses.

Tous ces procédés reposent sur l'action des acides qui, suivant leur énergie, suivant leur état de concentration, suivant le temps pendant lequel le contact avec la matière se prolonge, suivant enfin la température à laquelle a lieu ce contact, déterminent une hydratation de la matière plus ou moins rapide et plus ou moins complète.

Si variés que soient ces procédés, on peut cependant les grouper en trois classes principales et considérer successivement : ceux qui comprennent l'immersion de la matière cellulosique dans un acide énergique et concentré; ceux qui comprennent l'exposition de cette matière aux vapeurs d'acides hydratés; ceux enfin qui, reposant sur l'emploi de solutions acides faibles ou d'acides peu énergiques, exigent en outre ou bien un contact prolongé, ou bien l'appel à une température supérieure à la température ordinaire.

Toutes les matières cellulosiques, lorsqu'elles ont été amenées à l'état de pureté, se modifient de la même manière dans ces circonstances. Les plus

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXXIX.

diverses parmi ces matières ont été expérimentées: le coton, le lin, le chanvre, le jute, le papier, le bois, la moelle de sureau, la noix de phytéléphas, etc., et toujours je les ai vues, une fois amenées à l'état de cellulose pure, se comporter de la même façon.

Néanmoins, et pour la commodité de mes recherches, j'ai dû, parmi ces matières, en choisir une dont le maniement fût particulièrement facile, et celle qui m'a semblé présenter à cet égard les plus grands avantages a été la cellulose de coton, prise soit à l'état de touffes, soit à l'état de tissus; c'est à l'aide de cette matière cellulosique qu'ont été exécutées pour la plus grande partie les expériences relatées dans ce Mémoire.

Préparation de l'hydrocellulose par immersion dans les acides concentrés. — Les acides minéraux seuls ont la propriété de transformer par simple immersion la cellulose en hydrocellulose; c'est avec l'acide sulfurique que la transformation peut être le plus aisément réalisée; avec les acides chlorhydrique et nitrique, elle peut être également obtenue; avec l'acide phosphorique, la production est plus difficile; avec les acides organiques, elle ne se produit pas dans ces circonstances.

Si l'on emploie l'acide sulfurique, c'est à la concentration de 45° B. qu'on obtient les meilleurs résultats; après douze heures d'immersion la transformation est complète.

L'acide chlorhydrique à 21° B. se comporte de la même façon; il en est de même encore de l'acide nitrique à 43° B., mais à la transformation en hydrocellulose correspond alors la production d'une certaine quantité de cellulose nitrée.

Tous les acides minéraux à des concentrations diverses fournissent le même résultat.

Quant aux acides végétaux, dont l'action, en d'autres circonstances, est à considérer, ils n'exercent à froid et par simple immersion aucune action sur la matière cellulosique.

Préparation de l'hydrocellulose par l'action des acides gazeux et hydratés. — C'est encore aux acides minéraux seulement qu'appartient la propriété d'agir, à l'état de gaz froids et humides, sur la cellulose, pour la transformer en hydrocellulose friable; quelques-uns même, parmi ces acides, ne jouissent pas de cette propriété; tel est, par exemple, l'acide sulfureux, tel est l'acide sulfhydrique dont l'action ne devient sensible que quand, au contact même de la matière, ils se sont, sous l'influence de l'oxygène, transformés en acide sulfurique.

L'action de l'acide chlorhydrique gazeux sur la cellulose est surtout remarquable par sa simplicité et par sa promptitude ; introduites dans une capacité close, soumises à l'action du gaz acide chlorhydrique hydraté, des masses considérables du coton peuvent, en moins d'une heure, être transformées en hydrocellulose.

Au contact des acides iodhydrique, bromhydrique et fluorhydrique gazeux, la transformation est presque aussi facile et aussi prompte.

Dans les mêmes circonstances, l'acide nitrique, l'acide sulfurique lui-même, malgré sa faible tension de vapeur à la température ordinaire, peuvent en des temps variables, déterminer une transformation semblable.

Et parmi les acides minéraux gazeux ou aisément volatils, je n'en ai trouvé que trois, en réalité, qui semblent par eux-mêmes incapables de déterminer la transformation de la cellulose en composé friable : ce sont l'acide carbonique, l'acide sulfureux et l'hydrogène sulfuré. Pris à l'état de pureté, soit à chaud, soit à froid, aucun de ces trois gaz n'exerce sur la cellulose une action sensible ; les deux derniers, cependant, peuvent, du fait de leur présence, en déterminer l'altération. Placé dans une atmosphère oxygénée, humide et tiède, le coton imprégné soit d'acide sulfureux, soit d'acide sulfhydrique, perd en peu de temps sa ténacité, mais ce n'est pas d'une action propre des acides employés que le phénomène résulte dans ce cas, c'est de leur transformation en acide sulfurique. M. Dumas l'a démontré dès 1846 pour l'hydrogène sulfuré ; je l'ai vérifié expérimentalement pour l'acide sulfureux.

Quant aux acides organiques volatils : formique, acétique, etc., aucun d'eux ne m'a paru capable de déterminer, par l'action de sa vapeur directe, la transformation de la cellulose. Il en est autrement, je le montrerai bientôt, lorsque l'action de ces vapeurs s'exerce en vase fermé.

Préparation de l'hydrocellulose au moyen des acides étendus et des acides faibles. — Aux procédés que j'ai fait connaître dans les deux paragraphes précédents pour la préparation de l'hydrocellulose, et qui tous reposent sur l'emploi abondant d'agents énergiques, il est aisé, et souvent il est préférable de substituer des procédés qui, au contraire, n'exigent qu'une très faible proportion de réactifs. A l'action de ces réactifs, il suffit, pour obtenir ce résultat, d'adjoindre soit l'action du temps, soit l'action de la chaleur.

C'est en se plaçant dans la première de ces conditions, c'est en opérant à froid que l'on obtient les produits les plus parfaits, mais la transformation de la cellulose, dans ce cas, n'exige pas moins de deux ou trois mois lorsque la

proportion d'acide employée est très faible, pas moins de quelques semaines lorsqu'elle est plus importante.

Si, par exemple, on emploie des solutions étendues d'acides sulfurique, chlorhydrique, nitrique, phosphorique, etc., on peut abaisser jusqu'à 1 pour 100 la teneur en acide de ces solutions. Immersée dans le liquide pendant quelques minutes, jusqu'à ce qu'elle en soit bien imprégnée, essorée aussi complètement que possible, la matière cellulosique : coton en touffes, tissu, papier, etc., ne contient plus alors dans sa masse que $\frac{3}{1000}$ à $\frac{4}{1000}$ d'acide réel, et, malgré cette faible proportion, il suffit, après l'avoir laissée sécher à l'air libre, à la température ambiante, de l'abandonner à elle-même pour, au bout de deux ou trois mois, la retrouver toute friable.

Si l'on opère avec des solutions plus riches contenant par exemple, 3 à 4 pour 100 des mêmes acides, la matière essorée contient environ 1 pour 100 de son poids d'acide réel, et sa transformation en devient plus rapide. Deséchée à l'air libre, à la température ambiante, elle devient friable en moins d'un mois.

Mais si, au lieu d'abandonner ainsi la matière imprégnée d'une quantité faible d'acide à la température ordinaire, on la soumet à une légère chaleur, si on la chauffe à 60° ou 70°, la transformation se produit avec une grande rapidité, et quelques heures suffisent à la parfaire.

De tous les procédés auxquels on peut recourir pour obtenir l'hydrocellulose, ceux qui reposent sur l'emploi des acides étendus et de la chaleur sont certainement ceux qui, pour le praticien, ont la plus grande valeur.

Le chauffage des matières cellulosiques imprégnées de faibles quantités d'acide peut alors avoir lieu simplement en vase ouvert, dans des étuves de forme quelconque, mais j'ai, dans ces derniers temps, trouvé un grand avantage à l'exécuter sur des matières préalablement enfermées en vase clos, de manière à créer dans le vase où elles sont déposées une atmosphère humide et acide à la fois.

Action des acides organiques sur la cellulose. — Calvert a le premier (1) appelé l'attention sur la perte de solidité que les matières cellulosiques, et notamment les fibres du coton, peuvent éprouver du fait de l'action simultanée de certains acides organiques et de la chaleur. Il a montré que des

(1) *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, t. XXIX, p. 208; 1858-1859.

tissus, imprégnés de solutions à 2° et 4° B. d'acides oxalique, tartrique ou citrique, subissent, sous l'action de la vapeur portée à 126°, un commencement de désagrégation. L'importance de cette observation est considérable au point de vue de la teinture et de l'impression des tissus.

J'ai repris ces expériences et j'ai reconnu qu'en effet beaucoup d'acides organiques, même à une température inférieure à 126°, à la température de 100° par exemple, peuvent déterminer la transformation, du moins partielle, de la cellulose souple et fibreuse en hydrocellulose cassante et friable.

Il en est ainsi des acides oxalique, tartrique et nitrique purifiés, et même on voit certains acides organiques, tels que l'acide acétique et formique, capables de modifier à 100°, par leur vapeur humide et en vase clos, la ténacité de la cellulose.

Action sur la cellulose des sels à réaction acide ou qui abandonnent aisément une partie de leur acide. — L'action qu'exercent sur les matières cellulosiques les sels à réaction acide, ou les sels qui abandonnent aisément une partie de l'acide qu'ils contiennent, est de tout point comparable à l'action des acides eux-mêmes.

Dès 1846, dans son *Traité de l'impression des tissus*, Persoz a brièvement appelé l'attention des praticiens sur ce sujet; depuis, et à l'occasion de débats industriels importants, MM. Barral et Salvétat (1) ont entrepris une étude étendue de la question, et ont ainsi reconnu que certains sels possèdent la propriété de charbonner la cellulose et de la transformer en un résidu cassant.

Cette propriété est par eux attribuée à l'affinité particulière que ces sels posséderaient pour l'eau de composition de la matière organique.

Mais si, d'une part, on opère dans des conditions de réaction moins énergiques que celles où ces expérimentateurs se sont placés, si, d'une autre, on considère que tous les sels dont ils ont constaté l'activité sont des composés à dissociation facile et abandonnant aisément une partie de l'acide qu'ils contiennent, on est conduit à admettre que c'est par l'acide même qu'ils délivrent aux fibres végétales que ces sels agissent, et à reconnaître que, préalablement à la carbonisation de ces fibres, on les voit devenir friables du fait de leur transformation en hydrocellulose.

C'est alors à l'action directe et personnelle des acides que ces sels appor-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5^e série, t. XIX, p. 120.

tent ou mettent en liberté au contact de la matière végétale, et non à une action de déshydratation, qu'est due la désagrégation de la matière cellulosique. Sous l'influence de ces acides, l'hydrocellulose friable, incolore, se forme tout d'abord, et c'est seulement par une action secondaire, à température relativement élevée, que cette hydrocellulose se carbonise par un procédé commun à toutes les matières végétales.

Action des alcalis concentrés sur les matières cellulosiques. Mercérisation. — Les alcalis caustiques concentrés exercent, on le sait, une action remarquable sur les fibres cellulosiques. Au contact d'une solution de potasse ou de soude marquant 1,40 au densimètre, les tissus végétaux se contractent fortement. Persoz a le premier signalé ce fait en 1846, et M. Mercer, en 1850, en a fait breveter l'application industrielle à l'art de la teinture. Modifiées par l'action de l'alcali, les fibres végétales, et notamment les fibres de coton, subissent alors, dans le sens de la longueur, un retrait considérable, tandis que dans le sens opposé elles se gonflent au contraire, prennent une forme cylindrique et augmentent de volume à ce point, que le canal central qui les caractérise à l'état normal disparaît presque complètement. Aux fibres ainsi modifiées, et qui du fait de ce gonflement acquièrent une aptitude spéciale à la teinture, on donne communément le nom de *fibres mercérisées*.

Il était intéressant de rechercher s'il existe entre cette modification de la matière cellulosique et la formation de l'hydrocellulose par les acides quelque relation. L'aspect que prennent au microscope les fibres végétales mercérisées offre, en effet, l'analogie la plus grande avec l'aspect que présentent ces mêmes fibres au premier contact des acides; elle est telle qu'entre une fibre traitée par la potasse à 40° B. et une fibre de même nature traitée par l'acide sulfurique, le micrographe ne saurait percevoir aucune différence.

Bien plus, j'ai reconnu ce fait, qui jusqu'ici paraît avoir échappé aux observateurs : que l'état physique des fibres est exactement le même dans l'un et dans l'autre cas, et que, par exemple, celles-ci ont, du fait de leur dilatation par la potasse comme du fait de leur dilatation par les acides, acquis la propriété de bleuir par l'iode. C'est là chose aisée à constater. Si l'on prend des fibres de coton, de lin ou de toute autre matière cellulosique et si, au microscope, on les traite par une dissolution de potasse concentrée, à 40° B. par exemple, on voit cette matière tout d'abord se contracter fortement, pour ensuite, lorsqu'on vient à la laver avec de l'eau, se dilater au contraire et augmenter considérablement de volume. Soumise après ce lavage à l'action d'une solution d'iode dans l'iodure de potassium, la matière cellu-

Iosique se colore en bleu plus ou moins vif, suivant que la dilatation a été plus ou moins énergique. L'effet produit est exactement le même que celui auquel aboutit le traitement de la cellulose par l'acide sulfurique et l'iode employés successivement. Dans un cas comme dans l'autre, d'ailleurs, la coloration est éphémère; des lavages abondants à l'eau la font disparaître, mais de nouvelles applications d'eau iodée suffisent à la faire reparaitre indéfiniment.

La constatation de cette analogie première dans la forme et la constitution physique des matières cellulosiques traitées par la potasse concentrée ou les acides, m'a conduit à rechercher si, en soumettant ces matières à l'influence des alcalis concentrés, dans des conditions semblables à celles d'où résulte, en présence des acides, la production de l'hydrocellulose, un phénomène identique se produirait. L'expérience m'a démontré qu'il n'en est rien; mais j'ajoute aussitôt qu'il serait aisé de se faire illusion à ce sujet. Lorsque, en effet, on imprègne une touffe de coton d'une solution à 40° de potasse caustique, et qu'après avoir essoré la matière on la porte à l'étuve pour l'y maintenir quelques heures à 100°, le coton semble, au premier abord, avoir perdu toute sa ténacité; pris entre les doigts, il se brise avec facilité et paraît, en effet, avoir acquis une grande fragilité; mais cette fragilité est factice: il suffit, en effet, d'humecter le coton et d'enlever l'alcali par le lavage pour retrouver la matière cellulosique aussi souple et aussi élastique qu'elle l'était avant le traitement. Aucune modification physique ou chimique de la matière n'a eu lieu en réalité, et si pendant un instant, alors qu'elle était bien sèche, cette matière a pu paraître friable, il le faut attribuer à la gaine épaisse d'alcali desséché dont chaque fibre était entourée et qui, cassante elle-même, entraînait alors cette fibre dans sa propre rupture.

III. — *Composition de l'hydrocellulose. — Théorie de sa formation.*

Quel qu'ait été le procédé suivi pour la préparation de l'hydrocellulose, c'est toujours, ainsi que je l'ai précédemment indiqué, sous la forme même que possédait la matière cellulosique mise en œuvre, qu'on la retrouve une fois la transformation accomplie. En cet état, l'hydrocellulose est loin d'être pure: elle renferme encore notamment l'acide qui en a déterminé la formation.

L'élimination de cet acide est facile et on peut la réaliser soit en lavant le produit sous sa forme même, soit en le broyant au milieu de l'eau. De ces

deux manières de faire, la seconde est la plus rapide et la plus efficace.

Purifiée par ces lavages et broyée, l'hydrocellulose se présente sous la forme d'une poudre blanche plus ou moins fine, suivant que le broyage en a été plus ou moins énergique, et d'une composition constante, malgré la diversité des procédés qui permettent de l'obtenir.

Cette composition, c'est celle d'un hydrate de carbone répondant à la formule $C^{12}H^{11}O^{11}$, c'est-à-dire intermédiaire entre la cellulose elle-même et le glucose, et dérivant de la première par un procédé d'hydratation moins complet que celui qui aboutit à la production du second.

La formation de ce produit friable par hydratation peut du reste être établie par une expérience directe, de laquelle il résulte que l'action des acides seuls, quand ils sont déshydratés, est insuffisante à la transformation physique de la cellulose et que, pour que cette transformation se produise, le concours simultané de l'eau et de l'acide est indispensable. L'expérience à l'aide de laquelle j'ai pu établir ce fait, est la suivante :

Deux tubes de verre de 0^m,60 de longueur ont reçu l'un et l'autre quelques grammes de coton préalablement purifié et débarrassé de la matière cireuse dont les fibres sont normalement imprégnées.

Dans ces tubes mêmes, le coton a été desséché à 105° par un courant d'air, puis les tubes ont été scellés et abandonnés au refroidissement. Une fois refroidis, ils ont été tous deux et successivement mis en communication avec un courant d'acide chlorhydrique absolument sec, et pendant deux heures le coton est resté soumis à l'action de ce gaz. Au bout de ce temps, le coton placé dans l'un de ces tubes en a été vivement retiré; aucune modification de la cellulose ne s'était produite, et, malgré la grande quantité d'acide chlorhydrique dont elles étaient imprégnées et qui manifestait sa présence par la production de fumées abondantes, les fibres se montraient aussi tenaces qu'avant leur introduction dans le tube. L'acide chlorhydrique sec, agissant sur le coton sec également, n'avait donc produit aucune modification de la cellulose. Ce coton a été repris alors, placé sous une cloche au-dessus d'une solution chlorhydrique aqueuse saturée à la température ambiante, et, dans ces conditions, quelques heures ont suffi à déterminer une transformation complète du coton en produit friable. D'un autre côté, le second tube scellé à la lampe, après le passage du gaz chlorhydrique sec sur le coton sec, a été laissé cinq jours en repos. Au bout de ce temps, il a été ouvert à son tour, et le coton y a été trouvé inattaqué, comme déjà je l'avais trouvé à l'ouverture du premier tube. Mais il m'a suffi de manier ce coton pendant quelque temps

au contact de l'humidité des mains, pour le voir subir un commencement de transformation et perdre peu à peu sa ténacité.

En dernier lieu, enfin, et dans un tube exactement semblable, une même quantité de coton en touffes, non séché, a été soumise à l'action de l'acide chlorhydrique gazeux, non séché également, et, dans ces conditions, une demi-heure a suffi pour communiquer au coton une friabilité parfaite.

Cette expérience ne saurait laisser aucun doute sur la nature du phénomène d'hydratation d'où résulte la production du corps friable que j'ai désigné sous le nom d'*hydrocellulose*.

IV. — *Propriétés de l'hydrocellulose.*

Le caractère spécifique principal de l'hydrocellulose consiste dans sa friabilité ; celle-ci est absolue et n'a de limite que celle de la puissance des appareils employés à la pulvérisation de la matière.

Cette friabilité, bien entendu, n'appartient qu'à l'hydrocellulose parfaite ; tant que la transformation de la cellulose est incomplète, elle ne se manifeste que partiellement et proportionnellement à la quantité d'hydrocellulose formée ; aussi peut-on, en faisant varier cette proportion par une action plus ou moins profonde des acides, obtenir des produits de friabilité variable, et qu'il est possible, par conséquent, d'amener à des états de ténuité différents. C'est ce dont on peut se rendre compte en comparant entre elles les *fig.* nos 1, 2 et 3 de la *Pl.* 141, reproduisant des vues photographiques prises par moi sous le microscope et représentant à l'agrandissement de 55 diamètres : 1° des fibres de coton constituant la cellulose pure ; 2° des fibres semblables transformées en hydrocellulose et amenées par le broyage à l'état de fragments, dont les uns mesurent encore $\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{10}$ de millimètre, dont les autres, réduits par un broyage plus parfait, mesurent à peine $\frac{1}{100}$ de millimètre.

A cette friabilité de l'hydrocellulose vient s'adjoindre, en outre, un caractère important que la cellulose ne possède à aucun degré. Broyée au contact de l'eau, l'hydrocellulose, lorsqu'elle est arrivée au maximum de ténuité, semble reprendre les propriétés adhésives qu'elle possède au premier moment de sa formation, lorsque celle-ci a lieu par immersion dans les acides concentrés. On voit alors les fragments ténus que le broyage a fournis devenir susceptibles de se souder sur eux-mêmes pour donner une masse granuleuse, colloïde, sans continuité cependant, dont la vue n° 3 offre quelques agglomérations qui, par leur apparence, rappellent l'aspect des grains amy-

lacés cuits et comprimés. Desséchée au contact de l'air, l'hydrocellulose ainsi pulvérisée et agglomérée peut prendre par la pression une solidité relative, mais imparfaite.

Les propriétés chimiques de l'hydrocellulose sont pour la plupart identiques à celles de la cellulose, ou du moins elles ne diffèrent de celles-ci que par une sensibilité plus grande de la matière aux réactifs.

Mais, en outre de ces propriétés communes, l'hydrocellulose possède quelques propriétés spécifiques remarquables, et qui suffisent à la différencier nettement de la cellulose.

De ces propriétés, la plus importante est certainement sa facile oxydabilité ; exposée pendant quelques heures à une température de 80-100 degrés, pendant quelques jours à une température de 60-70 degrés, l'hydrocellulose au contact de l'air se colore peu à peu par suite de la formation de composés ulmiques, réduits par conséquent, qu'accompagne la production de l'acide carbonique. Solubles dans l'eau, les composés ainsi formés peuvent être enlevés aux parties d'hydrocellulose inaltérées par de simples lavages et se retrouvent alors par évaporation de l'eau employée sous la forme de sirop déliquescent à saveur amère, réduisant le tartrate cupropotassique, précipitant par l'acétate de plomb basique, etc.

L'action des alcalis étendus sur l'hydrocellulose permet également de mettre en évidence cette oxydabilité facile : il suffit, en effet, de la faire bouillir quelques instants au contact d'une solution faible de potasse ou de soude pour voir cette solution se colorer, tandis que, dans les mêmes conditions, la cellulose normale ne subit aucune modification.

Au caractère spécifique que je viens de faire connaître, l'emploi à froid des alcalis permet d'en adjoindre un autre, qui peut-être est plus remarquable encore que le précédent. Mise au contact de solutions de potasse ou de soude caustique très concentrées, marquant par exemple 40° B., l'hydrocellulose se gonfle, se mercérise comme la cellulose elle-même; mais, tandis que celle-ci, souple et élastique, se déroule et se dilate librement dans ces conditions, l'hydrocellulose sans souplesse et sans élasticité éclate et se fendille instantanément, offrant alors par son aspect une analogie marquée avec la matière amylacée éclatée de même sous l'action limitée des alcalis. C'est cette modification physique de l'hydrocellulose que représente la *fig. 5* de la *Pl. 141*, et le voisinage de la *fig. 4* qui représente des fibres de coton traitées de même par la potasse à 40 degrés, permet de reconnaître aussitôt combien sont différents les aspects que prennent au microscope, sous

l'influence des alcalis concentrés, la cellulose d'une part, l'hydrocellulose d'une autre : celle-ci, d'ailleurs, comme celle-là, acquiert dans ces circonstances, la faculté de donner au contact de l'eau iodée une coloration bleue, éphémère, facile à reproduire et qui, pour l'hydrocellulose éclatée, se présente toujours avec une vivacité plus grande que pour la cellulose dilatée.

Les acides, dont l'action sur la cellulose offre au début une si grande analogie avec l'action des alcalis concentrés, qui gonflent la cellulose avant de l'hydrater et de la saccharifier, exercent de même sur l'hydrocellulose une action qui, au début, est identique à celle que la potasse ou la soude concentrée exercent sur cette matière; ils la gonflent, la font éclater et lui communiquent de même la propriété de bleuir par l'iode.

La vue n° 6 présente un spécimen d'hydrocellulose ainsi modifiée.

De deux façons encore on peut, sous l'influence des acides, différencier la cellulose de l'hydrocellulose : en premier lieu, en saccharifiant l'une et l'autre par des acides faibles; en second lieu, en les éthérifiant par le procédé qu'a fait connaître M. Schützenberger.

Enfin, et pour terminer l'exposé des caractères distinctifs de l'hydrocellulose et de la cellulose, je mentionnerai ce fait curieux, et dans lequel les arts trouveront peut-être le point de départ d'applications intéressantes, que l'hydrocellulose possède, au point de vue de la teinture, des aptitudes toutes spéciales; les matières colorantes, dont l'application sur la cellulose ordinaire (coton, toile, etc.) est difficile dans les circonstances ordinaires, teignent au contraire l'hydrocellulose avec une grande facilité.

V. — *Transformation de l'hydrocellulose en pyroxyles friables.*

De toutes les propriétés de l'hydrocellulose, l'une des plus importantes au point de vue des applications qu'on en peut faire est la propriété que cette matière possède de se transformer, comme la cellulose elle-même, en produits nitrés, c'est-à-dire en pyroxyles, les uns explosifs, les autres solubles dans l'éther alcoolisé. La friabilité qui caractérise l'hydrocellulose se retrouve, en effet, dans les produits nitrés qu'elle fournit, et c'est chose facile que d'obtenir par cette nitrification des pyroxyles friables à des degrés divers, que l'on peut, par conséquent, amener à l'état de poudres plus ou moins ténues.

Les conditions dans lesquelles cette nitrification s'opère, sont exactement les mêmes que celles dans lesquelles la cellulose elle-même se nitifie, et

les produits explosifs ou solubles qu'on en obtient sont, quant à leur composition, identiques avec ceux qui dérivent de la cellulose elle-même.

C'est ce que j'ai établi en soumettant, concurremment et dans les mêmes conditions, à l'action des mêmes agents de nitrification, de la cellulose pure, des hydrocelluloses imparfaites et des hydrocelluloses parfaites. J'ai pu ainsi reconnaître, d'une part, qu'au moment même où la nitrification s'accomplit l'hydrocellulose se déshydrate sans perdre son caractère de matière friable, et ne se transforme en produits nitrés qu'après avoir été, par cette déshydratation, ramenée à l'état de cellulose ordinaire.

Cette démonstration résulte, d'une part, de l'égalité des rendements obtenus, d'une autre, de l'identité de composition des pyroxyles produits dans l'un et l'autre cas.

Cette égalité du rendement, cette identité de composition ont été établies par moi au moyen d'analyses et d'expériences nombreuses que le lecteur trouvera détaillées dans le Mémoire complet sur l'hydrocellulose d'où provient cet extrait, Mémoire qu'ont inséré au mois de novembre 1881, les *Annales de Chimie et de Physique* (1).

Ces analyses et ces expériences ne sauraient laisser aucun doute sur la nature de la transformation que l'acide nitrique, employé dans des conditions déterminées, fait subir à l'hydrocellulose. Cette transformation est identique à celle que subit la cellulose normale dans les mêmes conditions.

Ce premier point établi, une question importante au point de vue pratique devait appeler mon attention, et je me trouvais conduit à examiner en quel état, pour obtenir les produits les meilleurs, il convient de présenter l'hydrocellulose à l'agent nitrificateur. L'opération, en effet, peut être conduite de deux façons, et l'on peut immerger dans le mélange d'acide azotique et sulfurique ou bien l'hydrocellulose entière, alors qu'elle conserve encore la forme de la matière génératrice, ou bien l'hydrocellulose préalablement broyée et réduite en poudre. A priori, il semble que cette pulvérisation préalable de l'hydrocellulose doive favoriser l'intensité de la nitrification ; mais l'expérience démontre qu'il en est autrement. Plusieurs échantillons d'hydrocellulose très friable, en effet, ayant été soumis à l'action de divers mélanges nitrifiants, l'analyse a fait voir que les pyroxyles provenant d'une même hydrocellulose étaient moins profondément nitrés dans le

(1) Ce Mémoire a été l'objet d'une publication séparée par M. Gauthier-Villars, quai des Grands-Augustins, 55.

cas où celle-ci avait été, avant traitement, réduite en poudre impalpable, que dans le cas où elle ne l'avait point été.

Ce résultat inattendu est cependant aisé à expliquer, si l'on considère qu'au contact des acides concentrés la poudre d'hydrocellulose prend immédiatement un état gommeux, qui lui permet de se souder en grumeaux et retarde la libre pénétration de l'agent nitrificateur.

Pour terminer l'étude de la nitrification de l'hydrocellulose, j'ai dû enfin rechercher quelle est la limite de cette nitrification et la comparer à la limite à laquelle s'arrête la nitrification de la cellulose normale.

Cette limite a été récemment fixée avec beaucoup de netteté par MM. Sarrau et Vieille, dans une Note présentée à l'Académie des sciences en 1879 (1). Ces savants ont établi que, en se plaçant dans les conditions les plus favorables de concentration des acides et de température du bain, on parvenait à préparer avec la cellulose ordinaire, avec le coton notamment, des pyroxyles qui, par leur composition, abstraction faite des cendres et de l'humidité, se rapprochent de la formule de la cellulose hexanitrique; considérés à l'état brut, c'est-à-dire alors qu'ils renferment environ 2 pour 400 de matière minérale et 2 pour 100 d'humidité, les pyroxyles ainsi préparés ont fourni à MM. Sarrau et Vieille, sur 100 parties, 24,0 de carbone et 12,7 d'azote (2).

Or, c'est précisément à la même composition que m'ont conduit les analyses que j'ai faites de deux pyroxyles préparés dans les conditions indiquées ci-dessus, l'un avec du coton non modifié, l'autre avec une hydrocellulose extrêmement friable.

En résumé, l'hydrocellulose, placée dans les mêmes conditions que la cellulose, se nitrifie au même degré que celle-ci; comme elle, elle fournit des pyroxyles dont la composition se rapproche de celle de la cellulose hexanitrique; et, pour obtenir ces pyroxyles, il paraît préférable d'opérer sur l'hydrocellulose entière, pour ensuite pulvériser sous l'eau le produit nitré.

Les pyroxyles d'hydrocellulose possèdent des propriétés dignes d'attirer l'attention des ingénieurs. Ils sont appelés, si je ne me trompe, à rendre tant

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXXIX, p. 165.

(2) MM. Sarrau et Vieille ont été depuis (mai 1880) conduits, par leurs remarquables études sur la décomposition du coton-poudre en vase clos, à considérer le pyroxyle explosif comme un mélange de 3 équivalents de cellulose hexanitrique et de 2 équivalents de cellulose tétranitrique. Cette interprétation ne change rien aux résultats numériques relatifs à la composition du produit qu'ils ont fait connaître en 1879.

à l'art des mines qu'à l'art de la guerre des services sérieux; et la photographie, de son côté, semble devoir en tirer un parti utile.

Pris en l'état même où ils ont été obtenus, les pyroxyles friables se montrent, quant à leurs propriétés explosives et à leur solubilité, identiques aux pyroxyles ordinaires : ils brûlent, détonent ou se dissolvent avec la même énergie que ceux-ci ; mais, une fois réduits à l'état de poudre fine, ils se présentent avec des qualités nouvelles.

La pulvérisation en est des plus faciles. Portés tout humides sous les appareils de broyage les plus variés, ces pyroxyles se réduisent en poussière dont la ténuité, ainsi que le prouvent les *fig. 2* et *3* de la *Pl. 141*, n'a d'autre limite que la puissance de ces appareils mêmes. La possibilité de les soumettre à ce broyage en présence d'une masse d'eau considérable rend alors leur trituration sans danger, en même temps que leur extrême friabilité rend l'opération peu dispendieuse.

Réduits en poudre de cette façon, puis séchés, les pyroxyles d'hydrocellulose conservent toute leur énergie explosible sous le choc ; mais, au contact d'un corps enflammé, on les voit se comporter autrement que les pyroxyles ordinaires : au lieu de déflagrer instantanément, comme ceux-ci, ils fument, et, par suite de leur grande division, brûlent lentement, comme fait la dynamite.

Humides encore, ils peuvent être aisément comprimés et se réduire alors à un volume moindre que les pyroxyles ordinaires soumis à une même compression. Leur état de division, enfin, suffit à indiquer la facilité avec laquelle on peut les mélanger à d'autres substances, soit préservatrices, comme la paraffine, soit, au contraire, inflammables et explosives comme la poudre ordinaire, la nitroglycérine, etc.

Quant aux pyroxyles solubles dans l'éther alcoolisé, il semble résulter des études faites par quelques opérateurs distingués, et notamment par M. Chardon que leur extrême division les rend aptes à fournir des couches photographiques exemptes de réseau, et caractérisées par conséquent par une pureté et une transparence tout exceptionnelles.

VI. — *Production de l'hydrocellulose dans les opérations industrielles ou ménagères.*

Les procédés si nombreux que j'ai fait connaître précédemment pour la

préparation de l'hydrocellulose, suffisent à expliquer la production de cette matière dans toutes les circonstances où, du fait de l'intervention des acides ou des composés acides, on la voit prendre naissance.

C'est toujours dans l'usine ou dans le laboratoire que ces circonstances se rencontrent, et le mode d'action des acides en ce cas est, dorénavant, trop facile à expliquer pour qu'il soit nécessaire d'y insister : aussi me contenterai-je de rappeler rapidement les principales d'entre elles.

Les matières cellulosiques (tissus et papiers) sont fréquemment employées à la filtration des liquides acides ; mal lavées, les matières filtrantes restent imprégnées d'une petite quantité de ces liquides, et bientôt, même à froid, on les voit, de ce fait, devenir cassantes et friables.

Les acides que transvase l'ouvrier dans son atelier ou que met en œuvre le chimiste dans son laboratoire jaillissent sur les vêtements et, bientôt, transformant la cellulose à la place même qui les a reçus, la rendent fragile à ce point qu'au moindre effort elle se déchire.

Le contact des acides avec les matières cellulosiques n'est même pas nécessaire pour que cette altération se produise : une simple exposition aux vapeurs acides, surtout si elle est prolongée, suffit à la déterminer. C'est ainsi que peu à peu les cordelettes à l'aide desquelles on maintient, au moment de l'expédition, les bouchons de verre des flacons à l'émeri, acquièrent la propriété de s'émietter au moindre froissement, lorsque, dans ces flacons, ont été logés des acides chlorhydrique, nitrique, etc.

Cette altération par les vapeurs acides se produit en maintes circonstances, et je dois à M. Hervé-Mangon la connaissance d'un fait de ce genre qui, certes, est des plus curieux. Le 22 mars 1874, Crocé-Spinelli et Sivel entreprirent une ascension aérostatique dans le but d'établir expérimentalement la richesse de l'atmosphère en ammoniacque à grande hauteur ; pour fixer cette ammoniacque, et sur le conseil de M. Hervé-Mangon, les aéronautes devaient déployer à un certain moment une sorte d'oriflamme faite d'une bande de calicot imprégnée d'acide chlorhydrique et de chlorure de calcium, et retenue au ballon par une longue ficelle de chanvre. Le procédé fut employé avec succès ; au retour, une bande de calicot préparée de la façon ci-dessus, et non employée à la récolte de l'ammoniacque, fut gardée comme témoin, tout enroulée et garnie de la ficelle à laquelle elle devait être suspendue. Quelques mois plus tard, la ficelle qui avait été simplement exposée au voisinage de la bande imprégnée, qui par conséquent n'avait pu

être impressionnée que par les faibles quantités de vapeurs acides dégagées à froid par celle-ci, était devenue d'une friabilité absolue.

Du contact immédiat des acides liquides avec les matières cellulosiques résultent, d'ailleurs, au cours de certaines opérations industrielles, des accidents fâcheux qui modifient complètement la nature des produits.

Il en est ainsi notamment dans la fabrication du papier parcheminé. Au premier contact de l'acide sulfurique, les fibres de coton dont le papier est composé se gonflent dans le sens du diamètre, se contractent dans le sens de la longueur, exactement comme dans le cas de la mercérisation par les alcalis, et acquièrent ainsi une adhésivité remarquable; soustraites ensuite à l'action de l'acide, elles ne subissent, du fait de ce contact, qu'une modification physique et deviennent aptes à se souder les unes sur les autres; mais, si l'on prolonge ce contact, ou bien si par des lavages insuffisants on laisse une proportion notable d'acide mélangé aux fibres modifiées, une nouvelle transformation se produit : l'hydrocellulose se forme et le papier devient friable.

L'emploi dans l'impression sur tissus d'acides végétaux, et même en quelques cas d'acides minéraux pour produire certaines réserves, expose le manufacturier à des accidents de même nature toutes les fois que l'acide est employé à un état de concentration trop grand, à une température trop haute, ou qu'il n'est point, par le lavage, soigneusement enlevé aux tissus.

C'est également sur la transformation des matières végétales en hydrocellulose par l'action des acides, que repose le procédé d'analyse des tissus mélangés de matière animale, que Barreswil a fait connaître il y a longtemps, que reposent tous les procédés d'épontillage et d'épaillage chimique des laines, soit en touffes, soit en tissus, des chiffons, etc., dans lesquels on voit figurer l'emploi de composés acides.

Mais, en dehors des circonstances où l'action de l'acide apparaît immédiatement, il en est d'autres où la modification des matières cellulosiques et leur transformation en composés friables semblent, a priori, pouvoir être attribuées à des causes différentes. Il en est ainsi notamment lorsque, du fait des opérations de blanchiment ou de blanchissage qu'elles subissent, ces matières perdent la ténacité qu'elles possèdent normalement. Les agents employés à ces opérations appartiennent tous alors à la même classe, et qu'il s'agisse du blanchiment d'un fil, d'un tissu, d'une pâte à papier, ou

qu'il s'agisse du blanchissage courant du linge, c'est toujours sous l'influence des chlorures décolorants, chlorure de chaux et chlorure de soude notamment, que l'altération de la matière se produit.

Ces chlorures décolorants, on les voit habituellement, et dans presque toutes les réactions auxquelles ils concourent, agir comme des oxydants, et l'idée par conséquent se présente naturellement à l'esprit que, dans le cas encore où ils déterminent la transformation de la cellulose en matière friable, c'est par l'oxydation de celle-ci qu'ils procèdent.

Cette manière de voir trouve, à la vérité, un appui apparent dans le fait jadis démontré par Payen de l'oxydabilité de la cellulose sous l'influence d'une solution concentrée et bouillante de chlorure de chaux. On sait que le coton en touffes ou en tissus, la toile, le papier, etc., immergés dans une solution concentrée de chlorure de chaux que l'on porte à l'ébullition, se dissolvent rapidement, en donnant naissance à un précipité de carbonate de chaux et même en certains cas à un dégagement d'acide carbonique.

Mais, il convient de le remarquer aussitôt, les conditions dans lesquelles cette oxydation se poursuit sont des conditions violentes, toutes différentes des conditions de lenteur, de température peu élevée, de concentration faible dans lesquelles se produit habituellement la friabilité de la matière cellulosique. C'est à une autre cause, c'est à la production de l'hydrocellulose sous l'influence de l'acide chlorhydrique engendré par la réduction du chlorure décolorant que doivent être attribués tous les phénomènes d'altération auxquels je fais allusion en ce moment. M. Dumas a, dès longtemps (1843) (1), indiqué le sens véritable de ces réactions, en émettant la pensée que les tissus imprégnés de chlorures décolorants « s'altèrent à la longue, à mesure que, sous l'influence de la lumière, le chlorure se transforme en acide chlorhydrique. »

J'ai cherché à établir l'exactitude de cette interprétation, et je crois y être parvenu en montrant que, même en solution concentrée, les chlorures décolorants n'exercent pas d'action sur la cellulose, et que cette action ne commence à se manifester qu'à partir du moment où l'acide hypochloreux mis en liberté par l'acide carbonique atmosphérique peut, sous l'influence du tissu poreux et humide, se réduire et se transformer en acide chlorhydrique.

Deux expériences ont été faites dans ce but : après avoir préparé une so-

(1) DUMAS, *Traité de Chimie*, t. VI, p. 31.

lution très concentrée de chlorure de soude du commerce, j'y ai plongé deux fragments d'une même toile de chanvre que j'y ai laissés séjourner ensemble pendant quarante-huit heures, en ayant soin de remplir exactement, et jusqu'au bouchon, le flacon dans lequel l'immersion avait lieu. Au bout de ce temps, l'un des fragments a été sorti du bain et abandonné au contact de l'atmosphère ; en quelques heures, ce fragment avait perdu toute sa solidité, tandis que celui que j'avais maintenu immergé n'avait subi dans sa ténacité aucune modification.

D'un autre côté, j'ai placé de même dans une éprouvette à pied, tubulée à la base, deux fragments d'une même toile que j'y ai immergés dans une solution concentrée de chlorure de soude ; le contact a été prolongé plusieurs jours, après quoi j'ai pu, en retirant du bain l'un des fragments, constater que, du fait de son immersion dans la solution d'hypochlorite, le tissu n'avait subi dans sa ténacité aucune modification. Cela fait, sans laisser rentrer l'air dans l'appareil et en y poussant un courant d'acide carbonique, j'ai fait écouler toute la solution et soumis dans ces conditions le tissu imprégné seulement de la solution de chlorure à l'action du gaz carbonique pur. Au bout de peu de temps, le tissu était devenu absolument friable.

D'ailleurs, l'analyse du tissu ainsi modifié, le poids de la matière, ses propriétés, ne laissent aucun doute sur son identité avec le produit friable fourni par l'action directe des acides sur la cellulose.

C'est donc à l'action de l'acide chlorhydrique, comme l'avait prévu M. Dumas, et non à une oxydation de la cellulose par l'hypochlorite, comme l'avaient depuis pensé quelques chimistes, qu'est due la friabilité qu'acquière les tissus et les papiers du fait de l'emploi exagéré des chlorures décolorants au blanchiment et au blanchissage ou du fait de l'élimination imparfaite de ces chlorures par des lavages insuffisants. Décomposé soit rapidement, soit lentement par l'acide carbonique de l'air, le chlorure dont la matière cellulosique reste imprégnée abandonne son acide hypochloreux qui, mis en liberté, se réduit soit en dégageant de l'oxygène au contact de l'eau, soit en oxydant quelques substances secondaires et en engendrant en tout cas de l'acide chlorhydrique. Celui-ci, se fixant alors par affinité capillaire sur la fibre végétale avec énergie, y subsiste malgré la présence du carbonate alcalin ou calcaire et peu à peu exerce sur ces fibres mêmes son action transformatrice.

Il est un autre fait encore, qui fréquemment se produit dans nos habitations, qu'on attribue à une oxydation de la matière végétale et qui, en réa-

lité, dépend de la transformation de cette matière en hydrocellulose friable sous l'influence des acides : je veux parler de la fragilité qu'acquièrent les tentures de coton ou de toile suspendues dans l'atmosphère des habitations, et notamment les rideaux placés aux fenêtres. Souvent on voit en peu de temps ces tentures, ces rideaux perdre leur ténacité et se déchirer au moindre effort. On dit alors dans le langage vulgaire qu'ils sont *brûlés* ; ce n'est pas cependant à une oxydation de la matière cellulosique qu'il faut attribuer cette altération : je l'ai reconnu par l'expérience directe. Dans de longs tubes en verre j'ai placé diverses matières végétales : papiers, mèches de coton, etc. ; puis, après avoir rempli ces tubes d'oxygène et les avoir scellés à la lampe, je les ai, pendant plusieurs mois, exposés à la lumière solaire, et, dans ces conditions, j'ai vu la matière cellulosique conserver toute sa solidité. Mais il en est autrement lorsque des matières de cette sorte sont librement suspendues dans l'atmosphère, et surtout dans l'atmosphère des villes. L'hydrogène sulfuré, l'acide sulfureux font alors normalement partie de ces atmosphères impures, et ce sont eux qui, en s'oxydant au milieu du tissu poreux, lui font subir l'altération que lui aurait fait subir de même une immersion dans une solution très faible d'acide sulfurique.

C'est enfin par suite d'une même transformation de la cellulose, et sous l'influence de causes analogues, que se produit très certainement le phénomène de la pourriture sèche des bois. A travers la masse ligneuse pénètrent des germes de ferments qui, portant leur action sur les matières sucrées, amylacées, etc., que cette masse renferme, les transforment en composés acides, et ce sont ces composés acides qui peu à peu, réagissant sur quelques-unes des parties cellulosiques de la charpente végétale, les transforment en hydrocellulose friable et enlèvent ainsi aux bois toute leur solidité. J'ai entrepris l'étude de cette question ; mais l'importance qu'elle présente est trop grande, au point de vue des constructions civiles et des constructions navales, pour que je puisse la traiter ainsi incidemment. Je me propose de l'examiner dans un travail spécial.

Je terminerai en disant que déjà les faits que j'ai fait connaître relativement à la production et aux propriétés de l'hydrocellulose, ont donné lieu à des applications industrielles intéressantes. Un inventeur a tiré parti de la friabilité de ce corps pour la préparation de poudres végétales destinées à remplacer les tontisses de laine dans la fabrication des papiers veloutés. Un autre a cherché à utiliser les propriétés adhésives de l'hydrocellulose et à la transformer en masses compactes propres à être moulées, découpées, etc. ;

les pyroxyles friables sont dès à présent utilisés pour la fabrication d'engins explosibles. La Photographie emploie également ceux qui, solubles dans l'éther alcoolisé, sont propres à la préparation des collodions, etc.

C'est pour faciliter les applications de ce genre et fournir aux praticiens matière à des recherches qui peut-être pourront avoir des résultats utiles, que j'ai cru devoir exposer en détail, dans ce Mémoire, toutes les propriétés de l'hydrocellulose, ainsi que les divers modes de préparation à l'aide desquels on la peut obtenir.

ARTS CHIMIQUES.

SUR L'ACIDE CARBONIQUE NORMAL DE L'AIR ATMOSPHÉRIQUE, PAR M. DUMAS.

Parmi les gaz que renferme l'air atmosphérique, il en est un qui présente un intérêt particulier, en raison du rôle qu'on lui attribue, soit dans l'équilibre des deux règnes organisés, soit dans les rapports qui s'observent à son égard entre la terre, l'air et les eaux : c'est l'acide carbonique.

Depuis qu'il a été constaté que les animaux consomment de l'oxygène et exhalent de l'acide carbonique comme produit de leur respiration, tandis que les plantes consomment de l'acide carbonique et exhalent de l'oxygène par un phénomène inverse, on s'est souvent demandé si la proportion d'acide carbonique contenue dans l'air ne représentait pas une sorte de réserve alimentaire sans cesse mise à profit par les plantes, sans cesse reconstituée par les animaux et depuis longtemps sans doute amenée, par cette double influence, à un état permanent.

D'un autre côté, comme l'a démontré depuis longtemps M. Boussingault, les terrains volcaniques, par leurs fissures et par leurs bouches d'éruption, exhalent constamment de l'acide carbonique en quantités énormes. Les dépôts de carbonate de chaux qui se forment continuellement au fond des mers, en fixent au contraire des quantités dont l'importance des couches calcaires existant à la surface du globe nous donne une juste idée. Il est permis de penser qu'à côté des grands volumes d'acide carbonique que les terrains volcaniques, même les plus anciens, répandent dans l'air et des masses de carbonate de chaux qui se précipitent au fond des mers, les résultats attribués à l'action des animaux et à celle des plantes, soit pour fournir, soit pour enlever à l'air l'acide carbonique physiologique, n'ont pas une impor-

tance comparable à ceux que représentent les phénomènes qui se rapportent à ces échanges purement géologiques.

Dans ces derniers temps, par une heureuse application du principe de la dissociation, M. Schlöesing a montré que la proportion d'acide carbonique contenue dans l'air était en rapport avec celle de bicarbonate de chaux tenue en dissolution dans l'eau des mers. Quand la dose d'acide carbonique diminue, le bicarbonate de chaux marin se dissocie, la moitié de son acide carbonique passe dans l'atmosphère et le carbonate neutre de chaux se dépose. La vapeur aqueuse, en se condensant dans l'air, entraîne à son tour une partie de l'acide carbonique qui s'y trouve et, en tombant en pluie sur le sol, y reprend la chaux nécessaire à la formation du bicarbonate qui se rend au milieu des mers.

Le rôle physiologique de l'acide carbonique, son influence géognosique et ses rapports avec les phénomènes météorologiques les plus habituels à la surface de la terre, tout conduit à attribuer une importance particulière aux études qui ont pour objet la détermination de la proportion normale d'acide carbonique contenue dans l'air.

Mais cette détermination offre de grandes difficultés. Il n'est pas donné à tout le monde de toucher à des questions de cette nature, et tous les procédés n'y sont pas bons. La pensée qui se présenterait la première à l'esprit, consisterait à confiner dans un vase un volume d'air connu et à mesurer ou à peser l'acide carbonique qui s'y trouve. On aurait ainsi pour un lieu et pour un moment donnés le rapport exact entre le volume de l'air et celui de l'acide carbonique qu'il contient.

Mais si l'on opère avec un ballon de 10 litres, par exemple, il ne renfermera que 3 centimètres cubes d'acide carbonique, c'est-à-dire 6 milligrammes, et, soit qu'on les mesure, soit qu'on les pèse, l'erreur s'élèvera facilement à 10 pour 100 de la valeur à apprécier. On ne pourra donc rien conclure des résultats observés.

On a été conduit, en conséquence, à augmenter le volume d'air, c'est-à-dire à diriger à travers des condenseurs propres à arrêter l'acide carbonique, un filet d'air dont on apprécie le volume exact par les procédés connus.

Mais, en ce cas, le passage doit être lent ; l'opération se prolonge pendant plusieurs heures, et, comme l'air est agité sans cesse par des mouvements dans le sens vertical ou dans le sens horizontal, l'expérience commencée avec l'air d'un lieu peut se terminer réellement avec de l'air venant d'un

autre lieu fort éloigné. Dans une expérience effectuée à Paris, se prolongeant pendant vingt-quatre heures, par un air se déplaçant seulement à raison de 4 mètres à la seconde, on pourrait commencer avec l'air du département de la Seine et finir avec celui du département du Rhône ou des confins de la Belgique, selon la direction du vent.

Tant qu'on n'aura pas trouvé des procédés d'analyse assez délicats pour apprécier avec certitude des centièmes ou au moins des dixièmes de milligramme d'acide carbonique, il sera donc très difficile de déterminer sa proportion dans l'air, pour un lieu et pour un moment donnés. On sera souvent dans le cas d'opérer en plaine sur de l'air descendu des hauteurs et d'analyser en plein jour de l'air ayant subi au loin l'influence de la nuit.

D'autres difficultés se présentent dans des études de cette nature. Il semble très facile de recueillir l'acide carbonique dans des tubes garnis de potasse et d'en apprécier la quantité par la différence de poids de ces tubes avant et après l'absorption du gaz ; mais à combien de causes d'erreur ne s'est-on pas trouvé exposé en suivant cette méthode ? La potasse a-t-elle eu le contact de quelque matière organique, elle absorbera de l'oxygène. La pierre ponce, qui sert à diviser la solution de potasse, contient-elle du protoxyde de fer, elle absorbera également de l'oxygène. Dans les deux cas, cet oxygène ajoutera son poids à celui de l'acide carbonique.

Tout expérimentateur qui s'est trouvé forcé de peser deux fois des appareils un peu compliqués, à quelques heures de distance, sait à combien d'incertitudes on est exposé, quand il faut tenir compte des variations de température ou de pression de l'air et des changements d'état hygrométrique de la surface des appareils. Après avoir lutté, et souvent sans succès, contre les difficultés que présentent des déterminations de cette nature, on en vient à se défier de toute appréciation qui ne repose que sur des différences de poids et à préférer les méthodes qui, mettant à nu la matière dont il s'agit d'évaluer la proportion, permettent de la voir, de la toucher, de la peser ou de la mesurer, à l'état libre et sous sa forme naturelle.

Tout le monde connaît les expériences classiques de Thenard, de Th. de Saussure, de notre confrère M. Boussingault, relativement à la proportion de l'acide carbonique contenu dans l'air ; elles ne demandaient qu'à être régularisées et multipliées.

M. J. Reiset, en se consacrant à ce sujet, à des études longues et pénibles, et se pénétrant des considérations auxquelles leur discussion conduit, s'est arrêté à un procédé qui présente toutes les garanties d'exactitude.

L'air qui fournit l'acide carbonique est appelé à travers les appareils d'absorption au moyen de deux aspirateurs de 600 litres de capacité. La température de cet air et sa pression sont mesurées avec précision.

L'acide carbonique est absorbé par l'eau de baryte contenue dans trois barboteurs. Le dernier, servant de témoin, demeure limpide et démontre, par conséquent, qu'il ne se forme pas de bioxyde de baryum. Le titre de l'eau de baryte employée étant connu, on détermine par l'acide sulfurique celui de l'eau de baryte surnageant le carbonate formé et on en déduit la quantité de carbonate obtenue, et par suite celle de l'acide carbonique.

Ces expériences laborieuses, dont la durée a varié, quant au temps employé au passage de l'air, entre six heures et vingt-cinq heures, exigent au moins deux journées d'un travail assidu.

Elles ont été répétées 193 fois par M. J. Reiset en 1872, 1878 et 1879. Elles ont eu lieu par des temps calmes, par des vents violents et au milieu des tempêtes. L'air a été puisé sur les bords de la mer, au milieu de la campagne, à ras de terre dans les récoltes, sous bois et enfin à Paris.

Dans ces circonstances si diverses, la proportion d'acide carbonique varie peu ; elle se maintient entre 2,94 et 3,1, chiffres qu'il faut considérer comme de grandes moyennes, en raison du vaste espace qui a fourni l'air analysé.

Lorsqu'il s'agit de l'air atmosphérique libre, la quantité d'acide carbonique qu'il renferme semble donc à peu près fixe, ainsi que cela doit être d'après le rapport signalé par M. Schloësing entre le bicarbonate de chaux de l'eau des mers et l'acide carbonique de l'air. La seule cause qui semble propre à faire varier la quantité géologique d'acide carbonique de l'atmosphère, consiste dans la formation du brouillard. La vapeur d'eau, en se condensant, ramasse l'acide carbonique, et l'air brumeux se montre généralement plus chargé de ce gaz que l'air ordinaire.

D'ailleurs, que l'acide carbonique soit en moindre quantité dans l'air pris au milieu des trèfles ou de la luzerne, en plein jour et en été, c'est-à-dire en plein foyer de réduction, cela n'a rien qui puisse surprendre ; si quelque chose étonne en pareil cas, c'est que l'acide carbonique ne descende pas au-dessous de 2,8.

De même, que dans Paris, au milieu de tant de sources d'acide carbonique : combustion dans les foyers, respiration de l'homme et des animaux, destruction spontanée des matières organiques, on voie l'acide carbonique ne pas dépasser 3,5, il y a lieu d'en être surpris.

Car, si la grande moyenne qui représente l'acide carbonique atmosphérique normal diffère peu de 2,9 à 3,0, il n'est pas douteux que, pour des circonstances locales, pour des espaces limités et pour des conditions météorologiques exceptionnelles, il puisse y avoir de notables variations dans cette proportion. Mais ces variations n'intéressent pas les lois générales de la constitution de l'atmosphère.

Il y a donc deux points de vue bien distincts, sous lesquels on peut considérer la mesure de l'acide carbonique contenu dans l'air.

Le premier, qui consiste à l'envisager comme élément géologique appartenant à l'enveloppe gazeuse du globe prise dans son ensemble, conduit à estimer à 3 volumes pour 10 000 environ le rapport général qui exprime sa proportion dans l'air.

Le second, qui se rapporte aux phénomènes accidentels et locaux résultant de l'action des animaux, de celle des plantes, des effets des foyers, de celui des masses de matières organiques en décomposition, des émanations volcaniques, enfin de l'action des brouillards et des pluies, fait connaître les changements qui peuvent survenir dans un air soumis à des influences circonscrites, à un air en quelque sorte confiné. Sans nier l'intérêt qu'elles offrent au point de vue de la météorologie ou de l'hygiène, on ne peut pas assigner à ce dernier point de vue le même rang qu'au premier.

Les expériences de M. J. Reiset, par leur nombre, leur précision, l'importance des volumes sur lesquels elles ont porté, les années même qui les séparent, ont établi d'une manière définitive deux vérités dont l'histoire du globe aura désormais à tenir compte : la première, c'est que la proportion de l'acide carbonique dans l'air varie à peine ; la seconde, qu'elle s'éloigne peu de 3/10000 en volume.

Ces vérités sont pleinement confirmées par les résultats obtenus en 1868, 1869, 1870 et 1871, à Rostock. M. Franz Schulze donne en effet, comme moyenne, avec de très faibles écarts :

Pour 1869 (année entière).	2,8668
Pour 1870 (»).	2,9052
Pour 1871 (six premiers mois).	3,0126

Plus récemment, MM. Müntz et Aubin, dont l'exactitude est bien connue de l'Académie, ont analysé, par un procédé qui leur est propre, l'air recueilli dans la plaine à Paris et celui qu'ils ont pris au pic du Midi et au sommet du Puy-de-Dôme. Leurs résultats s'accordent avec ceux qui ont été publiés par M. J. Reiset et par M. Schulze.

La grande moyenne de la proportion de l'acide carbonique dans l'air paraît donc bien près d'être fixée ; mais, ce point de départ établi, il reste à étudier les variations dont elle pourrait être susceptible, non par des causes locales, ce qui est de peu d'importance, mais par des causes générales se rattachant aux grands mouvements de l'atmosphère. C'est sur cette étude, qui exige le concours d'un certain nombre d'observateurs placés sur des points divers et éloignés du globe, opérant simultanément par des procédés comparables, que je me permets d'appeler l'attention de l'Académie et celle des missions chargées d'aller observer, dans les stations favorables, le passage de Vénus sur le Soleil. Les procédés et les appareils de MM. Müntz et Aubin fournissent les moyens propres à ces déterminations et semblent pouvoir suffire à la solution du problème de philosophie naturelle que présente la détermination de la proportion de l'acide carbonique de l'atmosphère dans le temps présent.

Si ces expériences, comme il y a lieu de le croire, donnent des résultats satisfaisants, on trouvera convenable, je l'espère, d'organiser ensuite sur des points bien choisis les observations annuelles nécessaires à la détermination des variations que les siècles futurs seraient dans le cas d'amener dans cette proportion.

LAITERIE.

FABRICATION INDUSTRIELLE DES PRODUITS DE LAITERIE, PAR M. CHESNEL, SECRÉTAIRE DE L'INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE.

M. Chesnel expose les progrès faits récemment dans la fabrication industrielle des produits de laiterie et constate la transformation importante qui s'opère dans cette branche ; dans quelque temps, dit-il, nous aurons des usines à beurre et des manufactures de fromages.

Lait. — La vente du lait en nature a participé à cette transformation. A Paris et dans les grandes villes, les laitiers en gros ont formé des associations ; ils mettent en commun leur fonds de commerce et font appel au crédit public pour étendre leurs opérations.

La création de ces sociétés puissantes a amené une amélioration dans les produits, des perfectionnements notables dans les appareils, dans les engins de transport et dans les locaux. Le réfrigérant et le calorisateur Lawrence sont devenus d'un usage plus fréquent et ont permis de restreindre l'emploi des agents chimiques pour la conservation

du lait. Dans quelques endroits on a même installé des appareils Carré et des machines Raoul Pictet, pour fabriquer la glace nécessaire au refroidissement du lait jusqu'au moment de la mise en vente. Si ces sociétés ont été avantageuses pour le consommateur, on doit reconnaître qu'elles ont monopolisé la production agricole entre leurs mains et que nos cultivateurs sont obligés de subir leurs lois et d'accepter leurs tarifs. Il y a là un danger qu'il est utile de signaler, et on doit espérer que les producteurs sauront un jour se grouper, appeler des capitaux, et faire vendre à leur profit.

Le lait concentré a pris, depuis quelques années, une grande importance : à la dernière exposition du Palais de l'Industrie, figurait un lait concentré français. La dégustation a permis de reconnaître que ce lait était supérieur, comme goût, aux produits similaires des pays étrangers, et qu'il était le moins sucré de tous. Il y a bien, dans la concentration, quelques imperfections qui s'atténueront si la fabrication est entreprise en grand. La question est importante, puisque la France importe de Suisse 2,109,000 kilogrammes de lait concentré.

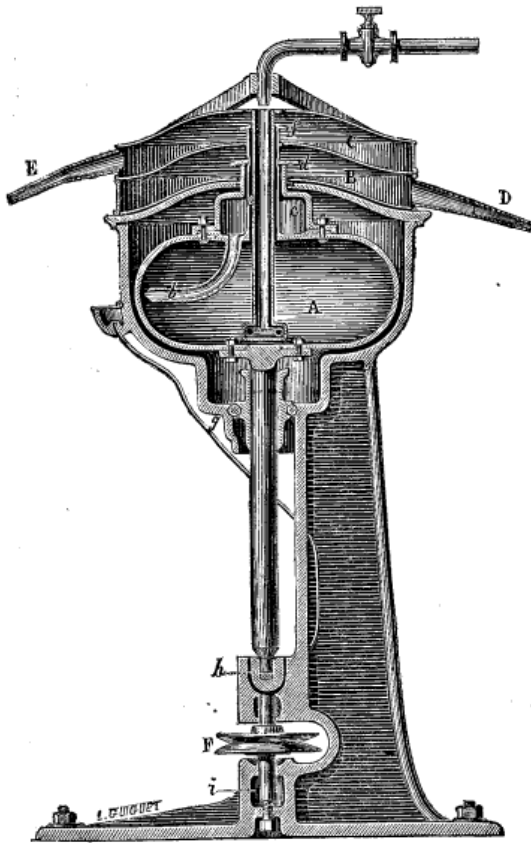
Beurre. — La fabrication du beurre éprouve de grandes modifications par suite de l'invention des *écrémeuses centrifuges*. M. Chesnel décrit les premiers appareils créés par MM. Fuchs et Lefeld : ce n'étaient alors que des instruments d'analyse pour des échantillons ; M. Fjord de Copenhague a également imaginé un instrument de ce genre. Mais on est allé plus loin ; au lieu de se borner à essayer des échantillons, on a voulu opérer sur des masses de lait plus considérables. Tel a été l'objet de la première écrémeuse centrifuge de M. Lefeld, que cet ingénieur a bientôt perfectionnée en permettant l'expulsion automatique de la crème, au fur et à mesure de la séparation. Cet appareil est analogue à la turbine employée dans les sucreries : il avait l'inconvénient de ne pouvoir travailler qu'une certaine quantité de lait à la fois ; après quoi, on devait arrêter la rotation de la turbine pour évacuer le lait maigre et recharger l'appareil. Un ingénieur suédois, M. Lawal, a alors imaginé son séparateur qui travaille sans interruption : le lait qui doit être écrémé, pénètre continuellement dans l'appareil ; il détermine par son arrivée l'expulsion de la crème et du lait maigre qui, par des tubes spéciaux, s'élèvent au-dessus de la turbine, sur des couvercles superposés, et s'écoulent au dehors par des orifices particuliers. La vitesse de cet appareil doit atteindre sept mille tours par minute ; et on a pu retirer 95 pour 100 de la crème contenue dans le lait.

M. Lefeld n'avait pas renoncé à l'idée de perfectionner son écrémeuse et d'en faire un instrument à travail continu. L'année dernière il a produit un nouveau type de centrifuge qui répond à tous les désirs. L'écémage peut être réglé mathématiquement, et devenir aussi complet que possible, sans que la vitesse dépasse deux mille quatre cents tours à la minute.

A côté de ces appareils, qui ont déjà pénétré en France, il faut citer les centrifuges Fesca et Nielson-Petersen.

L'écrémeuse Fesca est munie d'un réchauffeur ; la crème reste dans la turbine et y acquiert une grande compacité.

Il faut faire une place à part à une centrifuge nouvelle, celle de Petersen ; celle-ci se



compose de deux turbines jumelles montées sur un axe horizontal ; leur plan de rotation est donc perpendiculaire au sol ; ces turbines portent, à leur surface, une rainure couverte dans laquelle passe le lait maigre. Deux grandes cuillers, montées sur des tiges, recueillent l'une la crème dans l'intérieur de la turbine, l'autre le lait maigre dans la rainure. Un tube coudé amène le lait naturel, qui se trouve emporté par le mouvement de rotation de l'appareil. Cette écrémeuse tourne à raison de mille à douze cents tours par minute.

Plusieurs laiteries centrifuges ont été créées en Allemagne et on peut dire que cette industrie nouvelle est sortie de la période d'expérimentation.

La fabrication du beurre artificiel est devenue aussi une industrie importante. La majeure partie des graisses de nos abattoirs sont employées à faire ce qu'on appelle l'oléo-margarine. Pour

cela, on déchire la graisse en parcelles minces et on la chauffe jusqu'à une température convenable. On la soumet à une pression énergique pour expulser l'oléine et la margarine devenue fluide ; la stéarine reste en forme de gâteaux. Cette oléo-margarine est expédiée en Hollande, dans la province de Bois-le-Duc. On en mélange soixante parties avec dix parties de beurre de la Campine et trente de lait et d'huile d'arachides ; on baratte cette mixture et on fabrique le beurre artificiel, qui est surtout expédié à Londres. Les quantités de ce produit réservées à la France sont peu importantes.

Fromage. — La fabrication des fromages tend également à se centraliser dans de grands établissements. Pour se rendre compte de cette situation, il faudrait visiter les grandes factoreries des États-Unis et du Canada, avec leur matériel perfectionné et leurs immenses approvisionnements. En France, nous avons nos fromageries du Jura, des Alpes, des Pyrénées ; nous avons également quelques grandes fabriques telles que la Maison-du-Val, à M. Bayeux Adrien, la fromagerie de la Trappe, celle du Port-du-

Salut, la Société des fromageries de l'Aveyron, etc. Cette fois les producteurs ont eu la bonne idée de s'associer, de mettre en commun leur travail et de faire vendre pour leur compte.

Telle est la transformation que subit actuellement cette branche de l'agriculture.

On peut espérer que peu à peu les cultivateurs trouveront avantage à développer et à multiplier ces sociétés coopératives. Débarrassés alors des ennuis de la fabrication et de la vente, ils pourront consacrer leurs soins à l'amélioration de leurs prairies et au perfectionnement de leurs races laitières.

LÉGENDE DESCRIPTIVE D'UNE ÉCRÉMEUSE CENTRIFUGE.

- A, turbine : sphéroïde en acier fixé à l'arbre recevant le mouvement de rotation.
- b, tube recourbé fixé à la turbine et communiquant à la partie c.
- c, partie fixée à la turbine et ouverte à la partie supérieure.
- e, tube d'arrivée du lait ; ce tube, placé dans l'axe de l'appareil, est fixé au fond de la turbine et tourne avec elle, il est entouré d'un manchon traversant la partie c.
- B, C, bassins en fer-blanc superposés au couvercle de l'enveloppe en fonte de la turbine et recevant les produits séparés de l'opération.
- D, tube d'évacuation de la crème.
- E, tube d'évacuation du petit-lait.
- G, tube conduisant l'huile qui sert à graisser la partie inférieure de l'arbre.
- F, poulie recevant le mouvement de rotation.
- h, assemblage des deux parties de l'arbre. L'extrémité de l'arbre fixé à la turbine repose sur un grain d'acier et s'emboîte dans la partie supérieure, formant crapaudine, de l'arbre qui porte la poulie.
- i, crapaudine avec vis de réglage pour rattraper le jeu dû à l'usure du pivot.

Fonctionnement de l'appareil.

Le lait est introduit par le tube central et se répand dans la turbine animée d'un mouvement de rotation très rapide.

Le petit-lait est entraîné à la circonférence et est recueilli par le tube b ; il traverse la partie c, est rabattu par le chapeau d dans le bassin B et de là s'écoule par le tube D. La crème se réunissant au centre de l'appareil, passe entre le tube d'arrivée et le manchon concentrique, s'élève dans le bassin E où elle est rabattue par le chapeau f et de là s'écoule par le tube E.

TEINTURE.

MÉTHODE RAISONNÉE POUR L'ÉTUDE DE LA TEINTURE, PAR M. DECAUX.

M. Decaux, chef du laboratoire de chimie aux Gobelins depuis quarante-deux ans, et sous-directeur des teintures depuis trente-trois ans, sous la direction du doyen des savants de l'univers, le vénérable M. Chevreul, a cherché à résumer, sous la forme la plus concise, les principes qui doivent guider l'élève teinturier dans l'ordre de ses travaux.

Il croit devoir formuler ici ses vues pour en établir les principes.

Les élèves doivent d'abord posséder les éléments des sciences physiques et chimiques, d'autant plus étendus qu'ils devront conduire des ouvriers teinturiers au lieu d'être ouvriers eux-mêmes.

Ils devront être bien organisés originellement et avoir le sens de la vue assez parfait et assez sensible pour bien distinguer les différences des couleurs entre elles, soit sous le rapport de leur intensité, soit sous celui de leur nuance.

Il va sans dire que les sujets affectés de ces aberrations de la vue connues sous le nom de daltonisme, qui consiste à confondre entre elles des couleurs très différentes, comme le rouge et le vert, ne pourront jamais s'occuper avec succès des arts qui emploient les couleurs.

Les élèves teinturiers devront connaître les principes du contraste des couleurs et surtout celui de leur mélange, ou du moins cette science, encore peu répandue, devra leur être enseignée tout d'abord.

Entrant enfin dans la pratique de l'art de la teinture et se basant sur la connaissance plus ou moins complète de la nature des étoffes sur lesquelles ils devront fixer les couleurs, ils commenceront par celles qui sont les plus simples, en imitant, autant que possible, les échantillons qui leur seront confiés :

Le rouge, couleur simple, qui s'obtient sur laine avec la cochenille fixée par l'intermédiaire de la crème de tartre, de la composition d'étain et d'une faible proportion d'alun, ingrédients dont les études préliminaires auront dû faire connaître la composition et les réactions ;

Le bleu, obtenu soit par les cyanures de fer, soit par le carmin d'indigo ;

Enfin, le jaune, couleur simple, comme les deux précédentes, qui sera produite par la gaude fixée par l'alun et une très petite proportion de crème de tartre.

Ces trois couleurs sont les types qui, par leur mélange, constitueront toutes celles que l'élève devra produire ultérieurement.

L'élève passera à la teinture de ces couleurs mélangées, qui peuvent se réduire à

trois, et qui, par opposition aux trois couleurs simples qui précèdent, seront appelées couleurs binaires :

L'orangé, composé de rouge et de jaune ;
 Le vert, — de jaune et de bleu ;
 Le violet, — de bleu et de rouge.

Ici naissent quelquefois les incompatibilités des moyens de fixer les deux couleurs qui composent le mélange ; puis la variation de la proportion des deux couleurs simples qui entrent dans la couleur composée binaire, en modifie la nuance, augmente les difficultés.

Il convient, maintenant, de passer à la teinture d'une couleur à tous ses degrés d'intensité, depuis la plus claire jusqu'à la plus intense.

Cet ensemble d'échantillons, lorsqu'ils sont convenablement faits, sont tous équidistants entre eux sous le rapport des intensités, et plus ou moins nombreux. Chacun d'eux prend le nom de ton, et leur ensemble, celui de gamme.

Le premier ton d'une gamme de couleur est plus ou moins rapproché du blanc, selon le nombre des tons de cette gamme, il en est de même du dernier ton, qui est également d'autant plus rapproché du noir.

Les difficultés de ce travail sont dans la proportion et la nature du mordant ou matière destinée à fixer la couleur, et de cette couleur elle-même pour produire le ton ; dans la température nécessaire pour cette fixation ; enfin, dans quelques cas, dans la nature de l'étoffe, laine ou soie, qui, étant légèrement orangées, rendent verdâtres les tons clairs des bleus et ternissent la beauté des violets clairs.

Ces diverses difficultés qui existent dans les gammes des couleurs simples, rouge, jaune et bleu, augmentent dans celles des couleurs binaires orangées, vertes et violettes, par la nécessité de maintenir toujours constante la même proportion des deux couleurs qui les composent, pour que les gammes restent toujours régulières et de la même nuance dans toute leur étendue.

Cette étendue, c'est-à-dire, le nombre de tons d'une gamme du blanc au noir, varie selon la différence qu'il convient d'établir entre deux tons voisins, et leur nombre sera d'autant plus grand que cette différence sera plus faible.

Le nombre de vingt tons a semblé le plus convenable ; cependant il se fait des gammes de trente et quarante tons.

Les six gammes, convenablement faites, l'élève s'exercera à des passages de couleurs simples les unes dans les autres, en faisant varier la proportion des ces deux couleurs.

Le rouge et le jaune qui, par leur mélange en proportions égales optiquement, produisent l'orangé, donneront la nuance rouge orangé si la proportion du rouge augmente relativement à celle du jaune, et produiront l'orangé jaune si, inversement, la proportion du jaune augmente relativement à celle du rouge.

Enfin, les couleurs intermédiaires, entre ces couleurs dénommées, prennent les noms de :

Rouge :	R. 1, 2, 3, 4, 5.
Rouge orangé :	R.-O. 1, 2, 3, 4, 5.
Orangé :	O. 1, 2, 3, 4, 5.
Orangé-jaune :	O.-J. 1, 2, 3, 4, 5.
Jaune :	J. 1, 2, 3, 4, 5.

Les intermédiaires, entre le jaune et le bleu, sont appelés jaune-vert, vert, vert-bleu. Entre le bleu et le rouge ; bleu-violet, violet, violet-rouge, pour revenir au rouge, en parcourant toute l'étendue des couleurs du spectre.

On peut constituer ainsi une table chromatique circulaire ou une table rectangulaire, plus convenable dans la pratique pour l'observation et l'échantillonnage.

L'étude suivante consiste à mélanger, non plus comme il vient d'être dit, deux couleurs simples, en proportions diverses, mais deux couleurs dites complémentaires entre elles, c'est-à-dire, les trois couleurs simples, car la complémentaire d'une couleur simple est une couleur binaire. Le rouge, couleur simple, a pour complémentaire le vert composé de jaune et de bleu. Le jaune a pour complémentaire le violet composé de bleu et de rouge. Enfin, le bleu a pour complémentaire l'orangé composé de rouge et de jaune.

Dans ces mélanges un nouveau phénomène apparaît :

La nouvelle couleur ne participe plus, comme dans le mélange de deux couleurs simples, de chacune de celles qui la composent, mais cette nouvelle couleur perd son éclat, se ternit, se rabat comme l'on dit en teinture, et, lorsque les trois couleurs qui la composent s'équilibrent, sans que l'une des trois prédomine, il y a extinction complète de la couleur, et il en résulte du gris.

L'étude que fera l'élève teinturier de ces nouveaux mélanges sera la plus intéressante de l'ensemble de son travail, car c'est ordinairement de la connaissance de ces phénomènes que dépendra souvent la beauté des couleurs qu'il produira.

Il mélangera donc deux couleurs complémentaires en proportions variables, par exemple, le rouge et le vert en neuf proportions : $9/10^{\text{es}}$ de rouge avec $1/10^{\text{e}}$ de vert. Le résultat sera un rouge légèrement rabattu par la quantité de gris résultant du mélange du vert avec une portion du rouge : ce gris ternira le rouge en excès.

Le second échantillon contiendra $8/10^{\text{es}}$ de rouge et $2/10^{\text{es}}$ de vert. La proportion du gris augmentant par la neutralisation de $2/10^{\text{es}}$ de rouge au lieu de $1/10^{\text{e}}$ dans l'échantillon précédent, le rouge de celui-ci sera plus terni. Il en sera de même du troisième et du quatrième ; enfin, dans le cinquième, les proportions du rouge et du vert se neutralisant réciproquement, le résultat sera du gris pur. En diminuant encore la quantité du rouge jusqu'au vert, on obtiendra des verts de moins en moins rabattus, en se rapprochant du vert pur.

Les mêmes résultats s'obtiendront par les mélanges du jaune et du violet, du bleu et de l'orangé.

Enfin, deux couleurs complémentaires peuvent être binaires toutes deux. La somme de la couleur simple, qui leur est commune, étant toujours la même, l'une ayant en plus ce que l'autre contiendra en moins, ainsi le rouge orangé est complémentaire du vert bleu. Le jaune contenu dans la première couleur diminuera dans la même proportion dans la seconde.

Il est entendu qu'en indiquant des quantités de $1/10^e$, $2/10^es$, etc., elles ne sont ni pondérales, ni volumétriques, mais simplement optiques.

Les passages par le gris, d'une couleur complémentaire dans une autre, amènent naturellement au dernier échantillon à exécuter par l'élève, qui sera de produire une gamme de gris par le mélange des trois couleurs simples.

Cette gamme, bien faite, ayant ses tons également distants entre eux, et tous d'un gris parfait, sans laisser la prédominance à aucune des couleurs qui la composent est, à coup sûr, le travail le plus difficile que le teinturier puisse exécuter, et il aura le mérite de donner une nuance dont la résistance à la destruction atmosphérique participera à celle des couleurs qui la composent.

Cet ensemble de travaux exécutés avec des matières colorantes diverses, sur des étoffes différentes, constituera l'art de la teinture soumis à des principes raisonnés que le teinturier devra posséder à fond et exécuter, en quelque sorte, instinctivement dans sa pratique.

BEAUX-ARTS.

DE LA NÉCESSITÉ DE CRÉER EN ALGÉRIE UNE ÉCOLE PROFESSIONNELLE POUR LA FABRICATION DES TAPIS D'ORIENT, PAR M. MOURCEAU, MEMBRE DE LA COMMISSION PERMANENTE DES VALEURS DE DOUANE.

M. Mourceau, membre de la Société, adresse une Note relative à une fabrication qu'il serait important de développer en Algérie et qui, susceptible d'une extension rapide, viendrait augmenter les industries de cette colonie.

Dans le Rapport que M. Mourceau vient de faire sur la valeur des tapis et tapisseries comme membre de la Commission permanente des valeurs de douane, il signale à l'attention de M. le Ministre de l'agriculture et du commerce l'avantage qu'il y aurait à améliorer et à développer dans nos départements algériens l'industrie des tapis d'Orient.

Les tapis de l'Algérie sont loin d'avoir la réputation de ceux de l'Orient, et cela tient à des causes diverses. Les tapis turcs et persans doivent leur renommée à l'ori-

ginalité des dessins autant qu'au système de l'ornementation, à la beauté des couleurs, à la solidité des teintures. Le velouté est très épais, le tissu excellent.

Les tapis algériens n'ont pas cet ensemble de qualités. Ils sont fabriqués pour la consommation du pays sans qu'aucun effort ait jamais été fait pour introduire des progrès dans le travail. Les Arabes tissent en général les tapis sous la tente, en famille, pour leurs besoins ou la vente dans un étroit rayon. Il n'y a pas de centre manufacturier, il n'y a aucune direction.

Voilà donc une fabrique intéressante qui peut devenir importante, qui l'est dans d'autres contrées orientales, et qui reste languissante et arriérée en Algérie, tandis qu'il serait facile de lui donner un essor qui grandirait vite.

Ce n'est pas l'industrie privée qui peut entreprendre cette tâche, un homme n'y suffirait pas, et, si cet homme se rencontrait, il ne réunirait pas les capitaux nécessaires.

Du reste, avant d'aborder l'entreprise commerciale, il faut que le terrain ait été préparé.

Ce qu'il faut d'abord avoir, c'est une École.

Le gouvernement se refuserait avec raison à donner son appui à un industriel ou à un commerçant qui voudrait développer la manufacture des tapis en Algérie et surtout à l'aide de ses subventions, mais le gouvernement ne peut pas décliner la tâche de donner aux populations de l'Algérie un enseignement technique qui sera certainement pour elles une source de progrès et par suite de profits.

C'est le gouvernement seul qui peut fonder une École professionnelle, dans laquelle de jeunes ouvriers et ouvrières apprendraient la fabrication des tapis à points noués et celle des broderies à l'aiguille, École professionnelle tout à fait spéciale à l'Algérie, aux procédés qui y sont appropriés et qui doivent y être maintenus, parce qu'ils sont en rapport avec les habitudes de la population.

L'établissement d'une telle École sera peu coûteux. Le matériel sera construit sur place. Les métiers simples, les modèles abondent ; on trouvera sans peine les contre-maîtres qui donneront les explications techniques. Une teinturerie coûterait peu de chose à installer, mais on pourrait commencer par recevoir de France les laines teintées. Les tapis d'Orient ont une gamme de couleurs peu étendue, de sorte que de ce côté, on rencontrerait peu de difficultés.

Les laines d'Algérie, fermes, brillantes, sont parfaitement convenables pour la fabrication des tapis. Le coton d'Algérie donnera d'excellentes chaînes.

Il n'est pas douteux que la dépense de création de cette École sera modique, que la dépense de son entretien le sera également.

Cette institution rendra de réels services à nos départements algériens.

Il est bien entendu que nous n'avons pas en vue la création d'une École ayant une grande importance ; nous préférons même à une École plusieurs petites écoles, outillées simplement, dirigées et tenues à peu de frais, de façon qu'elles exercent leur

utile influence dans différentes parties du pays. Il s'agit de fondations simples, pratiques, d'un établissement facile, devant produire à bref délai d'heureux résultats.

On peut être certain que, au bout de peu d'années, il sera sorti de cette École ou de ces Écoles des élèves, même des contre-maîtres, instruits, exercés, qui donneraient bientôt une impulsion vigoureuse à cette industrie. Ils sauront quelles sont les raisons de la supériorité des Turcs et des Persans ; ils sauront dessiner, ils auront une idée plus juste du coloris, ils se rapprocheront dans leur travail des méthodes excellentes que l'Orient a conservées.

Si les tapis algériens ont un décor plus original, un dessin mieux compris, un coloris plus vif et plus harmonique, ils seront plus recherchés, la vente s'accroîtra et l'Algérie verra cette fabrique grandir.

Il en serait de même pour la broderie, industrie qui se développerait vite en Algérie si elle y était mieux conduite, ou plutôt si un enseignement spécial avait donné aux brodeurs et aux brodeuses des notions indispensables qu'ils ignorent, et que dans certaines régions de l'Asie des traditions auxquelles on est fidèle n'ont pas laissées perdre.

Nous n'avons pas à rappeler sur quelle vaste étendue de territoire en Asie, soit en Turquie, soit en Perse, la fabrication des tapis et des broderies est exercée. Elle donne à de nombreuses populations un travail facile et une rémunération qui tend chaque année à s'élever. Une industrie aussi simple, on peut dire primitive, peut prendre en Algérie des développements rapides et y rendre des services que chacun pressent.

Rien ne s'oppose à l'extension de cette industrie, rien non plus ne contrariera les progrès qu'il faut y introduire ; la main-d'œuvre est à bon marché.

La vie en famille, la vie sous la tente ne forme pas d'obstacle, les marchés de vente sont rapprochés, le goût des tapis d'Orient devient, en Europe, de plus en plus vif.

Enfin, il me semble que, en Algérie, cette industrie attire davantage l'attention des indigènes. A l'Exposition universelle de Paris, en 1855, on comptait 15 exposants ; en 1867, on en comptait 35 ; en 1878, on en comptait 79 ; c'est une preuve qu'on est en présence d'une manufacture qui a poussé de profondes racines dans le pays, qui a une vitalité certaine et, je le répète, cette vitalité serait plus intense, l'importance serait plus grande si les ouvriers improvisés et un peu attardés recevaient de la mère-patrie une instruction qui leur a toujours manqué et qui devient plus nécessaire que jamais.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Sur la production et le travail de l'acier en Amérique. — Dans la réunion annuelle de l'Institut des Ingénieurs du Cleveland qui s'est tenue à Middlesbrough au mois de janvier dernier, le président M. E. Windsor Richards, dans son discours, passant en revue les travaux de la Société pendant la dernière session, rappela l'importance des communications qui furent faites et les discussions qui en résultèrent.

Il fit remarquer les progrès sérieux obtenus, l'année dernière, dans le travail de l'acier Bessemer provenant des minerais du Cleveland, le métal fondu étant pris directement aux hauts fourneaux du Cleveland et du South Bank. La production de l'acier du Cleveland par le procédé Thomas-Gilchrist, dépasse 2100 tonnes par semaine pour une fosse de deux convertisseurs ; il faut se rappeler que cette production en lingots provenant de fontes d'hématite était considérée, il y a encore quelques années, comme une importante production. Il existe maintenant des perfectionnements qui permettront d'atteindre bientôt une production de 3 000 tonnes par semaine.

L'infériorité assez naturelle de la qualité de cet acier diminue de plus en plus, et disparaîtra, sans doute, dans quelques années, bien entendu si les maîtres de forges apportent tous leurs soins à cette fabrication.

Ce procédé demande bien plus de précautions et plus d'habileté que l'ancien procédé Bessemer ; il faut, de toute nécessité, qu'un chimiste et qu'un opérateur se prêtent un mutuel concours et que chaque coulée soit analysée, afin que l'on en puisse déduire des résultats certains. Les chimistes d'Eston sont si habiles, qu'ils peuvent déterminer le phosphore et communiquer le résultat à l'opérateur dans l'espace d'une heure. Le moyen adopté au début est encore le meilleur, il consiste à prendre un lingot d'épreuve du métal en formation, à le marteler rapidement au pilon, à le tremper rapidement et à le casser pour juger d'après le grain et en vue de la qualité à obtenir (ce qui peut être aisé d'après des essais préalables), s'il faut souffler encore plus ou moins longtemps.

Les Américains n'ont pas encore commencé à faire de l'acier Bessemer avec des fontes phosphoreuses, mais ils fabriquent maintenant une énorme quantité d'acier de fonte d'hématite dans vingt-quatre convertisseurs. La production moyenne de toutes les aciéries américaines, au mois de novembre dernier, était environ de 5 400 tonnes par convertisseur. Pendant ce mois l'usine justement renommée de MM. Carnegie frères, dirigée par le capitaine W.-R. Jones, a fait 15,235 tonnes de lingots dans une paire de convertisseurs de 8 tonnes, avec soufflerie verticale ; le diamètre des

cylindres à vapeur est de 42 pouces (1^m,070), celui des cylindres à air est de 56 pouces (1^m,420), et la course de 4 pieds (1^m,220), la pression de l'air 20 à 24 livres (1^k,4 à 1^k,7 par centimètre carré).

Un poste travaille huit heures ; la chaleur était excessive lors de la visite de M. Richards, et il vit la vingt-sixième opération se terminer à quatre heures du soir ; le poste changeant à quatre heures avait commencé à huit heures du matin.

M. Richards fut également étonné de la production de lingots à l'usine de Bethléem, dirigée par M. John Fritz. En un mois, deux convertisseurs de 8 tonnes produisirent 15,729 tonnes de lingots, chacun étant actionné par une paire de cylindres soufflants horizontaux ; les cylindres à vapeur ont un diamètre de 36 pouces (0^m,910), les cylindres à air 48 pouces (1^m,220), la course étant de 4 pieds (1^m,220), donnaient 40 coups à la minute. Il y a entre ces deux usines une vive et franche rivalité. Quelquefois l'une d'elles distance l'autre ; alors les ouvriers de l'autre usine, piqués d'amour-propre, font de grands efforts pour obtenir une plus forte production le mois suivant. Les productions indiquées se maintiendront et seront même dépassées jusqu'à ce que le capitaine Jones ait en fonction ses trois nouveaux convertisseurs de 10 tonnes, et M. Fritz ne sera pas distancé tant que sa grande soufflerie sera en activité.

M. Richards a reçu aussi le total de la production de lingots de l'usine Edgar Thompson pendant la semaine finissant le 3 décembre 1881.

Il est probable d'après cela, que la plus forte proportion de métal est obtenue par la disposition américaine de deux convertisseurs de 8 tonnes, et à cette même époque, l'année prochaine, les trois convertisseurs de 10 tonnes seront en plein travail ; il sera intéressant de faire la comparaison de la nouvelle production avec l'ancienne. Le travail commençant dans la nuit du dimanche et finissant le samedi à quatre heures du matin, on a fait quatre cent quatre-vingt-seize opérations, donnant 3,813 tonnes de lingots ; la plus grande production en vingt-quatre heures a été de 700 tonnes.

Il y a plusieurs raisons pour lesquelles l'Angleterre se trouve dépassée : la principale est qu'avec un travail aussi précipité, on ne peut remplir les conditions précises exigées par les ingénieurs anglais, ou du continent, ayant ainsi besoin de plus de temps, on fait avec quatre convertisseurs et quatre équipes ce que les Américains font avec deux convertisseurs et trois équipes. On a reconnu que plus du tiers des hommes refusent de travailler au troisième poste, on est obligé d'en requérir plus de la moitié ; il est ainsi bien difficile d'établir l'économie de ce travail avec si peu de données. Il est à croire que si dans un atelier anglais, ayant quatre convertisseurs faisant 3,800 tonnes de lingots par semaine, on en arrêta deux et on travaillait avec les deux autres et trois équipes, pour la même production, le prix de la main-d'œuvre par tonne de lingot serait presque aussi grand avec deux convertisseurs qu'avec quatre et l'on négligerait les conditions de régularité de la qualité du produit.

Après avoir donné des renseignements détaillés sur la nouvelle fabrication d'acier telle qu'elle est pratiquée en divers endroits en Amérique, M. Richards dit que le

laminage des rails dans le même pays n'offre rien de saillant. Tous les trains à rails sont à trios, ils travaillent bien et donnent de bons produits. Ils sont actionnés par des machines verticales ou horizontales à action directe dont les cylindres ont 40 à 46 pouces (1^m,01 à 1^m,17) de diamètre, 4 à 5 pieds (1^m,20 à 1^m,50) de course, avec de lourds volants de 30 pieds (9^m,15) de diamètre. Les blooms ont 7 pouces (0^m,18) de côté, et passent dans sept cannelures pour une simple dimension de rails à patins de 30 pieds (9^m,15) de long et du poids de 56 à 60 livres (25 à 27 kilos). Les deux scies sont placées à la distance voulue et coupent à la fois les deux extrémités du rail. Si celui-ci a un mauvais bout, il est ensuite coupé à froid au moyen d'un disque d'acier trempé, sans dents et de 1/4 de pouce (6 mill.) d'épaisseur; il fait 2 200 tours par minute et coupe un rail à patin en une minute et quart.

Si l'on considère généralement le fonctionnement des hauts fourneaux en Amérique et qu'on le compare à celui du Cleveland, on reconnaît certainement que ce pays est encore en avance; mais quelques maîtres de forges, profitant de l'expérience anglaise et de la leur en même temps, ont fait de grands progrès dans ces deux dernières années, particulièrement les usines de Carnegie Brothers, près de Pittsburg, la Cambria Iron Company, et quelques autres. MM. Carnegie frères ont montré une grande prévoyance et une grande hardiesse dans cette direction. Leur fourneau C, mis en feu le 8 novembre 1880, avait fait le 1^{er} septembre 1881, 45,028 tonnes de fonte Bessemer, soit en moyenne 1,070 tonnes par semaine. Pendant six semaines consécutives il a fait 1,276 tonnes par semaine. Le fourneau a 80 pieds (24^m,40) de haut, 20 pieds (6^m,10) au ventre, 11 pieds (3^m,35) au foyer, il a huit tuyères de 6 pouces d'ouverture, 9 livres (4^k,08) de pression de vent, trois appareils Cowper de 60 pieds (18^m,30) de haut et de 20 pieds (6^m,10) de diamètre, qui soufflent à 1,100 degrés.

Avec un pareil service, l'existence du revêtement du fourneau doit être nécessairement de courte durée, probablement elle n'excède pas trois ans; mais c'est une durée qui rapporte de la fonte à 28 dollars (147 fr.) la tonne. Ce résultat satisfait tellement les propriétaires qu'ils ont construit deux fourneaux de plus, probablement en feu aujourd'hui; ce sont les fourneaux D et G dont on attend une production encore plus étonnante que celle du fourneau C.

M. Richards parla ensuite de la difficulté d'obtenir des lingots d'acier sains, principalement d'acier doux. Si les fabricants coupaient de temps en temps les lingots par le milieu, d'un bout à l'autre, ils seraient quelquefois surpris de ce qu'ils découvriraient. A la dernière réunion de l'Iron and Steel Institute, M. W.-D. Allen, de Sheffield, a appelé l'attention sur l'effet de l'agitation mécanique pour chasser le gaz que contient l'acier en fusion, et il fit voir l'effet de l'agitation dans une poche pleine d'acier en fusion; dès que l'ouvrier eut commencé à remuer l'acier, une grande quantité de gaz fut mise en liberté et brûla avec une flamme brillante; l'acier fut ensuite très tranquille dans les moules. L'avantage du dégagement du gaz s'apprécie encore mieux quand l'acier doit être étiré en fils fin.

Passant ensuite aux constructions navales, M. Richards dit que cette industrie a atteint de très grandes proportions dans le nord de l'Angleterre et dans la Clyde, et fit connaître le point où l'on en est dans la substitution de l'acier au fer pour la construction des navires, ainsi que les conditions imposées par cette substitution. L'emploi de l'acier conduit à une augmentation notable du prix d'une coque de navire, car dans le laminage de l'acier pour tôles, le prix de revient est élevé relativement à celui du fer; on sait que cette fabrication donne lieu à des déchets qui peuvent atteindre 50 pour 100.

Pour abaisser ce prix, on doit refondre les déchets dans des fours Siemens ou dans des convertisseurs Bessemer et effectuer le laminage sans martelage préalable; cette dernière opération nécessite de puissantes machines, mais on peut alors travailler deux ou trois fois plus vite que pour le laminage du fer et diminuer les déchets de moitié. Quelques fabricants d'acier affirment qu'il est impossible de laminier des lingots pour tôles à surface nette sans les marteler auparavant, parce que le marteau détache les crasses, tandis que la pression des cylindres ne suffit pas. Aux aciéries d'Otis, dans l'Ohio, on fait pour chaudières, beaucoup de tôles en acier Siemens doux, provenant de barres et de déchets, ces tôles sont laminées en une seule chaude sans martelage préalable. Pour obtenir des surfaces sans défauts, on frotte la tôle avec des balais de fils de fer trempés dans l'eau, et quand la tôle se lamine de nombreux jets de vapeurs sont produits sur toute la surface du métal; ce moyen est très efficace pour enlever les crasses.

M. Richards après avoir rapporté les choses qui, en Pensylvanie, peuvent intéresser les ingénieurs, termine en disant que l'Amérique est dans une situation très prospère; les chemins de fer qu'il a parcourus sont chargés de trafic; toutes les aciéries et les forges sont en pleine activité, ce qui fait prévoir une excellente année commerciale pour ce pays. Il suppose néanmoins, qu'en dépit de leurs efforts pour suppléer à un de leurs besoins, les Américains auront recours aux fontes du Cleveland et à celles d'hématite pour produire la qualité de l'acier Bessemer qu'ils ne peuvent obtenir par d'autres moyens.

(Colliery Guardian.)

Influence de l'altitude sur le pouvoir éclairant du gaz. — M. Brémond donne le résumé de ses recherches concernant l'influence de l'altitude sur le pouvoir éclairant du gaz dans la loi générale suivante : par suite de la raréfaction de l'air, le gaz perd au moins un litre de pouvoir éclairant par 50 mètres d'altitude. Il donne les détails d'une expérience faite sur le chemin de fer du Nord de l'Espagne, dans laquelle les observations avaient lieu à différentes altitudes entre Madrid (altitude : 395 mètres au-dessus du niveau de la mer), et la Cañada (1 375 mètres). Le tableau suivant, dans lequel Paris est pris comme terme de comparaison, donne une idée générale de l'effet produit par l'altitude sur le pouvoir éclairant du gaz :

LOCALITÉS.	ALTITUDE.	PRESSION barométrique.	POUVOIR éclairant.
	mètres.	mètres.	
Paris.	0	0,754	105
Vienne.	68	0,747	103
Moscou.	255	0,732	99
Madrid.	573	0,706	87
Mexico.	2 212	0,572	30

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 10 mars 1882.

Présidence de M. BECQUEREL, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. Leroy (C.-N.), à Levallois-Perret, rue Eugénie, 7, présente un système pour éviter les accidents sur les chemins de fer. (Arts mécaniques.)

M. Rousseau (A.), agriculteur, à Taverny, rue de Pontoise, 6 (Seine-et-Oise), présente une greffe sarcleuse. (Agriculture.)

M. Poillon (L.), ingénieur, recommande l'emploi de la pompe Greindl, pour l'arrosage et la submersion des vignes phylloxérées. (Agriculture.)

M. Chaix, imprimeur des chemins de fer, rue Bergère, 20, fait hommage à la Société d'encouragement d'un exemplaire d'un volume qu'il vient d'éditer, intitulé : *La question ouvrière à la fabrique néerlandaise d'alcool et de levure à Delft* (Hollande). (Comité du commerce.)

Les chemins de fer et le contrôle de l'État, brochure formée d'extraits du *Phare de la Loire*, par M. X... (Bibliothèque.)

M. Maumené (E.), à propos de la publication dans le *Bulletin* de la Société, du mois de janvier, d'un article de M. Michel-Perret sur le sucrage des vendanges, réclame la priorité d'invention d'une cuve à étage. (Commission du *Bulletin*.)

M. Mourceau (H.), membre de la commission permanente des valeurs de douane, rue de la Ferme-des-Mathurins, 16, à Paris. Mémoire sur la nécessité de créer en Algérie une école professionnelle pour la fabrication des tapis d'Orient. (Commerce et arts mécaniques.)

Le *Président* de la Société académique indo-chinoise invite la Société d'encouragement à lui aider à répandre la connaissance d'une Note sur la mission archéologique du Cambodge.

NÉCROLOGIE. — M. Davanne annonce à la Société, la perte douloureuse qu'elle vient de faire par la mort de M. Poitevin auquel, l'année dernière, elle avait décerné

le grand prix du marquis d'Argenteuil. M. *Poitevin* a contribué plus que personne à transformer la photographie en un art vraiment industriel, et ses documents ont ouvert la voie à la production d'épreuves en grand nombre et à bas prix.

RAPPORT DES COMITÉS. — *Fraisage des métaux*. Rapport fait par M. *Pihet*, au nom du Comité des arts mécaniques, sur les perfectionnements apportés au fraisage des métaux, par M. *Edouard Desgrandchamps*, sous-chef des ateliers des machines, à la Compagnie des chemins de fer P.-L.-M.

Le Comité des arts mécaniques propose de remercier M. *Desgrandchamps* de sa très intéressante communication et de publier dans le *Bulletin* le dessin et la description de la machine, en y joignant des notes et des formules relatives à l'emploi de la fraise.

Les conclusions de ce Rapport sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Câbles de mines équilibrés*. — M. *Haton de la Goupillière*, membre du Conseil, fait une communication sur les appareils d'équilibre du système Kœpe pour l'extraction des mines.

M. le *Président* remercie M. *Haton de la Goupillière* de cette intéressante communication qui sera insérée dans le *Bulletin* de la Société.

Action de la lumière sur les couleurs. — Suite de la communication faite par M. *Decaux*, le 27 janvier 1882 sur une méthode raisonnée de l'étude de la teinture.

M. le *Président* remercie M. *Decaux* de son intéressante communication qui sera insérée dans le *Bulletin* de la Société.

Séance du 24 mars 1882.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — M. *Goetz*, boulevard des Invalides, 17, annonce qu'il enverra un mandataire pour recevoir la somme de 500 francs que la Société lui a accordée à titre de récompense. (Commission des fonds.)

M. *Léautey* (E.), chef de bureau à la comptabilité du Comptoir d'escompte, cité Rougemont, 2, à Paris, demande l'examen d'un ouvrage qu'il a envoyé à la Société et qui est intitulé : *Questions actuelles de comptabilité et d'enseignement commercial*, et, à titre de complément, il envoie deux numéros du journal *l'Événement* et un numéro du *Petit Journal*, où sont insérés des articles de lui sur les mêmes matières. (Commerce.)

M. *Lahaut*, chimiste, rue Demours, 41, demande à la Société de l'aider à trouver une commandite importante. (Cette affaire est étrangère aux études de la Société.)

M. *Coullon* (E.-P.), ancien entrepreneur de bateaux à Paris, boulevard Diderot, 94, voudrait proposer l'adoption d'un nouveau système de propulseurs pour bateaux à vapeur. (Arts mécaniques.)

M. *Parker-Snow* (W), réclame la priorité d'invention pour le système de télégraphe super-océanique que M. *Menuisier* (Ernest), attaché au bureau de la presse, au ministère des affaires étrangères, a présenté à la Société d'encouragement et a développé devant l'assemblée de cette Société le 23 décembre 1881. (Il est donné acte à M. *Parker-Snow* de cette réclamation.)

M. *Lavalard* (E.), membre du Comité de l'agriculture, envoie à la Société d'encouragement un exemplaire de son Rapport sur les opérations du service de la cavalerie et des fourrages de la Compagnie des Omnibus de Paris pendant l'année 1880.

M. le *Président* remercie M. *Lavalard* de l'envoi de ce Rapport qui sera communiqué au Comité de l'agriculture.

M. *Malo* (Léon), ingénieur aux mines d'asphalte de Pyrimont (Ain), envoie à la Société un Mémoire sur les fondations en béton bitumineux et sur l'utilité de ce système pour éviter les trépidations causées par les machines à percussion et à grande vitesse. (Constructions et arts mécaniques.)

M. *Decroix* (E.), rue de Champagny, 3, vétérinaire en retraite, envoie deux brochures, sous le titre : *Etudes sur la ferrure à glace*. (Agriculture.)

M. *Perissé* (Sylvain), ingénieur, rue de Rome, 77, fait hommage à la Société d'une brochure sur le gauchissement des poutres des ponts en fer et sur le calcul des contre-ventements. (Arts mécaniques.)

M. *Le Play*, élève de M. *Dubrunfaut*, fait hommage à la Société d'encouragement d'un exemplaire du dernier ouvrage de cet illustre savant, dont l'édition a été terminée par ses élèves. Cet ouvrage a pour titre : *De la saccharification des féculs*.

M. le *Président* adresse des remerciements à l'auteur de cet envoi et ordonne le dépôt de ce Mémoire à la bibliothèque de la Société.

MM. les *Secrétaires* signalent, dans la partie imprimée de la correspondance, les ouvrages suivants qui seront déposés à la bibliothèque.

Projet de percement de l'isthme de Krau dans le Cambodge. — Brochure in-8, avec carte, par M. *Dru* (Léon).

Du rôle de la femme dans l'horticulture, par M. *Joly* (Ch.).

Machines et appareils ayant rapport à l'industrie textile à l'Exposition de 1878, par M. *Sée* (Paul). 1 vol. in-8, avec atlas in-4.

CANDIDATS POUR ÊTRE NOMMÉS MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — M. *Krebs*, capitaine d'infanterie, présenté par MM. *de Fréminville* et *Hervé-Mangon*.

M. *Rousset* (Edmond), présenté par M. *Simon*.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Photographie sur faïence*. — Rapport fait par M. *de Luynes*, au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, sur les épreuves photographiques sur faïence dure présentées par M. *Cacault*, photographe et fabricant de produits céramiques à Colombes (Seine). Le Comité, après avoir examiné les résultats obtenus par M. *Cacault*, propose, en félicitant l'auteur, de le remercier de son intéressante présentation et d'ordonner l'insertion de ce Rapport au *Bulletin* de la Société.

Les conclusions de ce Rapport sont approuvées par le Conseil.

Crayons en couleurs vitrifiables.—Rapport fait par M. *Dumas* (Ernest), au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, sur les crayons en couleurs vitrifiables de M. *Lacroix*, chimiste à Paris.

Le Comité propose de remercier M. *Lacroix* de cette communication et de voter l'insertion du présent Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Verre décoré à froid.—Rapport fait par M. *Dumas* (Ernest), au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, sur la décoration du verre à froid par les procédés de M. *Lutz-Knechtle*.

Le Comité des beaux-arts et constructions propose de remercier M. *Lutz-Knechtle* de sa communication et de voter l'insertion au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS.—*Nouvelle pompe pour comprimer les gaz.*—M. *Cailletet*, correspondant de la Société pour le Comité des arts chimiques, à Châtillon-sur-Seine, fait connaître à la Société les dispositions d'une pompe qu'il a fait construire dans le but de comprimer de grands volumes de gaz à hautes pressions, et de liquéfier les gaz qui, comme le protoxyde d'azote ou l'acide carbonique, sont employés dans l'industrie et dans les laboratoires pour obtenir les froids les plus énergiques.

Cette très intéressante communication de M. *Cailletet* sera insérée au *Bulletin* de la Société.

Trempe de l'acier par compression.—M. *Clémandot*, ingénieur, membre de la Société d'encouragement, expose le résultat de ses recherches sur la trempe de l'acier par compression.

M. le *Président* remercie M. *Clémandot* de cette intéressante communication, qui est renvoyée à l'examen du Comité de physique et des arts économiques.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ.—Sont nommés membres de la Société : MM. *Houdard*, négociant en vins, à Belleville; *Delpérier*, médecin-vétérinaire, à Paris.

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.

Agencement - 55 diamètres

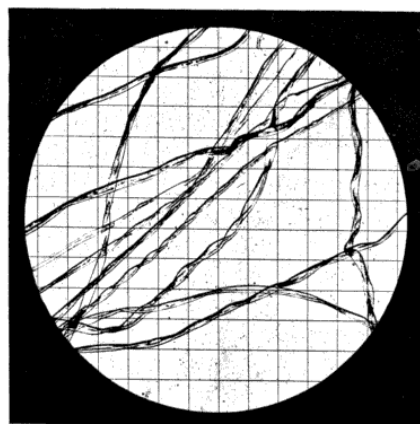


Fig. 1 — Cellulose normale (fibres de coton)

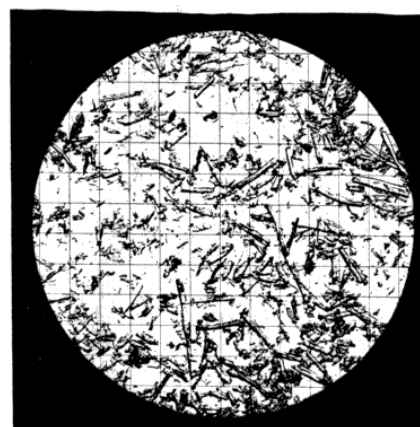


Fig. 2 — Hydrocellulose grossièrement divisée.

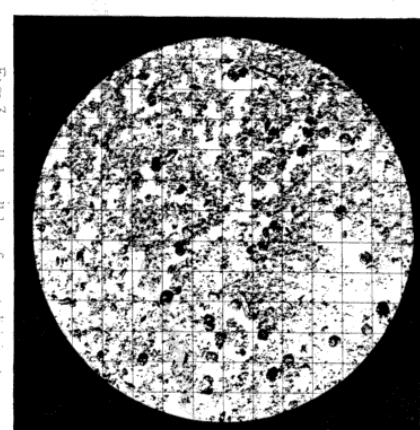


Fig. 3 — Hydrocellulose finement divisée et partiellement agglomérée.

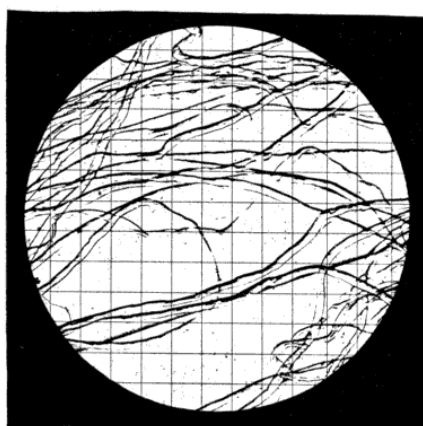


Fig. 4 — Cellulose normale traitée par les alcalis.

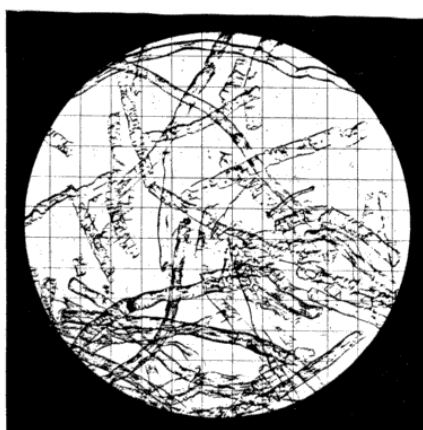


Fig. 5 — Hydrocellulose traitée par les alcalis.

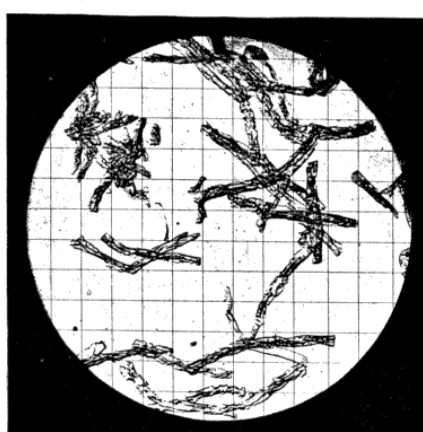


Fig. 6 — Hydrocellulose traitée par les acides.

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

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT fait par M. PIHET au nom du comité des arts mécaniques sur les PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS AU FRAISAGE DES MÉTAUX, par M. ED. DESGRANDCHAMPS, sous-chef des ateliers des machines, à la Compagnie des chemins de fer P.-L.-M.

Messieurs, la construction des machines prend tous les jours de nouveaux développements.

Depuis longtemps l'emploi des machines-outils apporte à cette industrie une assistance considérable et la série des procédés nouveaux et inattendus paraît inépuisable.

Nous en trouvons un nouvel exemple dans l'application remarquable que M. Ed. Desgrandchamps, sous-chef de l'atelier des machines au chemin de fer de P.-L.-M., à Paris, fait, depuis quelques années, de l'emploi de la fraise, à des opérations réservées jusqu'à présent aux tours, aux machines à raboter et à mortaiser, au burin et à la lime.

L'outil que les mécaniciens désignent sous le nom de fraise, est généralement un petit cylindre d'acier, taillé suivant ses génératrices, de façon à présenter en bout l'apparence d'une denture de scie, puis, comme tous les outils, durci par la trempe.

Suivant les divers besoins, la forme cylindrique est remplacée par les formes les plus diverses, s'adaptant à une très grande variété de profils.

Imaginez cet outil placé sur l'arbre d'un tour ou d'une machine à percer et en contact avec une pièce de métal, et vous le voyez en enlever des copeaux.

Les machines destinées à employer spécialement cet outil, sont désignées sous le nom de machines à fraiser ou tout simplement de fraiseuses.

Dans ce cas, la pièce à façonner est assujettie sur des chariots à glissières, combinées de façon à la déplacer dans des directions perpendiculaires entre elles, ou bien circulairement, souvent dans des directions obliques par rapport à l'axe de la fraise, et quelques-unes de ces machines comportent, combiné avec ces chariots, un mécanisme permettant de reproduire des formes arrêtées d'avance par un calibre et rappellent le principe des machines dites à copier.

L'emploi de la fraise est très ancien ; il était d'abord limité au travail à la main : les ouvriers la plaçaient comme un foret dans un vilebrequin ; elle avait alors à peu près la forme du fruit qui lui a valu son nom.

Puis, on l'a appliquée sur les tours ; l'horlogerie en faisait usage avant l'emploi du burin tournant pour la taille de ses roues d'engrenage ; en l'augmentant de dimension on l'a employée à divers autres usages, et votre rapporteur possède quelques-uns de ces outils, attribués à Vaucanson.

Pendant longtemps, la fraise paraît avoir été tout spécialement consacrée à la taille des roues d'engrenage, non plus chez les fabricants d'horlogerie, mais dans les plus grands ateliers.

La fabrication des machines à coudre et son merveilleux développement, puis celle des armes nouvelles en Amérique, déterminèrent dans ce pays des combinaisons très nombreuses de machines à fraiser et leur emploi s'y généralisa.

En France, cet emploi ne prit vraiment son essor que vers 1866. Il fallait créer un nouvel armement dont la précision réclamait de nouveaux procédés de fabrication ; il fallait aussi faire vite et M. Kreutzberger, l'éminent ingénieur des manufactures d'armes de l'Etat, nous rapportait d'Amérique où il avait travaillé plusieurs années, de précieux procédés ; c'est aujourd'hui par milliers et sous les formes les plus diverses, que l'on compte à Tulle, à Châtellerault, à Saint-Étienne, à Puteaux et dans nos autres établissements militaires, les machines à fraiser imitées, combinées ou inventées par ce véritable maître qui, dans ces derniers temps, nous a encore donné sa machine à affûter les fraises, à laquelle on doit certainement de nouvelles et plus nombreuses applications de ces machines à fraiser qui ont pris, en même temps, des proportions de plus en plus grandes. C'est alors que M. Desgrandchamps les a prises et a su en tirer un parti auquel on ne songeait guère, en les appliquant à l'exécution difficile de certaines pièces, en leur faisant produire non

seulement un travail de précision relative, mais encore un travail d'enlèvement de matière considérable rivalisant presque avec celui des autres machines-outils (1).

Pour réaliser son idée, M. Desgrandchamps a modifié une forte machine à fraiser verticale de M. Bouhey, grand constructeur de machines-outils, et, par les dispositions très simples que nous allons décrire, il l'a mise en état de résoudre son problème d'une façon très heureuse et très pratique.

Sur le chariot fixe, il a ajouté un support réglable portant le gabarit du profil qui doit être reproduit.

La vis, qui conduisait le chariot longitudinal, a été enlevée et remplacée par un système de crémaillère et de pignon, sur lequel agissent des leviers chargés à leur extrémité d'un poids variable, dont l'action permanente, agissant sur le gabarit par l'intermédiaire d'un galet, force le chariot, portant la pièce à façonner, à s'appuyer sur le gabarit, en même temps que la vis du chariot transversal la déplace par un mouvement continu, de telle sorte que la fraise engendre une surface conforme au profil du gabarit.

Voilà qui est bien simple ; mais pour tirer bon parti de cette idée et de cette combinaison, qui ne sont pas nouvelles, et pour la faire passer des opérations délicates auxquelles on la réservait autrefois, aux opérations nouvelles, pour cesser, pour ainsi dire, d'avoir peur de se servir de la machine à fraiser, il a fallu à M. Desgrandchamps un grand effort d'observation joint à l'expérience et à l'habileté d'un praticien hors ligne.

La recherche méthodique des vitesses, des pressions, de la forme des dents, des dispositions à donner aux divers organes de la machine, pour en rendre le maniement facile, laissent une large part de mérite à l'auteur, et le résultat obtenu a été si bien constaté qu'aujourd'hui la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée a fait exécuter, pour son usage, de nombreuses machines à fraiser de ce type ; les autres compagnies l'imitent, les ateliers importants suivent le mouvement et les constructeurs étrangers s'en emparent.

M. Desgrandchamps n'est pas un étranger pour vous, la Société d'encouragement a favorisé ses débuts dans la carrière industrielle en facilitant, autrefois, son admission à l'Ecole des arts et métiers d'Angers. Aujourd'hui qu'il a pris son rang parmi les hommes remarquables que ces bonnes écoles professionnelles versent chaque année dans nos ateliers, dans nos usines et nos

(1) Vous pouvez en juger par les copeaux mis sous vos yeux. Leur longueur atteint 10 et 11 centimètres, et leur poids 5 et 6 décigrammes.

chantiers, il obéit à un sentiment de reconnaissance en venant soumettre son œuvre à votre approbation.

Aussi votre comité croit-il devoir vous proposer de le remercier de sa très intéressante communication, de publier dans votre *Bulletin* le dessin et la description de sa machine, en y joignant des notes et des formules relatives à l'emploi de la fraise.

Ces notes et formules ont déjà pris place dans le *Bulletin* mensuel de la Société des anciens élèves des écoles d'Arts et Métiers.

Mais elles nous ont paru si utiles qu'elles méritent bien un rappel de publicité.

Signé : PIHET, rapporteur.

Approuvé en séance, le 10 mars 1882.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 142, RELATIVE A LA MACHINE A FRAISER
DE M. DESGRANDCHAMPS.

La figure 1 donne l'élévation, vue de face, d'une machine à fraiser verticale.
La figure 2, la vue en plan de cette machine.

AA, support réglable portant le gabarit.

B, gabarit.

C, vis réglant la position du gabarit.

D, crémaillère fixée au chariot longitudinal.

E, pignon agissant sur la crémaillère.

F, arbre horizontal portant le pignon.

G, galet intermédiaire entre le chariot et le gabarit.

H, fraise fixée sur l'arbre vertical de la machine.

LL', leviers.

PP', poids sur l'extrémité des leviers.

R, rochet.

I, pièce soumise à l'action de la fraise.

JJ, supports pour fixer la pièce I.

La figure 3 donne la coupe par *ab*.

Il y a avantage à employer des fraises de diamètres réduits ; la pratique a démontré que l'on peut adopter, dans le travail des pièces de fortes dimensions, des fraises cylindriques de 30 millimètres de diamètre, et leur donner une vitesse de 195 tours par minute, donnant 305 millimètres par seconde, vitesse mesurée à la circonférence.

Dans ces conditions, l'avancement linéaire de la fraise peut aller jusqu'à 3 centimètres par minute, ce qui donne $0^m,00015$ par tour de fraise.

CABLES DE MINES ÉQUILIBRÉS.

SUR LES APPAREILS D'ÉQUILIBRE DU SYSTÈME KOEPE, POUR L'EXTRACTION DES MINES,
PAR M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, MEMBRE DU CONSEIL.

De nouveaux appareils viennent d'être introduits dans les mines de Westphalie, pour régulariser l'extraction des combustibles (1), et il nous a semblé qu'il y aurait quelque intérêt à y appeler l'attention de la Société d'encouragement. Il ne sera sans doute pas inutile, à cet égard, de commencer par rappeler comment se pose le problème de cette régularisation et d'esquisser très succinctement les diverses solutions déjà employées.

Dans toute machine d'extraction, un treuil horizontal porte deux câbles enroulés en sens inverses et supportant chacun une cage, dans laquelle s'introduisent les wagonnets chargés de charbon. Quand ce tambour tourne dans un sens quelconque, l'un des câbles s'enroule et monte au jour les wagonnets pleins, tandis que l'autre se déroule en redescendant au fond la cage qui renferme les wagonnets vides. Dans ce mouvement, les deux cages et leurs wagonnets s'équilibrent mutuellement et le moteur n'a à dépenser sa puissance que pour l'élévation du charbon. Cependant il est facile de voir qu'au commencement de la course, le câble chargé ajoute son poids entier à celui du minerai et diminue ensuite progressivement, pendant que l'autre, d'abord nul, augmente de poids en se déroulant du côté opposé. Au moment de la rencontre des cages, les deux câbles s'équilibrent exactement; puis, au delà, le câble chargé continue à diminuer et arrive à disparaître entièrement, tandis que l'autre, devenu plus lourd que lui, achevant de s'accroître jusqu'à la hauteur même du puits, finit par déplacer, en sens contraire, toute la force qu'introduisait au début le premier câble. C'était alors une résistance; maintenant elle est devenue une aide pour l'élévation du minerai

(1) Sans diminuer en rien le mérite de l'initiative de M. Kœpe et des perfectionnements introduits par lui, il sera permis de rappeler qu'un système analogue à son câble équilibré a été pratiqué déjà à Saint-Étienne pour la descente des remblais au frein. (Chansselle et de Loriol, *Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, 2^e série, tome VII, p. 752.)

pendant la seconde moitié de la rotation. De là une variation totale de l'effort à vaincre, égale au double du poids d'un câble. Or, ce poids est très considérable. Il s'ensuivrait une perturbation complète de l'allure d'une machine de puissance constante, dans laquelle aucune précaution n'aurait été prise pour remédier aux effets d'une pareille variation de la résistance. Examinons les procédés qui ont été employés pour tourner cette difficulté.

On peut s'y prendre de deux manières très distinctes. Un premier moyen consiste, en acceptant intégralement l'irrégularité qui vient d'être décrite dans l'appareil d'extraction, à la compenser dans le moteur à vapeur par une variation de puissance qui lui soit égale à chaque instant. On peut aussi, inversement, en conservant la constance du moteur, intervenir dans l'appareil d'extraction lui-même pour y combattre par des remèdes convenables les effets de la variation du câble.

Le premier de ces deux principes se trouve représenté dans le *système Guinotte*. On y calcule pour chaque tour de la machine le poids actuel de la portion de câble qui se trouve alors verticale, et la dose de puissance qui sera capable de lui faire équilibre dans le moteur, c'est-à-dire le degré de détente auquel il faut pour cela y faire fonctionner la vapeur. On dispose ensuite une came d'un profil tellement déterminé qu'à chaque tour elle règle exactement à ce degré le mécanisme de distribution, comme le ferait la main du mécanicien lui-même.

Quant au second principe; d'après lequel on intervient dans l'appareil même d'extraction, on en a varié de bien des manières l'application. Remarquons avant tout que dans les mouvements de rotation, les forces agissent à la fois en raison de leur intensité et de leur bras de levier. On peut d'après cela chercher à agir soit sur l'un, soit sur l'autre de ces deux facteurs, ce qui fournit encore deux classes de solutions.

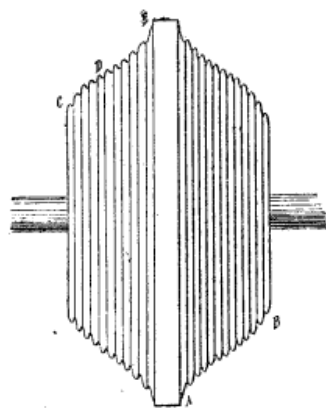


Fig. 1.

gorge hélicoïdale pour y engager les spires du câble rond (fig. 1).

En ce qui concerne d'abord le bras de levier, il est clair qu'il suffit de le faire varier à chaque instant en raison inverse du poids à enlever, afin que leur produit, c'est-à-dire le moment de la force, reste constant. De là l'introduction des *tambours spiraloides*. Le treuil n'est plus cylindrique; il offre l'aspect d'un corps de révolution d'un profil légèrement sinueux et sur lequel on a pratiqué une

Dans la pratique ordinaire, on se contente d'une approximation, en substituant au profil ondulé, qui est capable de résoudre rigoureusement

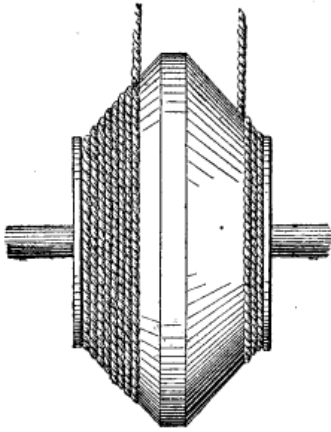


Fig. 2.

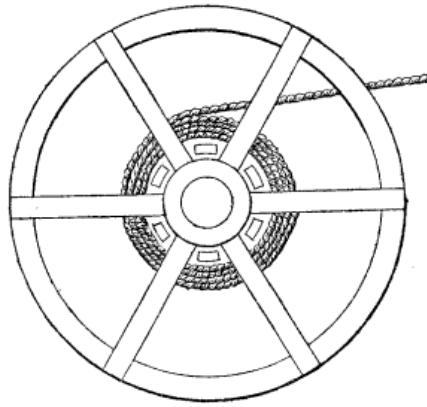


Fig. 3.

la question, une ligne droite dont il s'écarte d'ailleurs fort peu. Le solide de révolution devient par là un tronc de cône; c'est le système des *tambours coniques* (fig. 2).

Mais la solution qui est de beaucoup la plus répandue en réalité, consiste à substituer au câble rond un câble plat qu'on enroule sur lui-même. C'est

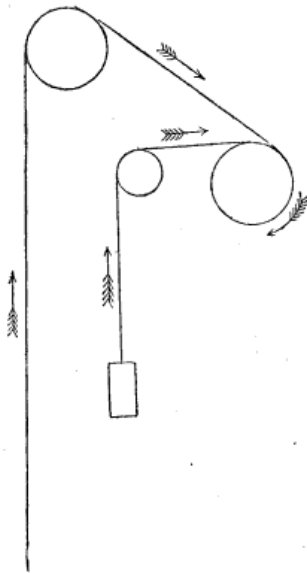


Fig. 4.

ce que l'on nomme les *bobines* (fig. 3). Leur degré d'efficacité est exactement le même que celui de l'appareil précédent. En effet, le rayon d'enroulement s'accroît à chaque tour d'une quantité égale à l'épaisseur du câble. Il varie donc proportionnellement au nombre de tours, c'est-à-dire comme sur le tambour conique, où le câble rond, en disposant ses spires les unes à côté des autres, fait croître le rayon d'enroulement en raison du nombre de révolutions déjà effectuées. Un perfectionnement tout récent vient d'être apporté à cet appareil, dans le bassin de la Wurm. La substitution des câbles en fer aux câbles textiles et, dernièrement, celle de l'acier au fer, en augmentant le rapport de la ténacité au volume, a pour effet de réduire beaucoup l'épaisseur, c'est-à-dire la puis-

sance régulatrice du système. Pour restituer cette épaisseur, on insère entre les spires successives du câble porteur qui se superposent (fig 4), celle d'un

câble de doublure, qui se déroule d'un tambour sur lequel il se trouve en provision, ou s'y réenroule alternativement sous l'action d'un contrepoids.

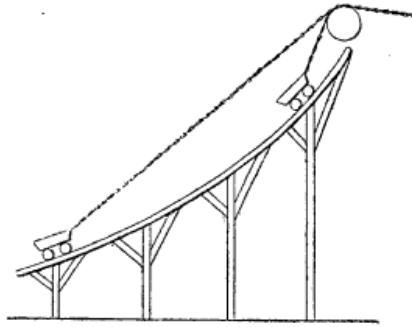


Fig. 5.

Après ces trois systèmes fondés sur la variation du bras de levier, viennent ceux qui agissent sur la force elle-même, en compensant, par des contrepoids convenablement disposés, la variation incessante du poids de l'enlevage. Citons d'abord le système anglais des *chariots de contrepoids* (fig. 5). Une chaîne passée sur le treuil se déroule en même temps que le câble, et supporte à son extrémité un wagonnet de contrepoids qui descend le long d'une courbe tracée dans un plan vertical. On comprend que si cette dernière a une pente très raide, le chariot pèsera de tout son poids sur la chaîne, et qu'au contraire, une fois parvenu sur une partie presque horizontale, il n'exerce plus de traction sensible. Il suffit donc que la courbe soit convenablement tracée pour que la variation de l'enlevage soit à chaque instant exactement compensée par la tension de la chaîne.

On a employé en dehors de ce contrepoids solide, des chaînes de contrepoids, et d'abord le système de la *chaîne pendante* (fig. 6). Une cordelette, dont nous négligerons pour plus de simplicité le poids propre, se déroule de dessus le treuil. Elle passe sur une poulie de renvoi et supporte une chaîne d'une hauteur égale à la moitié de celle du puits et deux fois plus lourde par mètre courant que le câble lui-même. Elle pèse par conséquent dans son ensemble autant que l'un des deux câbles. Quand celui-ci pend de toute sa longueur, la cordelette est enroulée autant que possible ; la chaîne se tient toute droite et équilibre le câble. On voit en outre que si l'on enroule 1 mètre de câble, ce qui diminue d'autant le poids de l'enlevage, il se déroule 1 mètre de l'autre câble qui s'ajoute à la puissance. C'est comme si, ne parlant pas du second câble, on envisageait une perte de poids correspondant à 2 mètres pour le câble chargé. Mais en même temps, 1 mètre de cordelette se déroulant de l'autre côté, la chaîne baisse de 1 mètre et dépose 1 mètre de sa longueur sur un plancher disposé au milieu

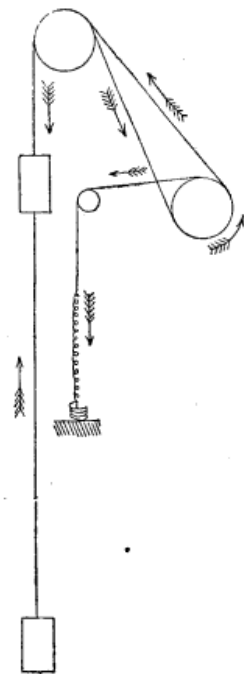


Fig. 6.

de la profondeur du puits. Comme ce mètre de chaîne, qui cesse d'agir par

son poids sur le treuil, pèse d'ailleurs à lui seul autant que 2 mètres de câble, on voit qu'il y a exactement compensation et que l'équilibre, qui avait lieu au premier instant, subsistera pendant toute la durée du mouvement.

On a associé à ce système celui de la *chaîne amarrée* (fig. 7). Celle-ci est quatre fois plus courte que le câble, mais quatre fois plus lourde par mètre, ce qui lui attribue encore un poids total égal à celui du câble. Quand ce dernier est entièrement déroulé, la chaîne, complètement verticale, lui fait équilibre.

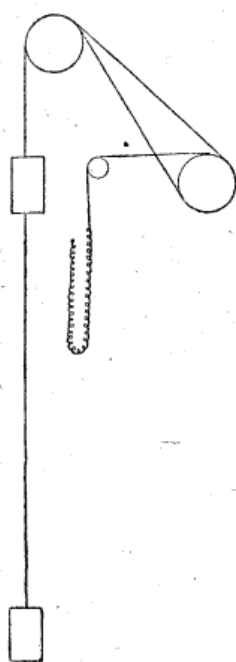


Fig. 7.

Mais son extrémité inférieure, au lieu de rester libre comme tout à l'heure, se trouve maintenant amarrée au quart de la profondeur du puits. La chaîne, pendant le mouvement, formera donc une boucle dont les deux parties se trouveront suspendues, l'une sur ce point fixe et l'autre sur la cordelette. Si on enroule 1 mètre de câble, ce qui produit, comme nous l'avons vu, une diminution de poids de 2 mètres dans l'enlevage, la chaîne baisse elle-même de 1 mètre, qui se répartit par moitié entre les deux brins. Seulement, celui qui est amarré ayant son poids détruit par le point fixe, ce sera l'autre seulement dont l'influence se fera sentir dans la machine. Mais ce demi-mètre de chaîne pèse à lui tout seul autant que les 2 mètres de câble, et par suite l'équilibre subsiste encore.

Ajoutons que, dans ce système comme dans le précédent, on reste maître de modifier arbitrairement la longueur des chaînes de manière à les rendre moins embarrassantes. Il suffit, en effet, si on veut les raccourcir dans un rapport quelconque, d'augmenter en même temps leur poids par mètre dans le rapport inverse, et d'enrouler la cordelette, non plus sur le même treuil que les câbles, mais sur un cylindre plus petit présentant avec lui un rapport de rayons égal à celui dans lequel on a voulu réduire la longueur de chaîne.

A tous les principes précédents, on en peut joindre un autre plus radical qui résout pour ainsi dire cette discussion par la question préalable. Au lieu, en effet, de remédier à l'inconvénient accepté de la variation du câble, il supprime purement et simplement cette variation. C'est ce qu'on appelle le principe du câble d'équilibre ; mais il peut être appliqué de deux manières différentes, et les deux systèmes qui en découlent sont précisément l'objet le plus essentiel de la présente Note.

Le premier de ces systèmes est celui du *câble sans fin* (fig. 8). Au lieu d'un treuil d'enroulement, on n'a plus qu'une simple poulie de commande actionnée par la machine à vapeur et sur laquelle passe, en embrassant environ les deux tiers de sa circonférence, un câble porteur. Celui-ci passe également sur les molettes placées à l'aplomb du puits et ses deux brins y descendent pour supporter les cages. Sous le plancher de ces dernières est attaché un contre-câble dont la longueur est égale à la hauteur du puits, de manière à pouvoir encore unir les cages quand elles se trouvent aux deux extrémités de leur course.

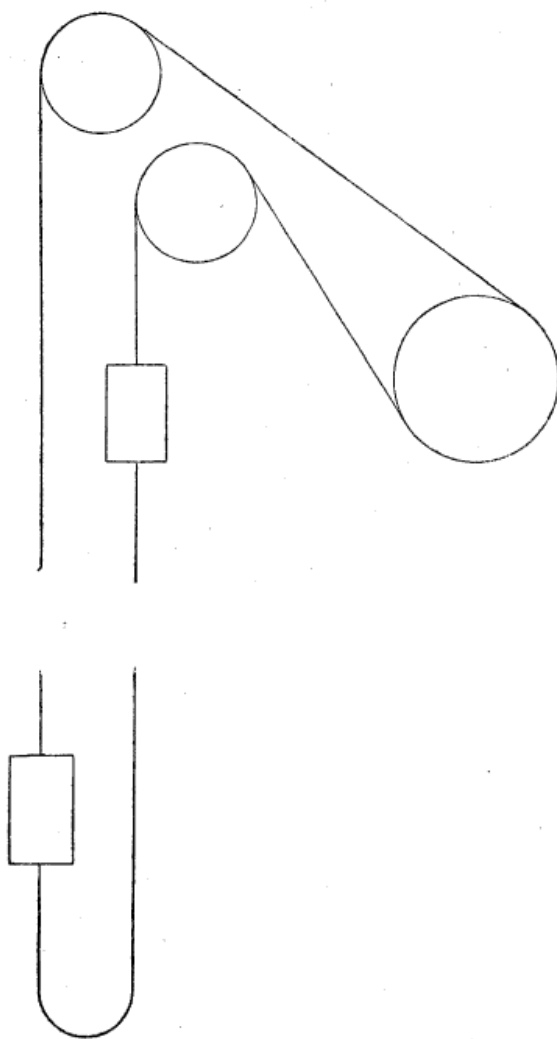


Fig. 8.

limite de vitesse ne soit pas dépassée pour l'ascension des cages au moment de la plus grande rapidité de l'allure. La vitesse moyenne étant naturellement inférieure au maximum, restera à une certaine distance de cette limite. Ici,

L'ensemble du câble et du contre-câble constitue, comme on voit, une ligne sans fin. Ses divers éléments matériels se déplacent sur toute sa longueur, mais elle présente dans son ensemble une figure constante et qui, par conséquent, ne donnera lieu à aucun défaut d'équilibre aux divers instants du mouvement.

La dépense totale de câble n'est pas plus grande que dans le système ordinaire. C'est environ le double de la hauteur du puits. De plus, une moitié seulement supporte toute la fatigue, à savoir le câble porteur. Le contre-câble ne fait que se porter lui-même. Il aura donc des chances meilleures de durée, et par suite, on trouvera dans cette circonstance la source d'une certaine économie.

On gagnera également sous le rapport de l'activité de l'extraction. En effet, la prudence exige, en tout état de cause, qu'une certaine li-

au contraire, la vitesse est rigoureusement constante, puisqu'il n'y a plus rien de variable dans le système. C'est donc cette vitesse elle-même, et non plus un maximum supérieur à sa valeur moyenne, que l'on pourra sans inconvénient porter jusqu'à la limite de prudence. On pourra, d'après cela, effectuer un plus grand nombre de voyages dans un même temps.

On évite complètement avec ce système un danger très grave qui est connu sous le nom d'envoi aux molettes. En effet, avec le système ordinaire, l'ascension ne cesse que quand l'intervention du mécanicien y met un terme. Une inattention de sa part peut donc déterminer un choc violent des cages contre les molettes et amener la perte des hommes que l'on était en train de monter. Ici, au contraire, cette rencontre devient absolument impossible. En effet, dès que la cage supérieure arrive au jour, la seconde parvient au fond et repose sur les clichages. Son poids se trouvant dès lors annulé, la tension du câble diminue assez pour supprimer son adhérence avec la poulie motrice. Le moteur ne saurait donc continuer à entraîner la cage pleine au-dessus de ce point.

Cette influence est même tellement nette qu'on se trouverait, sans une précaution spéciale, dans l'impossibilité d'effectuer les manœuvres des recettes, qui exigent que la cage supérieure soit enlevée d'une petite quantité au-dessus de son clichage. On obvie à cette difficulté par l'introduction d'un fort ressort dans l'attache du câble aux cages. Lorsque celle du fond repose sur ses clichages en perdant son poids, le ressort garde encore sa tendance à se contracter et à tirer à lui le câble en y maintenant une tension, et par suite une adhérence sur la poulie motrice, suffisantes pour que les manœuvres puissent s'effectuer.

En compensation de ces avantages, le système des câbles sans fin présente plusieurs inconvénients. C'est d'abord l'impossibilité de l'emploi des câbles diminués, qui sont une des ressources de l'avenir pour les grandes profondeurs. Ici le câble ne saurait avoir une section décroissante, puisque ses deux extrémités porteuses fonctionnent dans des conditions identiques.

C'est aussi la suppression du coupage à la patte, opération que l'on tend de plus en plus à introduire dans une saine pratique, et qui consiste à retrancher périodiquement un tronçon de la partie inférieure, que l'on remplace au détriment de la fourrure, c'est-à-dire d'une provision de câble enroulée en réserve sur le noyau de la bobine. On arrive ainsi à supprimer la partie qui se trouve la plus fatiguée par son mode d'accrochage à la cage, les secousses de l'enlevage et l'influence des eaux acides.

C'est encore l'impossibilité de l'épuisement par les bennes. En effet, les cages à eau ne sauraient descendre dans le puisard, puisque la course totale est déterminée et s'arrête au clichage de la recette inférieure.

Il devient également très difficile d'effectuer l'extraction à plusieurs étages exploités simultanément.

Mais, par-dessus tout, il faut signaler, comme le défaut le plus grave, l'importance plus que doublée des accidents. En effet, si le câble porteur vient à se rompre, les deux cages se trouvent à la fois précipitées au fond, tandis que dans le système ordinaire, la seconde, au moins, reste suspendue sur son câble. De plus, la chute simultanée de tout le câble porteur et du contre-câble rend plus fatales encore les conséquences du sinistre et le sauvetage plus difficile.

On a remédié aux principaux de ces inconvénients en substituant au système précédent celui du *tambour à contre-câble d'équilibre*. Le câble n'est plus sans fin. Il a maintenant deux bouts qui sont fixés à un tambour ordinaire où ils s'enroulent en même sens, l'un des tours étant lâche au point de former une vaste boucle qui descend jusqu'au fond du puits. Si on fait tourner la machine, la partie située sur le treuil, à droite de cette boucle par exemple, perd quelques spires qui deviennent verticales et s'ajoutent au brin descendant de la boucle. Mais la partie située à gauche gagne autant de circonférences au détriment du brin montant de cette boucle. Celle-ci reste par conséquent constante de figure, mais ses divers éléments matériels se déplacent suivant sa longueur. Si donc les deux cages sont fixées en deux points de cette boucle, l'une d'elles montera, tandis que l'autre descendra, sans que le câble cesse d'être par lui-même en équilibre. Il traverse les cages de part en part et celles-ci y adhèrent à volonté par le serrage à vis de fortes tenailles.

On comprend d'après cela que la rupture du câble en un point n'entraînera que la chute de la cage correspondante, car l'autre restera suspendue sur le brin intact qui se trouve attaché au tambour supérieur.

De plus, on peut facilement extraire successivement à divers étages dans le cours d'une même journée. Il suffit pour cela d'arrêter l'une des cages au jour et de desserrer ses tenailles pour la rendre indépendante du câble. En faisant alors tourner le treuil d'une quantité suffisante, on amènera la seconde cage du fond jusqu'au nouvel accrochage que l'on veut maintenant desservir, pendant que le câble filera à travers la première cage restée immobile. Si, à ce moment, on la rattache au câble en serrant ses tenailles, l'ex-

traction se fera dorénavant entre la nouvelle recette inférieure et le jour.

On trouve également dans cette manœuvre le moyen d'effectuer l'épuisement par les bennes. En effet, la seule question consiste pour cela à étendre la descente jusqu'au fond du puisard et non pas seulement jusqu'aux cli-chages de la voie de fond. Or, ce n'est pour ainsi dire qu'un changement d'étage à faible distance.

Enfin ce même artifice remédie à l'inconvénient de l'impossibilité du coupage à la patte. On n'aura plus besoin, en effet, de pratiquer cette opération qui devient sans objet, si on a soin d'amarrer les cages successivement à divers points du câble, au moyen de fourrures d'approvisionnement sur les extrémités du treuil. On répartira ainsi sur divers points les fatigues exceptionnelles qui sont, dans le mode ordinaire, concentrées sur la partie inférieure.

Déjà le système du câble sans fin a été installé en Westphalie, aux puits Hannover et Westhausen, et le tambour à contre-câble d'équilibre au puits Hibernia, qui se trouve également dans le bassin de la Ruhr. M. Biétreix, de Saint-Étienne, a acquis de l'inventeur M. Kœpe, le droit d'appliquer son brevet en France. Il semble donc qu'il soit utile d'appeler l'attention sur ces ingénieux appareils à l'égard desquels, du reste, le temps n'a pu dire encore son dernier mot.

ÉLECTRICITÉ.

CONFÉRENCE SUR LES UNITÉS ÉLECTRIQUES, FAITE A LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE, LE SAMEDI 4 MARS 1882, PAR M. MAURICE LÉVY.

Messieurs, depuis l'Exposition d'électricité, on a tant parlé d'unités électriques que mon premier souci devrait être de m'excuser de venir vous en entretenir. Mais l'illustre président de la Société d'encouragement a pensé qu'en raison de son importance et de son actualité, le sujet méritait de faire l'objet d'un entretien comme celui-ci. Devant une opinion tombée de si haut, je ne pouvais que m'incliner, et recueillir précieusement l'honneur d'être chargé de cette tâche.

Si nous avons aujourd'hui, Messieurs, des unités électriques arrêtées en Congrès international et arrêtées à Paris, c'est à M. J.-B. Dumas qu'on le doit; c'est à l'autorité de sa parole, à l'éclat de son nom, à l'auréole qui entoure sa personne.

Devant ses avis et ses conseils, les divergences d'opinion qui au début de nos séances, apparaissaient si menaçantes pour le succès final, se sont peu à peu évanouies;

les préférences personnelles ont cédé et les amours-propres de nationalité se sont un instant contenus.

Nous devons en remercier les savants étrangers qui ont illustré le Congrès par leur présence; mais nous devons en rendre grâce aussi à celui qui a conduit les débats de façon qu'en moins de trois jours, des résolutions définitives étaient prises, portées devant le Congrès et votées par lui d'acclamation, en séance plénière.

C'est d'ailleurs ce qui a été fait par une voix plus autorisée que la mienne, par M. Warren de la Rue, vice-président du Congrès.

I. — PRÉLIMINAIRES.

§ 1. — *Objet de la théorie des unités.*

Messieurs, trois éléments interviennent dans tous les phénomènes physiques : l'espace, le temps et la matière.

Donc, trois unités joueront un rôle universel dans les mesures physiques : les unités de longueur, de temps et de masse. On les a appelées fondamentales, tandis que toutes les autres unités sont appelées dérivées.

Ce n'est pas que les dernières ne puissent être choisies arbitrairement aussi bien que les premières. Mais en les prenant au hasard, outre qu'on fatiguerait la mémoire, on chargerait toutes les formules de coefficients arbitraires compliquant inutilement les calculs.

Le problème à résoudre est donc celui-ci :

Choisir les unités dérivées de façon à débarrasser les formules de tous coefficients *parasites*, c'est-à-dire de tous coefficients qui résulteraient uniquement de rapports compliqués entre les unités adoptées; réduire, s'il se peut, tous ces coefficients à l'unité et ne conserver que ceux qui sont strictement nécessaires à la définition des quantités physiques qu'on veut évaluer.

Si on s'impose cette condition, il se trouve qu'à chaque système d'unités fondamentales ne répond qu'un système parfaitement déterminé d'unités dérivées ou plus exactement un nombre fini de pareils systèmes.

En outre, les formules simplifiées qui en résultent sont telles qu'elles indiquent elles-mêmes, *à simple vue*, les unités dont on s'est servi pour les établir, de telle sorte que la mémoire n'a aucun effort à faire pour retenir ces unités; les formules les rappelleraient, à tout instant, à qui les aurait oubliées.

§ 2. — *Forme normale d'une quantité; unité normale.*

La forme simple sous laquelle se présente l'expression d'une quantité lorsqu'on l'a débarrassée de tout coefficient parasite, est ce que j'appellerai sa forme normale. L'unité correspondante à laquelle elle est alors rapportée, je l'appellerai son unité normale.

§ 3. — Dimensions des quantités géométriques, cinématiques et mécaniques.

Soient L , T , M , une longueur, un intervalle de temps et une masse. Si la mesure d'une quantité physique peut se mettre sous la forme normale :

$$(a) \quad Q = L^{\alpha} T^{\beta} M^{\gamma},$$

nous dirons que cette quantité est de degré α en longueur, de degré β en temps, de degré γ en masse ou que ses dimensions sont α , β , γ .

Cette forme exempte de tout coefficient parasite implique l'unité à laquelle est rapporté Q , puisque, pour $L=1$, $T=1$, $M=1$, on a $Q=1$; ce qui veut dire que l'unité à laquelle est rapporté Q est composée avec les trois unités de longueur, de temps et de masse, comme Q l'est avec la longueur L , le temps T et la masse M .

Donc, si on prend de nouvelles unités fondamentales respectivement λ , τ , μ fois plus grandes que les anciennes, la nouvelle unité à laquelle sera rapporté Q sera égale à l'ancienne multipliée par le produit $\lambda^{\alpha} \tau^{\beta} \mu^{\gamma}$ et par suite la mesure de Q , ou son rapport à l'unité, sera divisée par ce même produit.

Il résulte de là, que ce qui est essentiel, c'est d'avoir les dimensions des diverses quantités physiques, puisque leurs unités normales s'ensuivent, ainsi que les changements que subissent ces unités lorsqu'on vient à changer les trois unités fondamentales.

Je résume dans le tableau que je mets sous vos yeux, les dimensions des quantités géométriques, cinématiques et mécaniques.

DÉSIGNATION des QUANTITÉS.	NOTATIONS.	DÉFINITION.	DIMENSIONS.	OBSERVATIONS.
Géométrie.				
Longueur.....	L	»	L	Fondamentale.
Surface.....	S	»	L ²	
Volume.....	»	»	L ³	
Cinématique.				
Temps.....	T	»	T	Fondamentale.
Vitesse.....	v	$v = \frac{L}{T}$	LT ⁻¹	
Accélération.....	j	$j = \frac{v' - v}{T}$	LT ⁻²	
Mécanique.				
Masse.....	M	»	M	Fondamentale.
Force.....	F	F = Mj	LT ⁻² M	
Travail.....	ℱ	ℱ = FL	L ² T ⁻² M	

Vitesse v. — Si on définit, comme on le fait généralement aujourd'hui, la vitesse d'un mobile, le rapport du chemin (longueur) qu'il décrit, à l'intervalle de temps correspondant, on a par définition même,

1° Son expression normale :

$$v = LT^{-1};$$

2° Ses dimensions et la définition de l'unité normale de vitesse, puisque pour $L=1$, $T=1$, on a $v=1$, ce qui veut dire que l'unité normale de vitesse est la vitesse du mobile qui décrit l'unité de longueur dans l'unité de temps.

Accélération j. — De même, si on définit l'accélération le rapport de l'accroissement $v' - v$ qu'éprouve la vitesse d'un mobile pendant l'intervalle de temps T , à cet intervalle de temps, la formule

$$j = \frac{v' - v}{T}$$

donnera la définition de l'unité normale d'accélération puisque pour $v' - v = 1$, $T = 1$ on a $j = 1$, ainsi que les dimensions d'une accélération, puisqu'on connaît celles du numérateur $v' - v$ qui est de degré 1 en longueur et de degré -1 en temps, de sorte qu'une accélération est de degré 1 en longueur et de degré -2 en temps. Donc le changement des unités fondamentales indiqué plus haut diviserait la valeur numérique d'une accélération quelconque par le produit $\lambda\tau^{-2}$. C'est ainsi qu'en mètres-secondes la gravité étant à Paris

$$g = 9,8088$$

elle sera en centimètres-secondes ($\lambda = \frac{1}{100}$, $\tau = 1$)

$$g' = 100g = 980,88.$$

En mécanique, les trois unités fondamentales interviennent.

Force F. — On sait que le rapport $\frac{F}{j}$ d'une force F à l'accélération j qu'elle imprime à un point matériel, est indépendant de la force et dépend seulement du point matériel. C'est ce rapport qu'on nomme la masse du point. Donc, par définition :

$$(b) \quad \frac{F}{j} = M$$

De là et des dimensions connues de j , résultent celles de F .

De même un travail est le produit d'une force F par une longueur L , d'où ses dimensions.

Si on prend pour la force agissante F , le poids même P du corps de masse M , l'accélération correspondante sera g , et la formule devient :

$$(b') \quad \frac{P}{g} = M.$$

§ 4. — Observation au sujet de la troisième unité fondamentale.

En France, nous sommes habitués à prendre pour la troisième unité fondamentale, l'unité de force ; c'est le kilogramme c'est-à-dire le poids d'un litre d'eau pesé dans le vide à la température de $4^{\circ},1$, ou, plus exactement, l'action que la pesanteur exerce sur le kilogramme-étalon déposé aux archives nationales.

Mais on a reproché à cette unité que l'action de la pesanteur varie avec l'altitude et la latitude, de sorte que le kilogramme-étalon de Paris, transporté à Londres ou à Berlin, ou même à Versailles, ne pèserait plus exactement un kilogramme et qu'ainsi il faudrait un étalon de dimensions particulières en chaque lieu du globe.

L'unité de masse, au contraire, est invariable. Le poids P d'un corps varie avec le lieu ; mais l'accélération g que la pesanteur imprime au corps varie exactement dans le même rapport, de sorte que le rapport $\frac{P}{g} = M$ est immuable.

Cette observation a paru au Congrès assez fondée pour que, avec l'Association britannique et suivant les idées émises d'abord par Gauss, il adoptât, *au point de vue des recherches et des applications à l'électricité*, l'unité de masse comme troisième unité fondamentale.

On dira donc, à ce point de vue, non pas que le poids de notre kilogramme-étalon servira d'unité de force, ce qui ne serait vrai que pour Paris, mais que la masse de cet étalon sera prise pour l'unité de masse à laquelle on rapportera les masses des autres corps, ce qui sera vrai partout.

§ 5. — Unité de force.

Maintenant, l'unité de masse étant définie par notre étalon de kilogramme-masse ou tout autre, quelle sera l'unité de force correspondante ?

L'équation (b), si on y fait $M = 1$, $j = 1$, donne $F = 1$, c'est-à-dire que l'unité de force est la force capable d'imprimer à l'étalon de masse une accélération 1. Mais il est bon de s'en former une idée moins abstraite.

Dès qu'on a choisi les unités fondamentales, la gravité g a une valeur numériquement définie en chaque lieu. Eh bien, je dis que l'unité de force est le poids, en un lieu quelconque, de la $\left(\frac{1}{g}\right)^{\text{ième}}$ partie de l'étalon de masse.

En effet, le poids total de l'unité ou étalon de masse lui imprimerait une accéléra-

tion g ; donc une force égale seulement à $\left(\frac{1}{g}\right)^{\text{ième}}$ de ce poids, lui imprimera une accélération g fois plus petite ou 1.

La pesée peut se faire en un lieu quelconque, le résultat sera toujours le même; car le poids total d'un corps change avec le lieu; mais la $\left(\frac{1}{g}\right)^{\text{ième}}$ partie de ce poids ou

$$P \times \frac{1}{g} = \frac{P}{g}$$

ne change pas.

II. — SUR LE NOMBRE DE SYSTÈMES D'UNITÉS ÉLECTRIQUES ADMISSIBLES.

§ 6.

L'unité principale de l'électrostatique est l'unité de quantité ou de masse électrique, de même que l'unité principale de l'électro-dynamique est l'unité d'intensité ou de courant.

L'intensité d'un courant est, comme on sait, proportionnelle à la quantité d'électricité qui traverse une section du circuit dans l'unité de temps, de sorte que si q est la quantité d'électricité traversant une section dans le temps T , l'intensité I du courant est :

$$(1) \quad I = \alpha \frac{q}{T}$$

α étant un coefficient parasite qui dépend du choix des unités de quantité et de courant. Si on prenait, pour unité de courant, le courant qui écoule l'unité de quantité dans l'unité de temps, cela voudrait dire que pour $T = 1$, $q = 1$ on aurait

$$I = 1$$

d'où

$$\alpha = 1$$

et

$$(1 \text{ bis}) \quad I = \frac{q}{T}$$

Alors, des deux unités de quantité et de courant, une seule resterait arbitraire.

C'est généralement cette définition de l'unité de courant qu'on adopte et c'est elle que nous adopterons aussi; mais provisoirement, laissons les deux unités de quantité et de courant indépendantes en conservant le coefficient arbitraire α .

L'unité de quantité se rattache aux trois unités de longueur, de temps et de force et, par suite, aux trois unités fondamentales par la loi de Coulomb, de même que l'unité de courant s'y rattache par la formule d'Ampère.

§ 7. — *Loi de Coulomb.*

Deux particules électriques exercent l'une sur l'autre une action répulsive ou attractive suivant qu'elles sont de même nom ou de noms contraires; cette action varie proportionnellement aux deux masses agissantes et en raison inverse du carré de leur distance. Ainsi, si F est l'action qui s'exerce entre deux masses électriques q et q' , placées à la distance r l'une de l'autre, on a

$$(2) \quad F = f \frac{qq'}{r^2},$$

f étant un coefficient qui dépend du choix de l'unité de masse électrique ou de quantité (1).

L'idée la plus naturelle serait de faire disparaître ce coefficient parasite; il suffirait pour cela de prendre pour unité de quantité, la quantité qui, placée à l'unité de distance d'une quantité identique, exercerait, sur elle, une répulsion égale à l'unité de force. Cela voudrait dire que pour $q = q' = 1$, $r = 1$ on devrait avoir

$$F = 1$$

il en résulterait

$$f = 1;$$

la formule se réduirait à

$$(2 \text{ bis}) \quad F = \frac{qq'}{r^2}$$

L'unité de masse électrique ainsi définie, se nomme l'unité *électro-statique de quantité*. Ses dimensions sont parfaitement définies; car si dans la dernière formule on fait $q = q'$, $r = L$, il vient

$$q = F^{\frac{1}{2}} L,$$

et à cause des dimensions connues de F :

$$q = M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{5}{2}} T^{-1}.$$

Mais laissons aussi provisoirement cette unité indéterminée en conservant le coefficient arbitraire f .

(1) Le mot quantité est mieux choisi que le mot masse, qui n'a pas ici le sens dynamique que nous lui avons attribué plus haut; on juge de la grandeur d'une masse électrique par celle de l'action attractive ou répulsive qu'elle exerce et non par le rapport de la force à l'accélération, comme pour la matière pondérable.

§ 8. — Formule d'Ampère.

Deux éléments linéaires, ds et ds' appartenant à des courants d'intensités I et I' , exercent l'un sur l'autre une action F définie par l'équation

$$(3) \quad F = k \frac{II' ds ds'}{r^2} (2 \cos \varepsilon - 3 \cos \theta \cos \theta'),$$

où r est la longueur de la droite qui joint les milieux des éléments ds et ds' ; θ, θ' sont les angles que font ces éléments prolongés dans le sens des courants avec la droite r ; ε est l'angle qu'ils font entre eux; enfin k est un nouveau coefficient dépendant du choix de l'unité de courant.

L'idée naturelle serait encore de choisir cette unité de façon à réduire le coefficient k à l'unité.

Mais on voit que, dans les trois formules (1) (2) (3) entrent trois coefficients α , f et k , tandis que les unités fondamentales et, par suite l'unité de force une fois choisies, nous ne disposons que de deux unités : celle de quantité et celle de courant. Il est impossible, ne disposant que de deux unités, de les choisir de façon à faire disparaître trois coefficients; on ne pourra supprimer c'est-à-dire réduire à l'unité que deux d'entre eux, et alors le troisième aura une valeur déterminée. En d'autres termes, entre ces trois coefficients existe une relation nécessaire, de telle sorte que deux d'entre eux étant choisis, la valeur du troisième s'ensuit.

La première chose que nous ayons à faire est de chercher cette relation.

Or, si dans la formule de Coulomb, on fait $q = q'$, on voit que $f \frac{q^2}{r^2}$ représente une force. D'autre part, dans la formule d'Ampère, la parenthèse composée de lignes trigonométriques est indépendante de tout choix d'unités; il en est de même du rapport $\frac{ds ds'}{r^2}$; donc kII' et par suite kI^2 représentent aussi une force.

Ainsi $f \frac{q^2}{r^2}$ et kI^2 sont des forces; donc leur rapport est un nombre indépendant de tout choix d'unités.

$$\frac{F q^2}{r^2 k I^2} = a_0,$$

a_0 étant un nombre sans dimensions; mais en vertu de (1)

$$\frac{q^2}{I^2} = \frac{T^2}{\alpha^2},$$

d'où

$$\frac{FT^2}{k\alpha^2} = a_0 I^2 = L^2,$$

L étant une longueur ; et

$$(4) \quad \frac{F^{\frac{1}{2}}}{k^{\frac{1}{2}}\alpha} = \frac{L}{T} = \omega$$

ω étant une vitesse.

Dès qu'on a choisi 1° les trois unités fondamentales ; 2° les unités de quantité et de courant, les trois coefficients f , k , α , sont déterminés ; mais la dernière équation prouve que le rapport $\frac{F^{\frac{1}{2}}}{k^{\frac{1}{2}}\alpha}$ est déterminé dès que les unités de longueur et de temps le sont,

c'est-à-dire que la vitesse ω a une grandeur parfaitement déterminée.

On comprend que cette vitesse bien définie qui s'introduit ainsi, doive jouer un rôle dans la nature ; l'expérience prouve qu'elle est très voisine de la vitesse de la lumière, et c'est cette intervention inopinée de la vitesse de la lumière dans les phénomènes électriques qui, avec les faits déjà constatés par Faraday, relatifs à la déviation, par l'aimantation, du plan de polarisation de la lumière dans les cristaux, a donné naissance à une science peu avancée encore, mais qui peut avoir un grand avenir : l'électro-optique qui a pour objet d'étudier la lumière, l'électricité et le magnétisme comme des manifestations diverses d'un seul et même agent : l'éther.

Les expériences de Weber et de Kohlrausch ont donné pour la vitesse ω :

$\omega = 310.740^{km}$ par seconde ; des expériences plus récentes ne donnent qu'environ 298000^{km} .

On sait que la vitesse de la lumière est dans les environs de 300000^k par seconde. Le peu d'écart entre ces deux énormes chiffres, tirés de phénomènes en apparence aussi distincts que la lumière et l'électricité, ne paraît pas devoir être attribué à un pur hasard et doit avoir sa cause dans une origine commune des deux phénomènes, et cette communauté d'origine est confirmée par d'autres faits.

§ 9. — Trois systèmes principaux d'unités électriques.

La relation ci-dessus montre bien qu'on ne peut réduire à l'unité que deux des trois coefficients α , f , k . De là, trois systèmes d'unités électriques répondant aux valeurs suivantes :

$$(5) \quad 1^\circ \quad f=1, \quad k=1, \quad \alpha = \frac{1}{\omega}.$$

$$(5 \text{ bis}) \quad \left\{ \begin{array}{l} 2^\circ \quad \alpha=1, \quad f=1, \quad k = \frac{1}{\omega^2}. \\ 3^\circ \quad \alpha=1, \quad f=\omega^2, \quad k=1. \end{array} \right.$$

§ 10. — Unités électro-statiques et électro-magnétiques.

On considérerait comme très incommode d'avoir à faire usage d'un coefficient α ou $\frac{1}{\alpha}$ pour passer de l'unité de quantité à l'unité de courant et *vice versa*; aussi le système 1° n'est-il pas utilisé; on n'emploie que les systèmes 2° et 3° qui répondent tous deux à $\alpha = 1$ et permettent de définir un courant la quantité même d'électricité qui traverse une section. On a ainsi dans les deux systèmes d'unités :

$$(6) \quad I = \frac{q}{T}.$$

Le système 2° constitue les unités ou mesures *électro-statiques*; celui 3°, par une raison qui ressortira tout à l'heure, a pris le nom de système *électro-magnétique*.

Ainsi, si q et I sont évalués en unités électro-statiques on a, pour les formules de Coulomb et d'Ampère

$$(7) \quad \left\{ \begin{array}{l} F = \frac{qq'}{r^2}, \\ F = \frac{1}{\omega^2} \frac{II' ds ds'}{r^2} (2 \cos \epsilon - 3 \cos \theta \cos \theta'); \end{array} \right.$$

si au contraire, q et I sont évalués en unités électro-magnétiques, on a

$$(7 \text{ bis}) \quad \left\{ \begin{array}{l} F = \omega^2 \frac{qq'}{r^2}, \\ F = \frac{II' ds ds'}{r^2} (2 \cos \epsilon - 3 \cos \theta \cos \theta'). \end{array} \right.$$

Nous avons déjà défini l'unité électro-statique de quantité; l'unité électro-magnétique serait la quantité qui, placée à l'unité de distance d'une quantité pareille, exercerait sur elle une action égale à ω^2 unités de force. La définition en mesure électro-statique et électro-magnétique de l'unité de courant s'ensuit; mais il est plus simple de déduire les unités électro-magnétiques de courant et de quantité de la dernière (7 bis) et de (6), ce qui permet de les définir sans l'intervention du coefficient ω , de même que les unités électro-statiques se définissent sans le secours de ω par la formule (6) et la première (7).

§ 11. — Unités électro-dynamiques.

Si on ne s'impose pas la condition de réduire à l'unité, deux des trois coefficients f , k , α , on peut constituer une infinité d'autres systèmes d'unités. Parmi ceux-ci, on doit signaler celui qui répond aux valeurs :

$$\alpha = 1, \quad f = \frac{\omega^2}{2}, \quad k = \frac{1}{2}$$

parce que c'est ce coefficient $k = \frac{1}{2}$ qu'Ampère, par la marche de ses calculs et sans préoccupation des unités, a été amené à mettre dans sa formule. Ce système d'unités est le système des unités *électro-dynamiques ou d'Ampère*.

On voit que pour passer de là au système des unités électro-magnétiques, on a simplement multiplié l'unité de courant d'Ampère par le facteur numérique $\sqrt{2}$, ce qui, en vertu de (1 *bis*), multiplie l'unité de quantité par le même facteur. Le système électro-magnétique est un peu plus commode et a introduit directement la vitesse de la

lumière ω au lieu de $\frac{\omega}{\sqrt{2}}$.

Tableau des définitions et dimensions des principales grandeurs électriques.

DÉSIGNATION des GRANDEURS. 1	NOTATIONS. 2	DÉFINITIONS. 3	DIMENSIONS EN LONGUEUR TEMPS ET FORCE (1) ET EN MESURES.			RAPPORTS. 7
			QUELCONQUES. 4	électrostatiques $f=1, k=k'=\frac{1}{\omega^2}$ (2).	électromagnétiques $f=\omega^2, k=k'=1$.	
				5	6	

Électricité statique.

Masse électrique ou quantité d'électricité.	q	$F = f \frac{qq'}{r^2}$	$F^{\frac{1}{2}} L f^{-\frac{1}{2}}$	$F^{\frac{1}{2}} L$	$F^{\frac{1}{2}} L \omega^{-1} = F^{\frac{1}{2}} T$	ω^{-1}
Champ électrique ou force électromotrice en un point.	E^p	$E^p = \text{résult. de } \frac{fq}{r^2}$	$F^{\frac{1}{2}} L^{-1} f^{\frac{1}{2}}$	$F^{\frac{1}{2}} L^{-1}$	$F^{\frac{1}{2}} L^{-1} \omega = F^{\frac{1}{2}} T^{-1}$	ω
Potentiel électrique	V	$Vq = FL$	$F^{\frac{1}{2}} f^{\frac{1}{2}}$	$F^{\frac{1}{2}}$	$F^{\frac{1}{2}} \omega = F^{\frac{1}{2}} LT^{-1}$	ω
Capacité.	C	$C = \frac{q}{V}$	$L f^{-1}$	L	$L \omega^{-2} = L^{-1} T^2$	ω^{-1}
Énergie d'un système de conducteurs.	Π	$\Pi = \Sigma Vq$	FL	FL	FL	1

Électricité dynamique (3).

Courant.	I	$I = \frac{q}{T}$	$F^{\frac{1}{2}} LT^{-1} f^{-\frac{1}{2}}$	$F^{\frac{1}{2}} LT^{-1}$	$F^{\frac{1}{2}} LT^{-1} \omega^{-1} = F^{\frac{1}{2}}$	ω^{-1}
Force électromotrice d'un courant.	E	$E = f E^p ds$	$F^{\frac{1}{2}} f^{\frac{1}{2}}$	$F^{\frac{1}{2}}$	$F^{\frac{1}{2}} \omega = F^{\frac{1}{2}} LT^{-1}$	ω
Résistance d'un circuit.	R	$R = \frac{E}{I}$	$L^{-1} T f$	$L^{-1} T$	$L^{-1} T \omega^2 = LT^{-1}$	ω^3
Résistance en un point.	K	$R = \int K \frac{ds}{S}$	$T f$	T	$T \omega^2 = L^2 T^{-1}$	ω^3

Magnétisme.

Masse ou pôle magnétique.	μ	$F = k' \frac{\mu\mu'}{r^2}$	$F^{\frac{1}{2}} L k'^{-\frac{1}{2}}$	$F^{\frac{1}{2}} L \omega = F^{\frac{1}{2}} L^2 T^{-1}$	$F^{\frac{1}{2}} L$	ω^{-1}
Champ magnétique.	E^p	$E^p = \text{résult. de } \frac{k'\mu}{r^2}$	$F^{\frac{1}{2}} L^{-1} k'^{\frac{1}{2}}$	$F^{\frac{1}{2}} L^{-1} \omega^{-1} = F^{\frac{1}{2}} T$	$F^{\frac{1}{2}} L^{-1}$	ω
Potentiel magnétique.	W	$W \mu = LF$	$F^{\frac{1}{2}} k'^{\frac{1}{2}}$	$F^{\frac{1}{2}} \omega^{-1} = F^{\frac{1}{2}} L^{-1} T$	$F^{\frac{1}{2}}$	ω
Énergie d'un système d'aimants.	Π'	$\Pi' = \Sigma Wq$	FL	FL	FL	1
Moment magnétique.	μL	μL	$F^{\frac{1}{2}} L^2 k'^{-\frac{1}{2}}$	$F^{\frac{1}{2}} L^2 \omega = F^{\frac{1}{2}} L^3 T^{-1}$	$F^{\frac{1}{2}} L^2$	ω^{-1}

(1) Pour avoir les dimensions en longueur, temps et masse, il suffit de faire $F^{\frac{1}{2}} = L^{\frac{1}{2}} T^{-1} M^{\frac{1}{2}}$.

(2) $\omega = \frac{L}{T}$ est sensiblement la vitesse de la lumière.

(3) Formule d'Ampère : $F = k \Pi' \frac{ds ds'}{r^2}$ ($2 \cos \varepsilon - 3 \cos \theta \cos \theta'$).

§ 12. — *Formules applicables à tous les systèmes d'unités.*

Si on laisse indéterminés les coefficients f et k , on obtient des formules applicables à tous les systèmes; il suffira pour passer à un système particulier (et nous ne nous occuperons désormais que des deux seuls systèmes usités, électro-statique et électro-magnétique) de remplacer ces coefficients par les valeurs (5 bis) répondant à ces systèmes.

C'est dans ce sens que j'ai résumé dans le tableau que je mets sous vos yeux les définitions en unités quelconques des principales quantités qu'on rencontre en électricité et en magnétisme.

Quelques brèves explications feront comprendre ce tableau.

Au lieu d'y donner les dimensions des diverses quantités en longueur, temps et masse, nous les donnons en longueur, temps et force, parce que le résultat est à la fois plus immédiat et plus simple. On remarquera que (sauf dans l'énergie d'un système de conducteurs ou d'un système d'aimants qui représente du travail) la force, ou n'entre pas, ou entre par la puissance $\frac{1}{2}$; de sorte que si l'on veut passer aux dimensions en longueur, temps et masse, il suffit, là où elle existe, de faire (§ 4) :

$$F^{\frac{1}{2}} = L^{\frac{1}{2}} T^{-1} M^{\frac{1}{2}}.$$

III. — DÉFINITION ET DIMENSIONS DES GRANDEURS ÉLECTRO-STATIQUES.

§ 13. — *Champ électrique ou force électro-motrice en un point.*

Concevons un système de corps électrisés; la portion de l'espace dans laquelle se fait sentir leur action se nomme le champ électrique de ces corps; théoriquement il s'étend jusqu'à l'infini. Supposons une particule électrique égale à l'unité d'électricité positive concentrée en un point P du champ électrique; la résultante des actions attractives ou répulsives que les différents corps électrisés exercent sur elle, se nomme l'intensité du champ au point P, ou encore la force électro-motrice en ce point, qu'il ne faut pas confondre avec la force électro-motrice d'un courant linéaire dont il sera parlé plus loin.

L'action d'une masse électrique q sur une masse $q' = 1$ placée à la distance L de la première est, d'après la loi de Coulomb,

$$\frac{fq}{L^2}.$$

Quelles que soient les masses q agissantes, la force électro-motrice sera la résultante d'un certain nombre de forces ayant toutes des expressions analogues; donc les dimensions d'un champ électrique quelconque sont celles de l'expression ci-dessus, dimensions dès lors connues puisqu'on connaît celles de q .

§ 14. — *Potentiel en un point d'un champ électrique.*

La particule électrique 1 supposée placée dans un champ électrique tend à obéir à la force qui la sollicite ; elle est dans le même cas qu'un corps qu'on placerait dans un fleuve ou à la mer et qui serait entraîné par le courant, et il est vraisemblable que les choses se passent effectivement ainsi ; l'effet de l'électrisation doit être de déterminer des vagues et des courants d'éther dans toute l'étendue du champ électrique et tout corps électrisé, placé dans cet océan éthéré, tend à obéir à l'impulsion qu'il reçoit de ces vagues et de ces courants. Si on essaie de déplacer le corps en sens contraire des courants qui le poussent, c'est-à-dire en sens contraire de la force électro-motrice qu'il subit, on éprouve une résistance ; il faut dépenser du travail. Si, au contraire, on le déplace dans le sens de cette force, on gagne du travail. On dit, dans ce dernier cas, qu'on dépense un travail négatif.

Ceci posé, on appelle potentiel en un point d'un champ électrique le travail positif ou négatif qu'il faut dépenser pour amener l'unité de masse électrique depuis un point I pris en dehors du champ (théoriquement depuis l'infini) jusqu'au point considéré.

Il résulte du principe de la conservation de l'énergie que ce travail est indépendant : 1° de la position du point I ; 2° du chemin suivi pour aller de I au point considéré ; qu'il ne dépend donc absolument que de la position de ce point lui-même, de telle sorte que le potentiel est une quantité parfaitement déterminée en chaque point d'un champ électrique.

En effet, s'il fallait dépenser plus de travail pour aller de I en P par un premier chemin que par un second, en retournant de P en I par le premier et revenant par le second, et cela indéfiniment, on créerait une quantité illimitée de travail sans dépense correspondante, ce qui serait la possibilité du mouvement perpétuel.

De là résulte aussi, qu'en partant non plus d'un même point I, mais de deux points I et I' pris en dehors du champ, pour arriver en P, on dépensera le même travail ; car, par le chemin IP, on dépense le même travail que par le chemin I'P. Mais de I en I' on n'en dépense pas puisqu'on est en dehors du champ, c'est-à-dire dans une région où le point qu'on met en mouvement n'est soumis à aucune force, ce qui établit la proposition.

Supposons à présent qu'on amène de I en P non plus une masse 1, mais une masse q d'électricité ; le travail dépensé sera Vq , V étant la valeur de potentiel au point P. Ainsi, le produit Vq représente du travail et, comme on peut toujours représenter du travail par le produit FL d'une force par une longueur, on a la relation $Vq = FL$ qui permet de trouver les dimensions de V , puisqu'on connaît celles de F (§ 4) et celles de q .

L'unité de potentiel résulte d'ailleurs de la définition même que nous avons donnée du potentiel.

§ 15. — *Potentiel d'un conducteur en équilibre électrique.*

Supposons maintenant qu'on veuille amener une quantité 1 d'électricité d'un point A où le potentiel est V_a , en un point B où il est V_b ; le travail à dépenser étant indépendant du chemin parcouru, nous pouvons supposer qu'on aille de A en I, puis de I en B; ce dernier parcours coûte un travail V_b ; le premier coûte un travail égal et de signe contraire à celui qu'on dépenserait pour aller de I en A, c'est-à-dire égal et de signe contraire à V_a ; donc le travail dépensé, en définitive, pour porter l'unité d'électricité à travers un champ électrique de A en B est

$$V_b - V_a.$$

C'est l'excès positif ou négatif du potentiel au point d'arrivée sur sa valeur au point de départ.

Supposons que dans une portion de champ, le potentiel soit partout le même. Alors on ne dépensera aucun travail pour déplacer une masse électrique, à l'intérieur de cette région; donc la force électro-motrice y est nulle, puisque c'est pour vaincre sa résistance qu'on dépense le travail; réciproquement, si la force électro-motrice est nulle dans une partie d'un champ électrique, on n'a pas de travail à produire pour y déplacer une particule électrique, et par suite, le potentiel y est constant.

C'est ce qui a lieu dans un conducteur en équilibre électrique. L'équilibre ne peut y exister que si la force électro-motrice est nulle en tout point du conducteur; par suite, le potentiel est constant dans son intérieur et à sa surface; sa valeur constante se nomme le potentiel du conducteur lui-même.

§ 16. — *Capacité d'un conducteur.*

Ainsi, un conducteur ou un système de conducteurs en équilibre électrique donnent lieu à un champ électrique; dans tout l'espace extérieur à ces corps, le potentiel varie en général d'un point à un autre; mais à l'intérieur et à la surface de chaque conducteur, il ne varie pas.

La valeur du potentiel, en chaque point du champ, et par suite celle du potentiel de chaque corps, devient double si on double les charges électriques de tous les corps, c'est-à-dire si on superpose à la surface de ces corps deux couches d'électricité égales entre elles, triple si on en superpose trois, et ainsi de suite.

On appelle capacité d'un conducteur la charge C nécessaire pour le porter au potentiel 1. Si donc q est la charge nécessaire pour le porter au potentiel V, on aura

$$C = \frac{q}{V},$$

ce qui définit les dimensions et l'unité de capacité.

§ 17. — *Energie d'un système de corps électrisés.*

On appelle énergie d'un système de corps électrisés, le travail nécessaire pour les amener de l'infini à leurs positions actuelles. Il en résulte, en vertu du principe de la conservation de l'énergie, que, pour les amener d'une position où leur énergie a la valeur Π à de nouvelles positions où elle est Π' , le travail à dépenser est $\Pi' - \Pi$ quel que soit le chemin parcouru.

Il résulte aussi de cette définition que l'énergie est du travail. Son expression, comme on le voit de suite par la définition du potentiel, est :

$$\Pi = \sum V_q,$$

la somme des produits du potentiel V de chaque corps par la quantité totale d'électricité libre qui s'y trouve.

IV. — DÉFINITION ET DIMENSIONS DES GRANDEURS ÉLECTRO-DYNAMIQUES.

Les principales quantités qu'on a à considérer en électro-dynamique, sont : 1° l'intensité du courant dont nous nous sommes déjà occupé ; 2° sa force électro-motrice ; 3° sa résistance.

§ 18. — *Loi élémentaire de Ohm. — Résistance en un point d'un conducteur.*

Soient I l'intensité du courant dans un conducteur linéaire ; E_p la force électro-motrice en un point du circuit, c'est-à-dire l'action totale exercée sur l'unité de masse d'électricité positive qui se trouverait en ce point du courant ; S la section du circuit en ce même point.

La loi de Ohm dit que la force électro-motrice E_p est proportionnelle au courant I rapporté à l'unité de surface, c'est-à-dire que

$$(8) \quad E_p = K \frac{I}{S},$$

K étant une constante dépendant uniquement de la nature de la matière qui forme le circuit au point considéré et qu'on nomme la résistance de la matière en ce point.

§ 19. — *Loi intégrale de Ohm pour un circuit linéaire.*

Définissons la position d'un point d'un circuit linéaire par l'arc s qui le sépare d'un point particulier pris pour origine, de sorte que E_p est une fonction de s ; il en est de même de S et de K , si la section du conducteur est variable et si le circuit n'est pas

formé du même métal dans toute sa longueur ; l'intensité du courant est, au contraire, la même dans toutes les sections. Si donc on multiplie les deux membres de l'équation précédente par ds et qu'on intègre dans toute la longueur du circuit, il vient :

$$(9) \quad \int E_p ds = I \int \frac{k ds}{S}.$$

C'est là l'expression de la loi de Ohm telle qu'on l'applique généralement dans la pratique.

§ 20. — *Force électro-motrice et résistance intégrale d'un circuit.*

Le premier membre se nomme la force électro-motrice totale du circuit; nous la désignerons par E ; le coefficient de I dans le second membre se nomme la résistance totale du circuit; nous l'appellerons R , de sorte que

$$(10) \quad E = \int E_p ds, R = \int \frac{K ds}{S}.$$

Pour un circuit homogène de section constante et de longueur L , on a :

$$(11) \quad R = \frac{K}{S} \int ds = \frac{KL}{S},$$

c'est-à-dire que la résistance d'un tel circuit est proportionnelle à sa longueur et inversement proportionnelle à sa section.

Mais quel que soit le conducteur, quelles que soient sa section, sa résistance et la force électro-motrice en ces divers points, l'équation (9) subsiste et avec les notations indiquées devient :

$$(12) \quad E = RI$$

§ 21. — *Loi de Joule.*

La loi de Joule qu'on déduirait facilement de la loi de Ohm et *vice versa*, dit que le travail produit dans chaque unité de temps, par un courant I dans un circuit de résistance R , est représenté par le produit RI^2 , ou, en vertu de (12) par le produit EI de la force électro-motrice totale du circuit par l'intensité du courant qu'elle fait naître. Donc dans un temps T , le travail produit est EIT ou Eg , en désignant par g la quantité d'électricité qui traverse une section du courant dans le temps T .

Ainsi, le produit Eg de la force électro-motrice d'un circuit par une quantité d'électricité, est un travail; nous avons vu qu'il en est de même du produit Vg d'un potentiel par une quantité d'électricité. Donc : *un potentiel et la force électro-motrice*

d'un circuit sont deux quantités de même nature pouvant, par suite, être rapportées à une seule et même unité.

C'est d'ailleurs aussi ce qui résulterait de la définition $E = \int E_p ds$ de la force électro-motrice d'un courant, laquelle prouve que cette quantité a les mêmes dimensions que le produit de E_p par une longueur. Ce sont là aussi les dimensions d'un potentiel, ainsi que le prouve le tableau.

L'unité de potentiel étant définie (§ 14) ainsi que l'unité de courant, l'équation (12) définit l'unité et les dimensions de la résistance R d'un circuit et, par suite, l'équation

$R = \frac{KL}{S}$ définit l'unité et les dimensions de la résistance K en un point.

§ 22. — Rapport des unités.

Les colonnes 4, 5, 6 du tableau donnent les dimensions des diverses quantités en longueur, temps et force, ce qui est beaucoup plus simple qu'en longueur, temps et masse. Ainsi, pour la quantité de fluide électrique, en faisant $q = q'$, $r = L$ dans la formule de Coulomb, on a $q = F^{\frac{1}{2}} L f^{\frac{1}{2}}$, d'où, en mesure électro-statique ($f = 1$) : $q = F^{\frac{1}{2}} L$; en mesure électro-magnétique ($f = \omega^2 = \frac{L^2}{T^2}$) $q = F^{\frac{1}{2}} L \omega f^{-\frac{1}{2}} = F^{\frac{1}{2}} T$ et pour le rapport de la mesure électro-magnétique à la mesure électro-statique, $\frac{1}{\omega}$.

Donc, comme la mesure d'une quantité est en raison inverse de l'unité à laquelle elle est rapportée, on a :

$$\omega = \frac{\text{Unité électro-magnétique de quantité}}{\text{Unité électro-statique de quantité.}}$$

On trouve les dimensions des autres grandeurs facilement de proche en proche par les formules de définition (col. 3).

La capacité et la résistance ne dépendent que des unités de longueur et de temps. La première, en mesure électro-statique, est une simple longueur. Ainsi, la capacité, en mesure électro-statique, d'un conducteur sphérique est son rayon, c'est-à-dire que pour porter un conducteur sphérique au potentiel 1, il faut lui communiquer une quantité d'électricité numériquement représentée par son rayon.

En mesure électro-magnétique, une résistance est une vitesse, c'est-à-dire que si on change les unités fondamentales, elle change comme une vitesse. C'est en ce sens qu'on dit une résistance exprimée en centimètres-secondes.

V. — DÉFINITION ET DIMENSIONS DE GRANDEURS MAGNÉTIQUES.

§ 23. — Loi de Coulomb pour le magnétisme.

Deux particules magnétiques μ et μ' , comme deux particules électriques, se repous-

sent ou s'attirent, suivant qu'elles sont de même nature ou de natures contraires; leur action est proportionnelle à leurs masses et en raison inverse du carré de leur distance, de sorte que si r est leur distance, cette action est

$$F = k' \frac{\mu\mu'}{r^2}$$

k' étant, comme f , un coefficient parasite qui deviendra égal à 1, si on adopte pour unité de masse magnétique (ou comme on dit parfois de pôle magnétique, terme mieux approprié) la masse qui, placée à l'unité de distance d'une masse identique, exercerait sur elle une répulsion égale à l'unité de force. Alors la formule ci-dessus deviendrait

$$F = \frac{\mu\mu'}{r^2}$$

et les dimensions d'une masse ou d'un pôle magnétique s'obtiendraient en faisant $\mu = \mu'$, $r = L$, d'où :

$$\mu = F^{\frac{1}{2}} L = M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}} T^{-1}$$

c'est-à-dire que ces dimensions seraient les mêmes que celles trouvées pour une quantité d'électricité en mesure électro-statique.

§ 24. — *Réflexions sur le choix de l'unité de pôle magnétique.*

Si on avait eu à constituer les unités magnétiques avant les découvertes d'Oerstedt et d'Ampère, c'est cette unité qu'on eût choisie comme étant incontestablement la plus commode au point de vue du magnétisme considéré comme science spéciale et distincte. Mais aujourd'hui, ce serait une faute très grave de créer des unités en envisageant séparément deux branches de la science aussi confondues que l'électricité et le magnétisme, au lieu de les viser dans leur ensemble, parce qu'il faudrait ensuite rendre ces unités comparables à l'aide d'un coefficient analogue à l'équivalent mécanique de la chaleur; il faudrait recourir à ce coefficient toutes les fois qu'on aurait à comparer des phénomènes électro-dynamiques et des phénomènes magnétiques. — Or, la nécessité d'une telle comparaison s'impose dans toutes les applications industrielles de l'électricité; car, dans toutes, c'est un champ magnétique qu'on crée tantôt avec des aimants, tantôt avec des courants et presque toujours avec les deux réunis, c'est-à-dire, avec des courants et des noyaux de fer doux aimantés par ces courants mêmes.

Nous devons donc disposer de la constante k' de façon à éviter l'emploi de tout coefficient, lorsqu'on a à mettre en parallèle les effets des courants et ceux des aimants.

Ce sont encore les découvertes d'Ampère qui permettent de résoudre ce problème.

§ 25. — *Loi d'Ampère sur l'électro-magnétisme.*

Ampère a montré qu'une petite aiguille aimantée produit exactement les mêmes effets magnétiques qu'un petit courant dont le plan serait perpendiculaire à l'aiguille, qui serait dirigé de droite à gauche par un observateur placé suivant l'aiguille, les pieds au pôle Sud, la tête au pôle Nord, pourvu qu'entre le produit SI de l'intensité de ce courant par la surface de l'aire qu'il limite et le moment magnétique de l'aiguille, c'est-à-dire le produit μL de la quantité de fluide concentré en chacun de ses deux pôles par sa longueur L , existe la proportion :

$$\mu L \sqrt{k} = SI \sqrt{k}.$$

On vérifie du reste sans difficulté, que les deux membres de cette égalité sont homogènes, quels que soient les coefficients k et k' des formules de Coulomb et d'Ampère; car, en vertu de ces formules, chaque membre est homogène au produit $F^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}}$ de la racine carrée d'une force par le carré d'une longueur.

Donc, si on veut faciliter le passage qui est à faire constamment des phénomènes électriques aux phénomènes magnétiques et *vice versa*, il convient de disposer de l'unité de fluide magnétique, de façon que le coefficient k' de la formule de Coulomb, devienne égal, non pas à l'unité, mais au coefficient k de la formule d'Ampère, et alors, entre un aimant et le courant équivalent on aura la relation débarrassée de tout coefficient parasite

$$\mu L = SI,$$

et c'est cette relation qui définit l'unité de pôle magnétique une fois l'unité de courant admise.

On aura donc, en résumé, en mesures électro-statiques :

$$f=1, k=k'=\frac{1}{\omega^2}$$

et en mesures électro-magnétiques

$$f=\omega^2, k=k'=1,$$

Et ainsi se trouvent rattachées, dans ces deux systèmes d'unités, aux trois unités fondamentales, toutes les grandeurs électriques et magnétiques à l'aide du coefficient unique ω , coefficient inévitable, si on veut adopter pour les trois unités fondamentales les valeurs à la fois métriques et décimales.

D'ailleurs ce qui a été dit plus haut de la masse électrique, du potentiel électrique,

du champ électrique, de l'énergie d'un système de conducteurs, s'applique exactement, en remplaçant le mot électrique par le mot magnétique, à la masse, au potentiel, au champ magnétique et à l'énergie d'un système d'aimants.

Les dimensions de ces diverses quantités ont la même forme, en remplaçant seulement la lettre f de la formule de Coulomb par la lettre k' ou son égale k , ce qui ne veut pas dire que les dimensions soient les mêmes, puisque la constante k , a, dans les deux systèmes de mesures, des dimensions autres que celles de la constante f , comme le montrent leurs expressions qui viennent d'être reproduites.

VI. — UNITÉS FONDAMENTALES ET PRATIQUES.

§ 26. — Unités fondamentales. C. G. S.

Par ce qui précède, les unités électro-statiques et électro-magnétiques relatives soit à l'électricité, soit au magnétisme ou à l'électro-magnétisme ainsi que leurs rapports, se trouvent parfaitement définies dès qu'on a choisi trois unités fondamentales.

Il s'agissait donc en premier lieu, pour le Congrès, d'arrêter le choix de ces unités (1). Il a adopté pour toutes les recherches *purement scientifiques* relatives à l'électricité, les unités fondamentales du système métrique décimal, telles qu'elles avaient été adoptées par l'Association britannique.

Unité de longueur : le centimètre.

Unité de temps : la seconde sexagésimale de temps moyen.

Unité de masse : la masse d'un centimètre cube d'eau à 4°,1 qu'on a appelée le *gramme-masse*.

Toutes les unités dérivées de ce système se nomment les unités C. G. S. (centimètre-gramme-seconde).

§ 27. — Dyne ou unité C. G. S. de force.

L'unité C. G. S. de force se nomme la *dyne*. C'est, d'après la règle donnée au § 5, $\left(\frac{1}{g}\right)^{\text{ième}}$ du poids de 1^{re} d'eau distillée à 4°,1, la pesée pouvant se faire n'importe en quel lieu.

Supposons-la faite à Paris. Alors le poids du centimètre cube d'eau est ce que nous appelons le gramme-poids, que j'appellerai simplement le gramme.

D'ailleurs, la gravité à Paris est en centimètres-secondes $g' = 100$, $g = 980,88$, donc

(1) Gauss, dans ses recherches sur le magnétisme, avait adopté les unités fondamentales : millimètre, milligramme-masse, seconde.

$$\text{dyne} = \frac{\text{gramme}}{980,88},$$

soit un peu plus d'un milligramme.

Une kilo-dyne ou 1 000 dynes, ce serait un peu plus d'un gramme.

Une mégadyne ou 1 000 000 de dynes, ce serait un peu plus d'un kilogramme.

C'est donc la mégadyne qui aurait remplacé le kilogramme si, suivant une proposition présentée au Congrès, les unités C. G. S. avaient été adoptées même en dehors de l'électricité. Mais sur les observations d'un membre français, la proposition a été retirée, et en effet, on eût difficilement fait comprendre aux négociants qu'un Congrès d'électriciens eût qualité pour les obliger désormais à peser leurs denrées en mégadynes.

§ 28. — *Erg ou unité C. G. S. de travail.*

L'unité C. G. S. de travail se nomme l'*erg*. L'*erg* est la dyne-centimètre. Donc :

$$\begin{aligned} \text{erg} &= \frac{\text{gramme-centimètre}}{980,88} \\ &= \frac{\text{kilogrammètre}}{100000 \times 980,88} = \frac{\text{kilogrammètre}}{10^7 \times g}, \end{aligned}$$

g étant 9,8088, c'est-à-dire étant exprimé en mètres-secondes.

§ 29. — *Unités fondamentales pratiques adoptées dans les applications de l'électricité.*

Les unités fondamentales C. G. S. seront employées, comme nous l'avons dit, dans les applications scientifiques de l'électricité ; mais dans les applications industrielles elles donneraient des unités électriques beaucoup trop petites. On a alors adopté, avec l'Association britannique, au point de vue des applications industrielles, les unités fondamentales suivantes :

Longueur : le quart du méridien terrestre, soit 10 millions de mètres ou 10^9 centimètres.

Temps : on conserve la seconde,

Masse : $\frac{1}{10^{11}}$ du gramme-masse.

Ainsi, pour passer des unités fondamentales C. G. S. aux unités fondamentales pratiques relatives à l'électricité, il faut multiplier les premières respectivement par

$$\lambda = 10^9, \tau = 1, \mu = 10^{-11}.$$

§ 30. — *Unités pratiques de force et de travail.*

Les dimensions de la force et du travail étant respectivement (§ 3).

$$LT^{-2}M, \quad L^2T^{-2}M,$$

les unités pratiques de force et de travail seront

$$\lambda\tau^{-2}\mu \text{ dynes, } \lambda^2\tau^{-2}\mu \text{ ergs,}$$

ou

$$\frac{\text{dyne}}{100}, \quad 10^7 \text{ ergs,}$$

ou (§ 28)

$$\frac{\text{gramme-poids}}{98088} \text{ et } \frac{\text{kilogrammètre}}{g},$$

g étant exprimé en mètres. L'unité pratique de travail est donc sensiblement :

$$\frac{\text{kilogrammètre}}{10} = \text{hectogrammètre,}$$

et l'unité pratique de force est sensiblement le 100 milligramme.

§ 31. — *Comment on aurait pu éviter l'introduction de la dyne et de l'erg.*

Tout en adoptant, comme troisième unité fondamentale, la masse, ce qui, au point de vue de l'étalon, est incontestablement plus naturel, on aurait pu maintenir, comme unité de force, le gramme-poids de Paris qui est répandu partout, et comme unité de travail, le gramme-centimètre au lieu des nouvelles unités : la dyne et l'erg, qui, dans les pays où on a adopté le système métrique français, n'entreront jamais dans les mœurs et ne seront jamais utilisées qu'en électricité ; elles resteront dans le domaine de la science, alors qu'il y aurait eu le plus grand intérêt à ce que les unités électriques pussent un jour être enseignées comme les autres unités métriques dans les écoles primaires. Si l'électricité a l'avenir qu'on suppose, c'est à ce résultat qu'il eût fallu viser. Il eût suffi pour cela d'adopter, comme étalon de masse, la masse de 908^{cc},88 d'eau distillée à 4°,1. Alors l'unité de force en un lieu quelconque (§ 4) eût été le poids de $\frac{908,88}{g}$ centimètres cubes d'eau, g' étant la gravité exprimée en centimètres-secondes, en ce lieu. Or

1° A Paris, $g' = 908,88$; l'unité de poids eût donc été *partout le gramme-poids de Paris* ;

2° Et en pratique, on aurait pu dire plus simplement que partout l'unité de poids est le gramme. C'eût été infiniment plus avantageux.

§ 32. — *Unités pratiques de l'électricité.*

Maintenant, des deux systèmes d'unités électriques, les systèmes électro-statique et électro-magnétique, lequel convient-il d'adopter ? Au point de vue scientifique c'est indifférent, puisqu'on passe de la mesure électro-statique d'une quantité quelconque à sa mesure électro-magnétique ou *vice versa* en multipliant par un facteur connu ω ou $\frac{1}{\omega}$ ou ω^2 ou $\frac{1}{\omega^2}$ (col. 7). Mais au point de vue pratique, il convient d'adopter celle des deux mesures qui évite l'emploi de ce facteur pour les quantités les plus usuelles. Or, il est certain que, dans les applications de l'électricité, soit à l'éclairage soit au transport de la force, soit à la télégraphie ou à la téléphonie, ce sont les effets électro-magnétiques qui sont toujours en jeu. Donc il est préférable de rendre égaux à l'unité les facteurs k' et k relatifs au magnétisme et à l'électro-dynamique plutôt que le facteur f relatif à l'électro-statique. De cette façon, on évite l'introduction de tout coefficient dans les mesures magnétiques telles que masse, moment, potentiel, énergie et champ magnétiques, dans le calcul des actions électro-motrices ou électro-magnétiques des courants.

C'est pour ces motifs que le Congrès d'accord avec l'Association britannique a adopté, en principe, comme unités pratiques, les unités électro-magnétiques qui, d'ailleurs, étaient déjà usitées en France et dans plusieurs autres pays. Toutefois, en Allemagne, on a fait usage des mesures électro-statiques et au Congrès, des hommes dont l'opinion est naturellement d'un grand poids tels que M. Clausius et M. Wiedemann ont soutenu la supériorité des unités électro-statiques, comme plus simples, plus naturelles, plus faciles à comprendre.

Mais le fait qu'il faut alors employer le facteur $\frac{1}{\omega^2}$ dans la formule d'Ampère et dans celle de Coulomb pour le magnétisme, a déterminé le Congrès à donner la préférence aux unités anglaises.

§ 33. — *Étalon de résistance. — Ohm.*

Le Congrès a d'ailleurs adopté pour la pratique, les unités fondamentales spécifiées plus haut.

L'unité électro-magnétique de résistance qui répond à ces unités fondamentales est parfaitement déterminée ; elle a conservé le nom d'ohm sous lequel elle a été désignée par l'Association britannique. Il fallait constituer un étalon aussi parfait et aussi inaltérable que possible de l'ohm, comme on a un étalon du mètre.

Les étalons construits par l'Association britannique sont en alliage de métaux solides. Le mercure a paru mieux approprié parce qu'il est plus facile à obtenir pur et

toujours semblable à lui-même, et parce que sa résistance est moins sujette à varier avec le temps que celle des métaux solides.

Nous devons rappeler ici que c'est Pouillet qui, le premier, a fait usage du mercure comme étalon de résistance et qui avait proposé d'adopter pour cet étalon une colonne de mercure de 1^{mm} de diamètre et 1^m de longueur.

L'étalon Siemens usité en Allemagne ne diffère de celui de Pouillet que parce que la colonne de mercure à 1^{mm} de section.

Le Congrès a décidé en principe que l'étalon serait comme celui de Siemens formé d'une colonne de mercure de 1^{mm} de section; mais sa longueur ne peut pas être de 1^m; elle aura une valeur déterminée d'après sa définition et ses rapports avec les trois unités fondamentales adoptées par la pratique.

Le Congrès a proposé, en principe, qu'une Commission internationale fût nommée à l'effet de déterminer, par des expériences précises, la valeur exacte de cette longueur. Des faits déjà connus, il résulte qu'elle sera comprise entre 1^m,04 et 1^m,05, c'est-à-dire que l'ohm est d'environ $\frac{1}{100}$ plus grand que l'étalon de Siemens.

Une fois l'ohm construit matériellement, on peut y rattacher la définition de toutes les autres unités, comme on rattache celles des unités du système métrique au mètre.

§ 34. — Ampère.

L'unité d'intensité a reçu du Congrès le nom d'ampère à la place de celui de weber qu'elle portait précédemment.

Le travail $\mathfrak{A}$ exprimé en unités pratiques de travail, c'est-à-dire en $\frac{1^{\text{kgm}}}{g}$, fourni par seconde par un courant d'intensité I dans un circuit de résistance R est

$$RI^2 = \mathfrak{A}$$

d'où pour

$$\mathfrak{A} = 1, R = 1 \text{ ohm.}$$

on a

$$I = 1 \text{ ampère.}$$

Ainsi 1 ampère est un courant qui produit un travail de $\frac{1^{\text{kgm}}}{g}$ par seconde (ou la chaleur équivalente) dans un circuit de 1 ohm de résistance.

§ 35. — Volt.

L'unité de force électro-motrice ou de potentiel (nous avons vu que c'était la même) a reçu le nom de volt.

La loi d'Ohm

$$E = RI$$

donne $E = 1$ volt pour $I = 1$ amp., $R = 1$ ohm.

Ainsi : le volt est la force électro-motrice nécessaire pour produire un ampère dans un circuit de 1 ohm.

C'est à peu près la force électro-motrice d'un élément de pile Daniell. On pourrait constituer exactement aussi un étalon de volt.

§ 36. — *Coulomb.*

L'unité pratique de quantité d'électricité a reçu du Congrès le nom de coulomb. La formule

$$q = IT$$

donne pour $T = 1''$, $I = 1$ amp., $q = 1$ coul.

Ainsi 1 coulomb est la quantité d'électricité qui s'écoule par seconde dans un courant de 1 ampère.

§ 37. — *Farad.*

L'unité de capacité a conservé le nom de farad. La formule

$$C = \frac{q}{V}$$

donne pour $q = 1$ coul., $V = 1$ volt, $C = 1$ farad.

1 farad est la capacité d'un condensateur qui, pour une charge de 1 coulomb, donne une force électro-motrice de 1 volt, c'est-à-dire donnerait à peu près le potentiel d'un élément de pile Daniell.

On emploie plus souvent le microfarad qui vaut un millionième de farad.

§ 38. — *Relations entre les unités C. G. S. et les unités pratiques.*

Ayant défini les unités pratiques à l'aide d'un étalon, pour avoir leurs relations avec les unités C. G. S., il suffit d'observer que, pour passer des unités fondamentales C. G. S. aux unités fondamentales pratiques, il faut multiplier les premiers par

$$\lambda = 10^9, \quad \tau = 1, \quad \mu = 10^{-11},$$

et par suite en désignant par ϕ la quantité par laquelle est multipliée la force, on aura :

$$\phi = \lambda \tau^{-1} \mu = 10^{-2}$$

d'où par le tableau des dimensions on trouve :

ohm	$= \lambda \tau^{-1} = 10^9$	unités électro-magnétiques C. G. S. de résistance.
ampère	$= \tau \varphi^{\frac{1}{2}} = 10^{-1}$	unités électro-magnétiques C. G. S. de courant.
volt	$= \varphi^{\frac{1}{2}} \lambda \tau^{-1} = 10^8$	unités électro-magnétiques C. G. S. de force électro-motrice.
coulomb	$= \varphi^{\frac{1}{2}} \tau^2 = 10^{-1}$	unités électro-magnétiques C. G. S. de quantité.
farad	$= \lambda^{-1} \tau^2 = 10^9$	unités électro-magnétiques C. G. S. de capacité.

qui permet de passer des unités pratiques aux unités électro-magnétiques C. G. S. et *vice versa*.

Il faut d'autre part multiplier par les inverses des facteurs de la colonne (7) pour passer des unités électro-magnétiques C. G. S. aux unités électro-statiques C. G. S.

On a ainsi toutes les relations entre les diverses unités.

ARTS PHYSIQUES.

NOUVELLE POMPE POUR COMPRIMER LES GAZ, PAR M. CAILLETET.

M. Cailletet, correspondant de la Société pour le comité des arts chimiques, à Châtillon-sur-Seine, fait connaître à la Société les dispositions d'une pompe qu'il a fait construire dans le but de comprimer de grands volumes de gaz à de hautes pressions et de liquéfier les gaz qui, comme le protoxyde d'azote ou l'acide carbonique, sont employés dans l'industrie et dans les laboratoires pour obtenir les froids les plus énergiques.

Dans cet appareil, le piston de cuir ou de caoutchouc des anciennes pompes a été remplacé par un piston plongeur en acier, recouvert de mercure. Regnault avait fait construire une pompe dans laquelle le mouvement de va-et-vient d'une colonne mercurielle aspirait et comprimait le gaz ; cet appareil ne semble pas avoir donné des résultats pratiques, car il n'a pas été employé depuis.

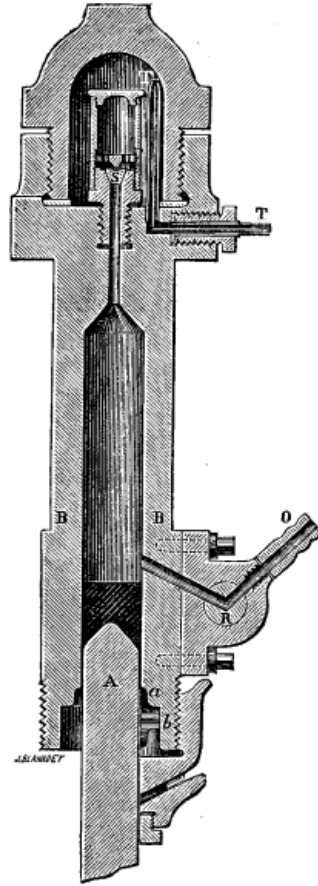
Dans la pompe que M. Cailletet a fait construire à Châtillon, le travail du moteur agit sur un arbre coudé qui porte le volant et transmet le mouvement à une bielle, dont l'extrémité inférieure agit sur un balancier doublement articulé et qui est relié au bâti de l'appareil.

L'extrémité libre de ce balancier en décrivant une ligne droite, imprime au piston plongeur A un mouvement alternatif dans le cylindre B.

Des cuirs emboutis *a* et *b*, ainsi que le mercure qui recouvre le piston et qui remplit l'espace resté libre entre ce piston et le corps de pompe, s'opposent absolument à la

sortie des gaz comprimés et à la rentrée de l'air extérieur pendant l'aspiration de la pompe.

Le robinet en acier R remplace la soupape d'aspiration; il est mis en mouvement par deux cames, qui ouvrent et ferment, au moment convenable, le chemin que suit le gaz en arrivant par l'orifice O.



Lorsque le gaz comprimé par la couche de mercure qui recouvre le piston a acquis une tension suffisante, il soulève la soupape en ébonite S, et, passant par le tube TT, auquel est soudé un tube de cuivre flexible, vient s'accumuler dans le récipient qui doit le contenir. Un second tube semblable au tube TT, non représenté dans la figure, fait communiquer l'appareil avec un manomètre métallique, qui donne une mesure approchée de la pression du gaz comprimé.

Par cet ensemble de dispositions, M. Cailletet a pu éviter toute perte de travail résultant de l'existence de l'espace nuisible. Son appareil ne s'échauffe pas sensiblement, même après plusieurs heures de fonctionnement, parce que la chaleur dégagée par la compression est répartie dans toute la masse de l'appareil par le mouvement du mercure.

De plus, on évite tout mélange d'air avec les gaz, grâce au mercure, qui occupe l'espace cylindrique compris entre le corps de pompe et le piston et qui s'oppose à la rentrée de l'air au moment où le gaz est aspiré.

Le graissage des pièces de la pompe en contact avec le mercure se fait avec de la *vaseline*, produit de la distillation des pétroles, car les huiles et les graisses forment avec le mercure un corps à demi solide qui encrasse les organes des appareils.

Le volume du corps de pompe permet de comprimer à chaque révolution du volant environ un tiers de litre de gaz, on peut donc en une heure de travail obtenir 4 ou 500 grammes d'acide carbonique ou de protoxyde d'azote liquéfiés, en aspirant ces gaz dans un appareil continu ou dans un gazomètre.

Le travail d'un homme est suffisant pour faire fonctionner cette pompe, il ne dépense que 5 ou 6 kilogrammètres par seconde.

Afin de pouvoir emmagasiner sans danger de grandes quantités de gaz comprimés, M. Cailletet a fait construire un récipient formé de tubes métalliques réunis en faisceau. Ces tubes communiquent entre eux, et l'ensemble contient environ 4 litres. Grâce à ces dispositions, on peut recueillir et conserver sans danger des gaz comprimés à plusieurs centaines d'atmosphères.

En résumé, cet appareil nouveau rendra de réels services aux laboratoires et à l'industrie, et ses principales dispositions pourront sans doute être appliquées à d'autres machines.

BEAUX-ARTS.

NOTE SUR LA MISSION ARCHÉOLOGIQUE DU CAMBODGE.

M. Delaporte, accompagné d'une partie de son personnel, quittait Marseille le 3 octobre 1881 ; dès son arrivée à Saïgon, il a rencontré l'accueil le plus bienveillant de la part de M. Le Myre de Vilers, gouverneur de la Cochinchine, qui mit de suite à sa disposition un bâtiment à vapeur, et lui fit allouer par le Conseil colonial une subvention de 8,000 francs pour les premiers frais de son voyage ; la grande Compagnie de navigation Roque lui offrit ses chaloupes à vapeur, en lui proposant de transporter gratuitement son personnel et son matériel pendant toute la durée des opérations, et M. Fourès, représentant par intérim du Protectorat français au Cambodge, en l'absence de M. Aymonnier, s'employa utilement pour faciliter aux explorateurs leurs derniers préparatifs. De Phnom-Penh, capitale du Cambodge, M. Delaporte se rendit directement aux ruines d'Angkor, et il a pu résoudre enfin le difficile problème de la destination des édifices religieux de cette ancienne métropole de la civilisation indo-chinoise ; ses découvertes l'ont amené à ce résultat aussi intéressant qu'inattendu, que ces anciens temples Khmers étaient voués au brahmanisme. En explorant Angkor-Wat, il a fait dégager dans les parties élevées les chefs-d'œuvre de la sculpture cambodgienne ; des bas-reliefs, jadis brillamment dorés, frontons et encadrements, dont tous les sujets, jusqu'à ceux qui décoraient le sanctuaire le plus intime, sont consacrés aux exploits de Rama et à la gloire de Vichnou ; c'est donc à ce dieu qu'était dédié Angkor-Wat. A Angkor-Tom, il a visité de nouveaux monuments, dans la plupart desquels il a retrouvé encore dans les principaux frontons les exploits de Rama et de Vichnou ; il y a constaté la présence du lingo, emblème de Siva (*phallus* des anciens) ; il a fait déblayer et fouiller l'ancien palais des rois Khmers, œuvre de sculpture grandiose et merveilleuse, dont les terrasses superposées sont ornées de superbes compositions en bas-reliefs ; l'éléphant tricéphale, au corps énorme, Iravâlti, y trône à toutes les places d'honneur, comme aux angles de toutes les portes de la ville où il est monté par le dieu Indra, accompagné de deux Apsaras, ou danseuses célestes de son paradis.

M. Delaporte avait déjà recueilli 300 photographies, 40 moulages et un petit nombre de pièces originales de grande valeur lorsque, à la date du 1^{er} janvier, il a été obligé, ainsi que son second, M. Faraut, ingénieur, et l'un de ses dessinateurs, M. Tille, de céder à la maladie et de regagner Saïgon pour y entrer à l'hôpital ; puis il

a dû s'embarquer sur le premier transport en partance pour la France ; bien que très faible, il a supporté le voyage et il est aujourd'hui en voie de convalescence.

La mission, malgré le départ de son chef, n'en continue pas moins ses travaux : M. Delaporte en a remis le commandement, avec ses instructions, à M. le docteur Ernault, médecin de la marine, qu'assistent M. Ghilardi, chargé des moulages, et M. Laédhric, dessinateur et photographe ; à la date du 16 janvier, les recherches entreprises par les explorateurs se poursuivaient activement ; le personnel réduit à trois Européens, accompagnés de deux interprètes, de douze miliciens indigènes et de quelques mandarins Cambodgiens et Siamois, venait de se mettre en route pour Battabong, d'où il devait repartir bientôt à bord de la canonnière mise à sa disposition par M. Le Myre de Vilers, pour gagner les ruines Nord-Est et pour visiter ensuite les monuments situés sur les rives du Më-Kong. Les opérations pourront être continuées jusqu'au milieu de mars, époque à laquelle la chaleur deviendra trop forte et le temps trop orageux pour qu'il soit possible à des Européens de résister aux intempéries du climat : la mission rentrera probablement en France à la fin d'avril ou au commencement de mai.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Peinture d'amiante incombustible. — Le 14 janvier avaient lieu, dans les terrains du Palais de Cristal, des expériences publiques intéressantes auxquelles le lord maire de Londres, le capitaine des pompiers, M. Shaw, et grand nombre d'invités, journalistes, artistes, directeurs de théâtres, etc., étaient présents.

Ces expériences, étaient conduites sous les auspices de la *United Asbestos Company*, propriétaire de l'invention pour la peinture d'amiante. La première expérience consistait à soumettre à l'action du feu des matières essentiellement inflammables telles que coton, tissus, tulie, etc, une moitié à l'état naturel, l'autre moitié peinte à l'amiante. Les articles non protégés étaient dévorés en un clin d'œil, les flammes les parcourant en tous sens, tandis que les autres, peints à l'amiante, étaient calcinés par le même procédé, mais sans prendre feu ni donner lieu à aucune flamme. La deuxième expérience consistait à placer sur deux foyers ardents des bûches peintes et non peintes ; les dernières ont été rapidement consumées, tandis que les premières ont pendant longtemps résisté à l'action du feu et, des ampoules s'étant produites sur les faces peintes, les gaz provenant de la distillation du bois s'échappaient en brûlant, l'intérieur des bûches se carbonisant par une sorte de distillation, tandis que l'extérieur restait intact et formait une enveloppe conservant la forme primitive. Dans l'expérience qui suivit, deux petits théâtres, avec leurs accessoires, portants, décors, cordages, échelles, étaient soumis à l'action des flammes. L'exemplaire non peint a été brûlé à la manière

ordinaire et n'a bientôt été qu'une masse de débris brûlants; le théâtre peint a résisté à l'action du feu pendant un temps très long, malgré une alimentation active de copeaux et autres matières inflammables. Les toiles et tulles, consumées en premier lieu n'ont, comme dans la première expérience, fait qu'être lentement calcinées, les accessoires tels que cordages, échelles, etc., ont résisté, un homme étant, à la fin de l'expérience, monté sur l'échelle double qui n'avait cessé d'être entourée de flammes et sautant dessus à pieds joints, à plusieurs reprises, pour démontrer sa solidité. Un mannequin que l'on remplissait constamment de copeaux et posé sur des masses de copeaux brûlants sur le sol de la scène, n'a pas donné un seul instant signe d'inflammation; quant à la charpente du théâtre, elle a positivement refusé de brûler. Deux hangars ont fait aussi l'objet de l'expérience, dans les mêmes conditions et avec les mêmes résultats.

Cette démonstration a obtenu un grand succès et a vivement impressionné tous les spectateurs présents.

Une sécurité inespérée jusqu'alors semble maintenant assurée aux théâtres. D'une part l'éclairage électrique fait disparaître tous les dangers attachés à l'emploi du gaz, car, même en l'absence de peinture d'amiante, les décors n'étant plus desséchés comme par le passé par la chaleur du gaz et transformés, en quelque sorte, en bois d'allumettes chimiques, cessent d'être aussi inflammables. D'autre part, l'application facile d'un produit non dispendieux, rend les décors sinon absolument incombustibles, du moins les protège de telle façon que leur combustion soit longue à se décider et lente une fois commencée. La sécurité due à l'application de l'amiante résulte, pour ce qui concerne les théâtres, des deux faits que les articles ainsi protégés, ne peuvent ni prendre feu soudainement, ni flamber, causes générales des paniques; et que lorsqu'ils sont attaqués par le feu, ils brûlent lentement et sans manifestations extérieures, ce qui donnera toujours le temps au public de s'écouler en bon ordre avant qu'un incendie ait atteint des proportions dangereuses. Tous les théâtres du Palais de Cristal et leurs accessoires ont été peints récemment avec la peinture d'amiante.

(*L'Electricien.*)

Laque et papier japonais. — Les fabrications de la laque et du papier, deux industries pour lesquelles les Japonais sont justement renommés, ont fourni un objet spécial d'étude à Sir E. J. Reed, dans le récent voyage qu'il a fait à la *Flowery Land* (Terre fleurie). Les détails suivants sont empruntés aux Notes de ce voyageur :

On applique ordinairement la laque japonaise sur des objets en bois, et non sur des objets en *papier mâché*, comme le croient beaucoup de personnes. Cette laque est fournie par la sève de la *rhus vernicifera*, que l'on met à l'état naturel dans de grandes cuves en bois, où on la remue au soleil avec une large spatule jusqu'à ce que l'eau qu'elle contient en excès soit évaporée. Dans certains cas on fait subir au vernis ainsi produit un filtrage soigneux; dans d'autres, on le mélange avec du sulfate de fer, du vermillon, de l'oxyde rouge de fer ou de l'indigo; on emploie aussi de l'huile et de

la pierre pulvérisée. On fait entrer dans la composition de quelques vernis inférieurs une proportion considérable d'une espèce de pâte faite avec du riz. Il y a une douzaine de méthodes d'employer les divers vernis, elles varient suivant la nature de l'objet à produire. Dans la meilleure laque, on applique des couches nombreuses qui sont successivement séchées et polies. On fait les premiers polissages avec une pierre nommée *rsu chisnada* (excellente pour les rasoirs), les seconds sont effectués au moyen de l'eau et d'un charbon fabriqué avec l'*andromeda ovalifolia*, et les derniers avec de la corne de cerf pulvérisée. Tous les polissages sont faits à la main. Lorsqu'on emploie l'or sur des laques à surfaces unies, qui ne doivent pas avoir de reliefs, on procède de la manière suivante : — Le dessin à produire est tracé sur une feuille de papier ; puis on renverse cette feuille qui porte répétés sur son côté opposé les lignes et autres traits du dessin, dans un mélange de vernis et de vermillon ramolli sur un feu doux. On applique ensuite cette face du papier sur la laque à décorer, et l'on frotte et presse dessus avec une petite spatule en bambou. On aide le transport du modèle du papier sur la surface laquée en tapant doucement avec un sachet en soie contenant de la pierre en poudre. Puis on enlève la pellicule de papier, qui peut servir de nouveau si on le désire. On fait disparaître avec la poudre de charbon le léger relief que le modèle produit sur la laque, et le dessin, lui seul, est légèrement couvert d'une couche mince d'un vernis séchant rapidement. On applique ensuite l'or en poudre sur la surface moite au moyen d'un pinceau en poil de chameau, si la poudre est fine, et au moyen d'un petit tube si elle est comparativement grossière et lourde. On met ensuite sécher l'objet pendant un jour dans un endroit chaud, comme on le fait pour le séchage de la laque ordinaire. On couvre alors le dessin d'une couche très mince de vernis ; on l'applique au moyen d'une feuille de papier trempée dans ce vernis que l'on passe très délicatement sur l'objet et que l'on remet ensuite sécher dans l'étuve. Il reçoit, en outre, des couches extrêmement légères de vernis et puis des polissages avant d'être complètement terminé. On applique l'argent en poudre de la même manière. Si l'or et l'argent doivent recouvrir du dessin en relief, les détails du procédé varient considérablement, mais l'application des métaux s'effectue en substance de la même manière. Lorsque ces deux métaux sont employés en feuilles, on étend celles-ci sur les surfaces vernies qu'on a préparées pour le recevoir, et l'on procède de la façon ordinaire, le vernis jouant le rôle d'une colle qui fixe la feuille métallique. Lorsqu'on se sert de nacre pour une incrustation de laque, on l'applique pendant le vernissage, au début si elle est épaisse, et plus tard si elle est mince, et l'on procède au polissage final jusqu'à ce que la nacre devienne visible à la surface.

Papier. — Outre les papiers faits de chiffons et de débris de cartes par les méthodes européennes, les vrais papiers japonais sont produits avec certaines matières limitées, dont les principales sont l'*Hishi*, provenant du *Gampi* (*Wickstramia canerceus*) et de plantes de la même famille, et le *Kokuski* tiré du *Kozo*, *Kodzu* ou mûrier à papier (*Broussonetia papyrifera*), qui est la plus importante. Le traitement du *Kozo* destiné à

la fabrication du papier se fait de la manière suivante : — On coupe les plantes de trois longueurs de 30 centimètres, et on les soumet à la vapeur dans un grand bouilleur contenant un peu d'eau bouillante; puis on enlève l'écorce et on la fait tremper dans l'eau; on racle avec un couteau la peau extérieure noirâtre, et l'on emploie ces grattages pour faire du papier inférieur. L'écorce raclée et nettoyée est soigneusement lavée dans l'eau courante et puis exposée au soleil jusqu'à ce qu'elle soit devenue suffisamment blanche. Après cela, on la fait bouillir dans une lessive formée avec des cendres de sarrasin, pour enlever les substances gommeuses et résineuses. Les fibres se séparent alors très facilement. Après avoir retranché les nœuds excessivement durs, l'ouvrier réduit la fibre en pulpe en la battant avec un maillet en bois sur des blocs de pierre. On recueille cette pulpe dans des cuves remplies de la quantité d'eau nécessaire, à laquelle on ajoute une substance laiteuse préparée avec de la fleur de riz et une décoction gommeuse extraite de l'écorce du *Nori-noki* (*Hydranyca paniculata*) ou de la racine du *Tororo* (*Tororo hibiscus*). Lorsque la pulpe a suffisamment trempé dans ce mélange, on l'étend en feuilles en employant de fins tamis de bambou ou de soie. Après égouttage parfait, les feuilles sont transportées par le moyen de brosses sur les planches à sécher.

On emploie des procédés semblables pour fabriquer du papier avec le *Gampi*. Le produit est très fin et souple, il convient admirablement pour faire des transports et des calques, et de plus il a l'avantage de ne pas être attaqué par les vers. On fait aussi du papier avec la *miten-mata* (*Edgworthia papyrifera*).

(*Journal of the Society of Arts.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 14 avril 1882.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — M. *Cabanis*, rue de Reuilly, 67, propose un moyen d'arrêt pour les trains de chemins de fer, plus simple, plus énergique, moins cher, plus instantané que tous ceux qui ont été proposés jusqu'ici; il demande qu'on lui indique les démarches qu'il y aurait à faire pour le communiquer à la Société. (Arts mécaniques.)

M. le *Ministre du commerce* adresse, pour la bibliothèque de la Société, deux exemplaires du tome XXII du *Recueil des brevets d'invention* et deux exemplaires des n° 7 et 8 (1^{re} et 2^e partie) du *Catalogue des brevets d'invention* pris en 1881. (Bibliothèque.)

M. *Casalonga*, ingénieur, rue des Halles, 15, envoie à la Société l'ensemble des numéros de son journal (*Chronique industrielle*) pendant le 1^{er} trimestre de l'année 1882. (Dépôt à la bibliothèque.)

M. *Simon* (G.-E.), rue de Crimée, 3, adresse à la Société une Notice pour les agriculteurs et éleveurs sur l'emportement du cheval et les moyens de le maîtriser et de le dresser. (Comité de l'agriculture.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Frein pour trains de chemins de fer*. — Rapport présenté, au nom du comité des arts mécaniques, par M. *Baude*, sur le frein agissant par le vide, de MM. *Martin* et *Du Tremblay*.

Les conclusions de ce Rapport sont approuvées par le Conseil.

Anémomètres enregistreurs. — Rapport présenté par M. *Haton de la Goupilliére*, membre du Conseil, au nom du comité des arts mécaniques, sur les anémomètres enregistreurs de M. *Eugène Bourdon*.

Le comité des arts mécaniques propose de remercier M. *Eugène Bourdon* de sa très intéressante communication, et d'ordonner l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin*, avec les planches et bois nécessaires à l'appui.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Moufle mobile pour peinture sur faïence. — M. *Dumas* (Ern.) lit, au nom du comité des beaux-arts, un Rapport sur le moufle mobile pour la cuisson des peintures sur porcelaine et sur faïence, que M. *Prévost*, de Bergerac, a présenté et fait fonctionner devant la Société le 23 décembre 1881.

Le comité des beaux-arts propose de voter l'insertion au *Bulletin* du présent Rapport, avec les dessins représentant l'appareil *Prévost*, à qui il adresse ses remerciements pour cette communication.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Balance dynamométrique. — M. *Collignon* fait, au nom du comité des arts mécaniques, un Rapport sur la balance dynamométrique de M. *N. J. Raffard*, membre de la Société, rue Vivienne, 16, à Paris.

Le comité des arts mécaniques propose de remercier M. *Raffard* de son intéressante communication, et de voter l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société, avec les dessins des appareils qui y sont décrits et les légendes explicatives.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Éclairage électrique*. — M. *Solignac*, électricien, rue Saint-Maur (Popincourt), 208, à Paris, présente à la Société une lampe électrique, dont le régulateur est fondé sur les variations de température de l'arc voltaïque lorsque la longueur de cet arc vient à se modifier.

M. le *Président* remercie M. *Solignac* de cette présentation dont il renvoie l'exposé au comité des arts économiques.

Installation de relations téléphoniques dans les villes. — M. *Lartigue*, rue des

Petits-Champs, 66, à Paris, fait une communication sur le système de correspondance téléphonique adopté dans la ville de Paris, et sur les résultats obtenus pour la transmission de la musique à l'Exposition d'électricité.

M. le *Président* remercie M. *Lartigue* des intéressants détails qu'il a donnés au Conseil de la Société et charge le comité des arts économiques d'en faire l'étude et de présenter un Rapport au Conseil à ce sujet.

Séance du 28 avril 1882.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — M. *Delaurier* (Émile), ingénieur, rue Daguerre, 77, à Paris. Mémoire sur une lampe électrique à foyer fixe et sans régulateur. (Arts économiques.)

MM. *Besson* et comp., rue des Petits-Champs, 36, à Paris. Description et annonce des avantages du nouveau chauffage par l'eau et l'air pur, suivant le système *Lemeunier*. (Arts mécaniques.)

M. *Dupuy* (C.), ingénieur, rue Condorcet, 17, à Lisieux, annonce la présentation faite en son nom par M. *Reynier*, d'une locomotive électrique actionnée par des accumulateurs. (Arts économiques.)

M. *Grimat* (F.), ingénieur, rue de Marseille, 11, à Paris. Dessins et description d'un appareil avertisseur pour la sécurité des voyageurs en chemin de fer. (Arts mécaniques.)

M. *Coret* (Aug.), mécanicien, cours Charlemagne, 8, à Lyon. Perfectionnements des machines à rainer les planches dites *toupies*. (Arts mécaniques.)

M. *Ardisson* (Annibal), ancien officier de marine, boulevard Magenta, 111, à Paris. Mémoire et brochure sur les moyens de diriger les ballons. (Arts mécaniques.)

M. *Hirn* (G. A.), membre correspondant du Conseil. Exemple d'une brochure intitulée : *Résumé des observations météorologiques faites en quatre points du Haut-Rhin et des Vosges*. (Bibliothèque.)

M. *Blavier*, ancien ingénieur des mines, à Angers, envoie à la Société trois brochures : 1° sur l'éclairage électrique des ardoisières d'Angers; 2° sur le régime climatologique du littoral océanien de France et sur la disparition de la sardine depuis 1880; 3° sur les tarifs des chemins de fer. (Des remerciements seront adressés au nom du Conseil et les brochures seront déposées à la bibliothèque.)

M. *Prévost* (A.), à Bergerac (Dordogne). Traité pratique de la peinture du vitrail. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Joly* (Ch.). Note sur les importations et les exportations des fruits et légumes de 1879 à 1881. (Agriculture.)

M. *Husson* (L.) (de Toul), chez M. *David*, libraire, quai des Grands-Augustins, 49. L'alimentation animale — la viande. (Agriculture.)

M. *Lemercier de Jonvelle*, rue de la Grange-Batelière, 16, annonce à la Société les succès de son institut polyglotte. (Commerce.)

M. *Davanne* présente, ainsi qu'il suit, au nom de M. *Latry*, un nouveau genre de papier pour dessins d'album :

« J'ai l'honneur de présenter à la Société, de la part de M. *Latry*, fabricant de papier couché et de carte au blanc de zinc, des papiers à teintes superposées à l'usage des artistes.

« Ces papiers diffèrent de ceux déjà connus en ce que les teintes ne sont pas obtenues à la presse par un dépôt mince de couleur, mais par des couches successives et relativement épaisses d'encollages ; l'artiste peut faire apparaître ces diverses teintes au moyen du grattoir. On arrive ainsi à produire des effets d'une grande finesse, des enlevages vigoureux qui seraient peut-être plus difficilement rendus par tout autre moyen. »

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Culture du dattier dans l'Algérie orientale*. — M. *Boitel* fait, au nom du comité de l'agriculture, un Rapport sur les documents fournis par M. *Jus*, directeur des sondages algériens, au sujet de l'irrigation par puits artésiens et de la culture du dattier dans l'Algérie orientale.

Le comité d'agriculture attachant une grande importance aux travaux dirigés par M. *Jus*, et aux renseignements consignés dans les Notices qu'il a transmises à la Société d'encouragement, propose de le remercier de son intéressante communication et d'insérer le présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — M. *Émile Reynier*, ingénieur électricien, fait à la Société une communication sur la locomotive électrique construite par M. *Clovis Dupuy*, ingénieur de la blanchisserie Duchenne-Fournet, à le Breuil-en-Auge (Calvados).

M. le *Président* remercie M. *Reynier* (Émile) de cette communication, qui est renvoyée à l'examen du comité des arts économiques.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société : M. *Reynier* (Émile), ingénieur électricien, à Paris ; M. *Rousset* (Édouard), directeur de journaux industriels, à Paris ; M. *Krebs*, capitaine d'artillerie, à Paris.

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.

Fig. 1.

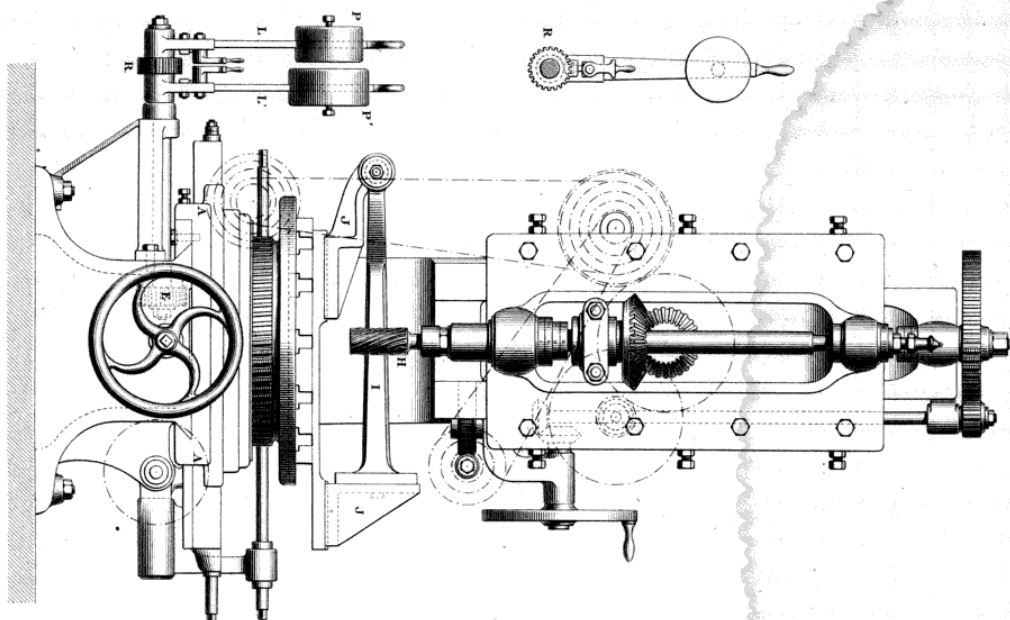


Fig. 2.

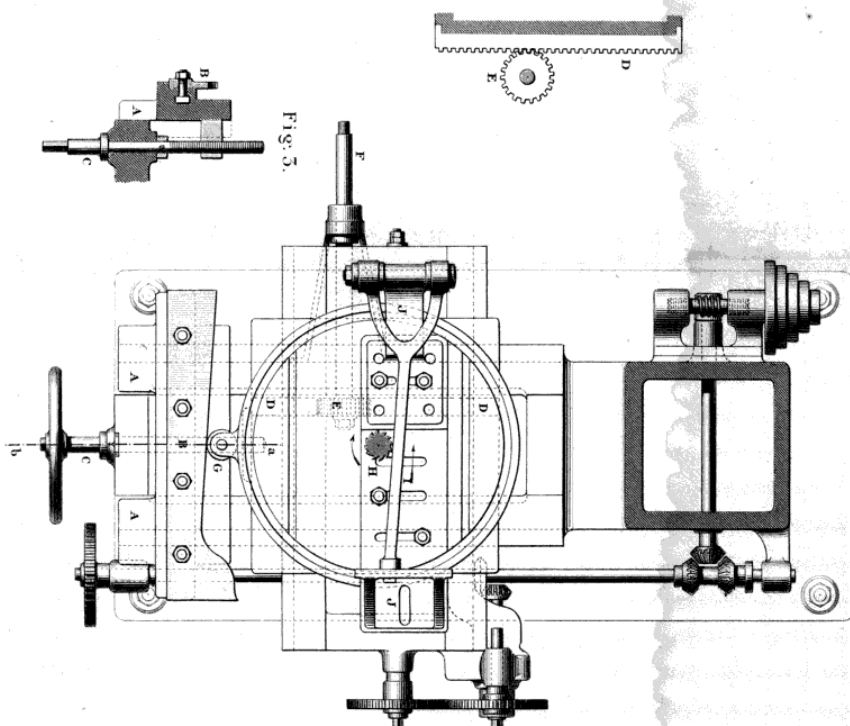
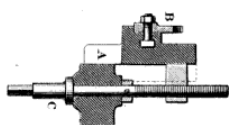


Fig. 3.



Échelle de 0 à 1 Mètre
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 mètre

Imp. H. Tassin, Paris.

L. Chausson et Fournier, etc.

MACHINE À FRAISER DE M^r DESGRANDCHAMPS.

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

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT fait par M. COLLIGNON, au nom du comité des arts mécaniques, sur la
BALANCE DYNAMOMÉTRIQUE de M. N.-J. RAFFARD, membre de la Société.

Messieurs, vous vous rappelez sans doute l'élégante solution présentée, il y a deux ans, à la Société d'encouragement par M. J. Carpentier, pour le problème de la mesure du travail mécanique dans les moteurs de faible puissance. Elle consiste à substituer au frein de *Prôny*, généralement employé pour une recherche de cette nature, un *frein funiculaire automatique*, formé de deux poulies montées l'une à côté de l'autre sur l'arbre tournant du moteur. L'une de ces poulies, A, est calée sur l'arbre, tandis que l'autre, B, est une simple poulie folle, et n'est pas entraînée par le mouvement de la machine. Deux fils s'attachent au pourtour de la poulie B : l'un soutient un poids P ; l'autre, à l'extrémité duquel est suspendu un autre poids p , s'attache à un crochet dévié, qui le ramène dans la gorge de la poulie A. Dès que l'arbre tournant est mis en mouvement, la poulie A tend à entraîner, par adhérence, le fil tendu à sa surface. Mais bientôt l'entraînement s'arrête, et la poulie glisse au contact du fil, tandis que la seconde poulie B reste immobile, sous l'action du poids P et de la tension développée dans le fil par le poids p et le frottement de la poulie A. La différence $P - p$ mesure la valeur du frottement, et pour avoir le travail cherché, il suffit de la multiplier par le glissement du fil. Comme le frottement d'un fil appliqué sur une surface fixe croît beaucoup plus vite que l'arc embrassé, de petites altérations dans la position de la poulie folle entraînent des différences appréciables dans la

tension réalisée, circonstance qui suffit pour assurer une grande sensibilité à l'appareil.

M. Raffard, membre de la Société, a introduit dans le frein *Carpentier* quelques perfectionnements de détail ; il a créé ainsi un type de *balance dynamométrique*, dont votre comité des arts mécaniques est appelé à vous rendre compte. Comme le frein *Carpentier*, la balance de M. Raffard se prête à la mesure des petites forces, mais elle s'applique aussi à l'évaluation de travaux plus considérables, jusqu'à une limite qu'on peut évaluer à 6 chevaux. Le nouvel appareil possède une symétrie qui n'existait pas, à l'origine, dans l'appareil funiculaire, et qui améliore dans une certaine mesure les conditions dans lesquelles il est appelé à agir. La poulie Best dédoublée et remplacée par deux poulies folles, entre lesquelles est placée la poulie A. Aux fils de l'appareil *Carpentier*, M. Raffard substitue des lanières en tresse plate, qui s'appliquent à la surface des tambours cylindriques tenant lieu des poulies, au lieu de s'engager comme les fils dans le creux de poulies à gorge. La balance comporte trois lanières, attachées toutes trois à un même arrêt faisant corps avec la double poulie folle ; l'une, *a*, celle qui subit le glissement du cylindre mobile, porte le poids *p* ; les deux autres, *b*, s'attachent à un même levier, qui leur transmet l'action du contrepoids *P*. Toutes les trois se détachent, suivant une seule et même génératrice, des tambours à la surface desquels elles s'appliquent. Grâce à ces dispositions, on supprime entièrement l'action latérale due à la déviation subie par le fil en passant d'une poulie à l'autre, et le frottement que cette action latérale développe sur les paliers de l'arbre tournant. Un joint de Cardan sert à prolonger, par l'arbre de la balance, l'arbre de la machine soumise aux essais, et évite l'obligation de caler effectivement les poulies sur l'arbre moteur lui-même.

Dynamomètre Hefner-Alteneck. — Ces diverses solutions s'appliquent particulièrement à l'évaluation du travail des moteurs électriques, et il ne sera pas sans intérêt, croyons-nous, de donner, à ce propos, quelques indications sur un autre appareil destiné à de semblables recherches. Nous voulons parler du dynamomètre de M. Hefner-Alteneck, qui permet de mesurer le travail transmis à une machine, non pas en opérant sur l'arbre tournant, comme dans le frein de *Prôny* ou le frein funiculaire, mais bien sur la courroie qui met cet arbre en mouvement.

Le travail transmis par une courroie qui réunit deux tambours est égal au produit de deux facteurs, dont l'un est la différence entre les tensions développées dans le brin moteur et dans le brin résistant, et dont l'autre est l'es-

pace parcouru par la courroie, ou par les circonférences des tambours sur lesquels elle s'applique. Si l'on suppose connue la vitesse des tambours, le problème de la détermination du travail revient à évaluer la différence des deux tensions.

Imaginons qu'on rapproche les deux brins de la courroie, en les faisant passer entre deux poulies additionnelles suffisamment voisines, montées à distance invariable sur un support fixe, le long duquel leur ensemble est libre de glisser. Le brin moteur et le brin résistant sont infléchis par là de manière à dessiner des angles, et la tension du premier étant toujours plus grande que celle du second, le système des deux poulies additionnelles ne peut rester immobile dans sa position symétrique par rapport à la ligne des centres des deux tambours que la courroie relie l'un à l'autre; sous l'action de ces tensions inégales, l'angle du brin le plus tendu doit s'ouvrir, tandis que l'angle du brin le moins tendu doit se fermer, jusqu'à ce que les efforts transmis aux deux poulies additionnelles soient devenus égaux et se fassent équilibre. La courroie, perdant sa symétrie par rapport à la ligne des centres, se jette, en définitive, du côté du brin moteur. Mais on peut la ramener à sa position moyenne, en agissant sur un ressort gradué, qui, par l'intermédiaire d'une échelle, fait connaître l'effort qu'on exerce sur les deux poulies. Une vis permet de le tendre plus ou moins, jusqu'à ce que la symétrie des deux brins soit rétablie. L'effort développé est proportionnel à la différence des tensions, et fait connaître le second facteur du produit qui mesure le travail cherché.

Tel est le premier appareil dynamométrique imaginé par M. de Hefner-Alteneck. L'inventeur l'a perfectionné depuis, de manière à en rendre le maniement plus commode; ces perfectionnements ont permis de l'appliquer à la mesure de la puissance des machines dynamo-électriques, notamment dans les usines de MM. Siemens et Halske, à Berlin.

Le nouvel appareil se compose d'un châssis rigide, portant six poulies à centres fixes, symétriquement distribuées, et une septième poulie, qui est montée sur un bras mobile articulé en un point du châssis. Les six premières poulies servent seulement à diriger les deux brins de la courroie, de telle manière qu'ils arrivent tous deux au contact de la septième poulie sous des inclinaisons égales et bien déterminées. L'interposition de ces nouveaux organes modifie sans doute les tensions des deux brins, mais elle n'en altère pas notablement la différence, c'est-à-dire l'élément qu'il est essentiel d'obtenir. La septième poulie, supposée ramenée à sa position moyenne, se trouve donc

sollicitée par deux forces inégales, proportionnelles, l'une à la tension du brin moteur, l'autre à la tension du brin résistant. Pour la maintenir dans cette position moyenne, il faut exercer sur le bras mobile une action latérale, que l'on produit au moyen d'un ressort dont la tension se lit sur une échelle graduée. L'appareil étant placé horizontalement, il est nécessaire d'y ajouter un contrepoids pour équilibrer le poids propre de la septième poulie et de sa monture. On se sert, à cet effet, d'un levier conjugué au bras qui porte cette poulie ; ce levier remplit en même temps le rôle de curseur, et doit être ramené en face d'un trait qui définit la position moyenne. Un frein hydraulique, consistant en un petit corps de pompe plein d'eau, au dedans duquel se meut un piston à frottement libre, contribue à modérer les soubresauts de la septième poulie, et à rendre plus facile l'opération du repérage.

Cet appareil a fourni les meilleurs résultats, et a fait preuve d'une grande sensibilité. Comme dans le frein *Carpentier*, comme dans la balance *Raffard*, il ramène la mesure du travail à la recherche d'une différence de tensions, qu'il n'y a plus qu'à multiplier par le chemin décrit.

Nous vous proposerons, Messieurs, de remercier M. Raffard de son intéressante communication, et de voter l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société, avec les dessins des appareils qui y sont décrits et les légendes explicatives.

Signé : ED. COLLIGNON, rapporteur.

Approuvé en séance, le 14 avril 1882.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 143 A, RELATIVE A LA BALANCE DYNAMOMÉTRIQUE
DE M. N.-J. RAFFARD.

Fig. 1. Vue de face de la balance dynamométrique avec section par un plan perpendiculaire à l'axe du frein.

Fig. 2. Vue de profil avec section verticale de la charpente et du réservoir d'eau.

A, tambour cylindrique calé sur l'arbre tournant.

a, sangle embrassant le tambour A ; elle est tendue par le poids p , l'effort causé par le frottement qu'elle exerce est transmis à l'étrier C, auquel elle est fixée.

B, poulies folles sur l'arbre tournant.

b, sangles passant sous les poulies B ; elles sont fixées au fléau T, et à l'étrier C, auquel elles transmettent l'effort exercé par P.

C, étrier, barre méplate dont les bouts recourbés d'équerre sont en forme de chape ; ces chapes s'articulent sur les douilles des poulies B.

D, manchons calés sur l'arbre tournant, destinés à recevoir l'articulation du joint de Cardan de l'arbre intermédiaire D'.

D', arbre intermédiaire portant une douille d'allongement, deux joints de Cardan, et un manchon à vis qui sert à le fixer au moteur à essayer; cet arbre est ajusté de manière à aller au besoin sur l'un ou l'autre des manchons D, selon le sens de la rotation du moteur à expérimenter.

e, contrepoids fixés aux branches de l'étrier pour l'équilibrer par rapport à l'axe du frein.

f, réservoir contenant l'eau destinée à lubrifier et refroidir le tambour et les sangles.

P, poids maintenu en équilibre par le poids tendeur p , auquel s'ajoute l'effort produit par le frottement du tambour sur la sangle α .

p , poids tendeur de la sangle α .

T, fléau transmettant à l'étrier C l'effort du poids P.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 143 B, RELATIVE AU DYNAMOMÈTRE DE HEFNER-ALTENECK.

Fig. 1. Ensemble de la disposition primitive du dynamomètre.

O, O', poulies recevant la courroie de transmission.

P, P', poulies du dynamomètre fixées à une distance invariable et tendant les deux brins de la courroie.

Ces poulies doivent être maintenues dans une position symétrique par rapport à la ligne des centres des poulies O et O'. La poulie O transmettant à la courroie le mouvement indiqué par la flèche, la poulie P tend à s'éloigner de la ligne des centres, et P' tend à s'en rapprocher.

r , ressort destiné à ramener les poulies P et P' dans leur position normale.

v , vis de réglage du ressort r .

n , repère indiquant que les poulies du dynamomètre sont dans leur position normale.

t , règle indiquant la tension du ressort.

Fig. 2. Ensemble de la nouvelle disposition du dynamomètre.

a, b, c, d, e, f , poulies fixes dont les axes sont parallèles.

g , poulie fixée sur une chape mobile autour de l'axe de la poulie e .

p , contrepoids du levier qui ramène la poulie g dans sa position normale, c'est-à-dire, dans une position telle que les axes de e, f, g soient dans un même plan.

n , repère indiquant la position normale de la poulie g .

r , ressort tendant à maintenir cette poulie dans sa position normale.

v , vis de réglage du ressort r .

t , règle indiquant la tension du ressort.

m , piston plongeant dans un corps de pompe; ce piston en se mouvant dans l'eau sert à modérer les mouvements brusques de la poulie g .

Fig. 3. Vue de face du dynamomètre.

Fig. 4. Plan du dynamomètre.

Dans ces deux figures, les organes indiqués dans la figure 2 sont désignés par les mêmes lettres.

AGRICULTURE.

CONFÉRENCE SUR LE PHYLLOXERA

FAITE A LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE, LE 1^{er} AVRIL 1882,
PAR M. J.-A. BARRAL, SECRÉTAIRE PERPÉTUEL DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE D'AGRICULTURE,
MEMBRE DU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT ET DE LA COMMISSION SUPÉ-
RIEURE DU PHYLLOXERA (1).

Mesdames, Messieurs,

Je viens vous raconter une des plus cruelles crises de l'agriculture française, je pourrais dire du monde entier, car le fléau est partout menaçant, crise des plus inattendues, des plus singulières par ses phases, des plus terribles par ses conséquences, si, à force d'énergie, on ne parvenait pas à vaincre l'ennemi. Vous savez toute la richesse de la viticulture française. Plus de 2 millions et demi d'hectares, produisant en moyenne une récolte de 30 à 40 hectolitres de vin, pour une valeur brute de 1000 à 1200 francs, soit une valeur totale annuelle d'environ 3 milliards de francs ! C'est ce revenu considérable, environ le cinquième de toute la production agricole de la France, qu'a violemment atteint, et que menace même d'anéantir un insecte microscopique dont les légions ont envahi nos vignes.

Comment le fléau s'est-il produit ? Quelles sont les armes qui permettent de le combattre ? Peut-on espérer d'en triompher ? — Répondre à ces questions, tel est le but de cette conférence. Je dois remercier mon vénéré maître, M. Dumas, le président illustre de la Société d'encouragement, d'avoir été appelé à le faire devant vous. Pourvu que je puisse, en vous intéressant, répondre à sa pensée !

Pour mettre de l'ordre dans mon exposé, je vous raconterai d'abord l'origine du mal et la découverte de sa cause. Je prouverai que cette cause est un insecte ; j'en donnerai la description et j'en esquisserai les mœurs. En troisième lieu, je vous ferai connaître le développement de l'invasion en France et à l'étranger, les conséquences fatales qu'elle a entraînées. Je passerai alors à l'étude des moyens de défense ; j'expliquerai comment la lutte s'est engagée et se poursuit, par l'entente et les efforts combinés du gouvernement, de la science, de l'initiative individuelle. Je

(1) On a laissé à cette conférence les allures de l'improvisation, telles que la sténographie les a recueillies.

tirerai enfin, — ou plutôt car j'espère que la vérité vous apparaîtra clairement, — vous tirerez vous-mêmes les conclusions de mon exposé; les expériences qui vous auront été décrites vous paraîtront décisives. Vous serez convaincus, vous déclarerez avec moi que la victoire pourra être désormais certaine pour ceux qui lutteront avec énergie, victoire heureuse, remportée en quelques années, parce que les sciences sont aujourd'hui arrivées à ce point qu'elles ont pu jeter la lumière sur la vie d'un être extrêmement singulier, comme vous le verrez, et qu'elles ont pu doter les vigneron d'instruments et d'appareils propres à l'atteindre dans ses phases multiples et dans ses pérégrinations. — Que de ruines ont dû être subies avant que l'on soit arrivé à ce résultat, car le fléau a d'abord marché plus vite que la science; mais aujourd'hui la reconstitution des vignes détruites s'opère rapidement, et partout où le mal apparaît, on peut lutter avec succès. Les pays étrangers profitent des travaux de la science française; grâce aux résultats obtenus chez nous, la viticulture du monde entier renaît à l'espoir.

I.

Il y a vingt ans, la viticulture française, et surtout la viticulture méridionale, traversait une phase de prospérité réellement admirable. La création et la multiplication des voies de communications rapides avaient permis aux vins français de pénétrer dans toutes les parties du monde où ils étaient avidement recherchés. Quelle est, en effet, la contrée où l'on ne connaît pas les vins de Bordeaux, de Bourgogne, de Champagne? Le Languedoc et la Provence notamment s'étaient couverts d'immenses étendues de vignes dont les pampres chargeaient les coteaux et les plaines d'un éclatant manteau de verdure. Sur toutes les voies ferrées, de vastes hangars avaient été construits pour emmagasiner les innombrables futailles renfermant le précieux liquide. La valeur du sol avait presque décuplé; la prospérité était partout, chez le propriétaire comme chez le vigneron et le simple tâcheron. L'oidium, qui, vers 1850, s'était abattu sur les vignes, avait été rapidement vaincu par la découverte de l'action toxique du soufre sur ce champignon. Aucune tache au tableau, rien qui fit prévoir une décadence, même lointaine.

Tout à coup, en 1865 et 1866, voici que, dans les départements du Gard et de Vaucluse, les vigneron constatent avec terreur que quelques vignes sont atteintes par un mal inconnu. Plusieurs ceps restaient rabougris, avec des sarments courts et maigres; ceux-ci, au lieu de couvrir le sol comme une verte prairie, ne s'éloignaient plus de la souche que de quelques décimètres ou même quelques centimètres seulement; les raisins avortaient, les feuilles jaunissaient au milieu de l'été. L'année suivante, le mal était plus grand: il gagnait de proche en proche les souches environnantes, grandissant au milieu des vignes, comme une tache d'huile sur le papier, et envahissant bientôt toute la surface, respectant d'abord çà et là quelques pieds, mais pour

les atteindre bientôt. Au bout de deux ans, sur de vastes surfaces, les vignes expiraient; les souches arrachées montraient les racines décomposées et pourries.

Des faits analogues se produisaient presque simultanément sur quelques points du Bordelais et aux environs de Cognac : mêmes symptômes, mêmes effets que dans la région du Sud-Est. Les ceps atteints n'ont rien donné; c'est du bois absolument mort. Des centaines d'hectares sont bientôt ravagés comme par un incendie.

Un cri de détresse s'échappa alors de la bouche des viticulteurs : La vigne est malade, la ruine est à nos portes. Les lettres écrites, à cette date, des localités atteintes, sont réellement attendrissantes à lire; elles expriment, en termes éloquents, l'anxiété qui règne partout; elles demandent une explication, une lueur d'espoir pour le vignoble dont non seulement les produits disparaissent, mais dont l'existence est atteinte.

Quelle est la cause de ce mal terrible? On cherche de tous les côtés; les associations agricoles s'émeuvent, et font visiter les vignes atteintes. Celles-ci sont malades, telle est la première réponse, et l'on se demande pourquoi elles sont malades. Tour à tour on accuse les météores, l'humidité, la sécheresse, l'épuisement du sol, l'abus de la culture de la vigne, la production démesurée des raisins, etc., etc. Il faut arriver au mois de juillet 1868, pour que le doigt soit mis sur la plaie. MM. Gaston Bazille, Planchon et Sahut, délégués par la Société d'agriculture de l'Hérault pour visiter les vignes, aperçoivent, pour la première fois, sur des racines de vignes atteintes, à Saint-Remy, un insecte, jusqu'alors inconnu, que M. Planchon détermine, et auquel il donne le nom de *Phylloxera vastatrix*. Puis, partout où ils vont, à Graveson, à Arles, à Orange, ils le trouvent, en légions nombreuses, sur les racines des vignes. Mais cet insecte est-il cause ou effet de la maladie des vignes? n'y a-t-il pas simple concomitance avec le fléau qui frappe le viticulteur? Les opinions sont alors partagées sur ce point; toutefois, la vérité apparaît bientôt. En effet, des expériences directes démontrent que la vigne devient malade toutes les fois que l'insecte est transporté sur ses racines. Dès lors, il n'y a plus de doute pour les esprits observateurs. La vigne n'est pas malade; elle est envahie par un parasite; si l'on supprime celui-ci, elle revient à la santé : *ablata causa, tollitur effectus*. Toutefois, ce n'est pas sans peine que cette vérité a été admise par la généralité des viticulteurs; il s'en trouve encore malheureusement quelques-uns aujourd'hui qui se refusent à admettre que le phylloxera soit autre chose qu'un effet de la dégénérescence des vignes.

Ici, d'autres questions surgissent. Comment se fait-il que cet insecte microscopique, que l'on ne peut découvrir sur les racines de la vigne qu'à l'aide d'une loupe, absolument invisible à l'œil nu pour ceux qui ne le connaissent pas, et à peine visible pour ceux qui l'ont vu, ait apparu tout d'un coup, et qu'il ait pu se multiplier au point de détruire rapidement de grandes surfaces de vignes? Jamais on ne l'avait vu, d'où sortait-il? — Les études commencèrent aussitôt; les entomologistes les plus habiles se mirent à l'œuvre. Mais ces études furent longues, parce qu'elles présentaient de grandes difficultés; aujourd'hui, elles ont jeté un vif jour sur l'histoire de l'invasion, de

telle sorte qu'il est possible de suivre celle-ci pas à pas. Je dois rendre hommage en passant aux travaux des naturalistes qui ont permis d'obtenir la lumière, à ceux de M. Balbiani, surtout; puis aux recherches de M. Cornu, de M. Lichtenstein, de M. Riley, de M. Boiteau.

La question d'origine était la première à élucider. Après quelques recherches, on constata que, dans toutes les localités où l'invasion avait débuté, des vignes d'origine américaine avaient été plantées depuis un temps plus ou moins long. Il en était ainsi à Roquemaure, dans le Gard; à Florac, dans le Bordelais; à Cognac, dans la Charente; et à l'étranger, dans des serres près de Londres; près de Cologne, en Allemagne; à Klosterneubourg, en Autriche; dans les serres de Prégny, en Suisse; partout, en un mot, où dans un intérêt d'étude ou de curiosité, des vignes du Nouveau-Monde avaient été introduites. L'origine américaine de l'insecte apparaissait ainsi nettement; elle est devenue évidente depuis la mission en Amérique que le gouvernement français confia, en 1874, à M. Planchon. Et c'est parce que l'insecte peut se développer sur plusieurs vignes américaines sans atteindre leur vitalité que la culture de celles-ci, dans quelques exploitations rurales, a permis l'introduction et la multiplication du phylloxera en France.

Quant aux causes pour lesquelles l'insecte a pris une si rapide extension, elles ressortent des conditions de son existence, de ses transformations, de ses mœurs. Ce problème est complexe; mais j'espère que, avec un peu d'attention, vous pourrez suivre les développements peut-être arides dans lesquels je vais entrer sur ce sujet.

II.

Le *Phylloxera vastatrix* est un insecte de l'ordre des Hémiptères, c'est-à-dire muni d'un suçoir, porté sur six pattes à plusieurs articles, et ayant deux longues antennes à la partie antérieure de la tête. Ses métamorphoses sont multiples. Afin de vous les faire bien comprendre, je commencerai par l'œuf; et, pour chaque état, des

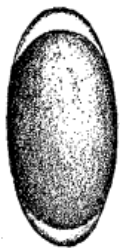


Fig. 1. — OEuf du phylloxera venant d'être pondue.

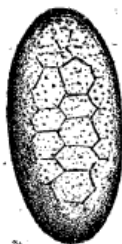


Fig. 2. — OEuf âgé d'un jour.



Fig. 3. — OEuf âgé de 2 jours.

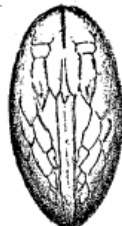


Fig. 4. — OEuf âgé de 5 jours.



Fig. 5. — OEuf près d'éclore.

projections sur le tableau, faites par M. Duboscq, avec l'aide de la lumière électrique, vous permettront de suivre les phases de l'insecte. (Les projections étaient coloriées.)

L'œuf du phylloxera a une longueur de $\frac{3}{10}$ de millimètre; il est (fig. 1) ovoïde, allongé, de couleur jaune citron au moment où il vient d'être pondu, devenant ensuite plus foncé, et se couvrant de segmentations; au moment où il va éclore, on peut, au microscope, apercevoir le corps du jeune insecte. Vous le voyez tel qu'il est au bout d'un jour (fig. 2), puis de deux jours (fig. 3); un peu plus tard (fig. 4), on voit à l'intérieur les organes qui commencent à naître; enfin, l'insecte est formé (fig. 5) dans l'œuf que vous voyez plus loin.

L'éclosion se fait au bout de huit jours; mais il faut que le sol ait une température d'au moins 10 degrés centigrades. Vous voyez (fig. 6) le jeune phylloxera sortant de son enveloppe; il présente alors les formes que vous montre la fig. 7 par dessous, et la fig. 8 par dessus. J'appelle votre attention

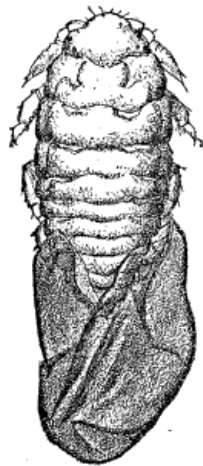


Fig. 6. — Sortie de l'œuf du jeune phylloxera.

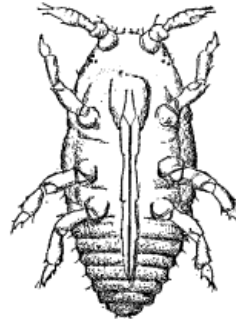


Fig. 7. — Jeune phylloxera vu par dessous.



Fig. 8. — Jeune phylloxera vu par dessus.

sur le suçoir, l'organe par lequel l'insecte fait tout le mal à la vigne. C'est une arme formidable, eu égard aux dimensions de l'animal; véritable lance avec laquelle il traverse l'écorce et atteint les parties tendres des racines.

Au bout de trois à cinq jours, le jeune phylloxera subit une première mue (fig. 9), puis une deuxième (fig. 10), enfin une troisième (fig. 11); ces figures, grossies 70 fois



Fig. 9. — Phylloxeras après la première mue.

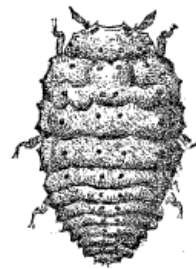


Fig. 10. — Phylloxeras après la deuxième mue.

en longueur, montrent les différents aspects et les grandeurs relatives que prend l'insecte, tant sur la partie dorsale que sur la partie ventrale. Après la troisième mue, l'insecte qui est femelle, devient adulte et commence à pondre. Chaque mue durant de trois à cinq jours, la mère pondeuse est alors âgée de douze à quinze jours. Elle

dépose ses œufs sur les racines, çà et là, par groupes, au nombre de trois à six par jour, suivant que la température est plus ou moins élevée. La ponte cesse lorsque la température du sol descend à 10 degrés centigrades. Quant à la durée normale de la vie de la femelle radicole, on ne la connaît pas d'une manière exacte ; on suppose qu'elle



Fig. 11. — Phylloxeras après la troisième mue.

est de deux mois environ. Le phylloxera aura ainsi pondu pendant quarante-cinq jours environ ; il aura donné naissance à plus de deux cents œufs, pour lesquels les phases que je viens de vous décrire se succèdent immédiatement, et se poursuivent pendant toute la saison chaude. Lorsque l'automne arrive, un peu plus tôt, un peu plus tard, suivant les régions, toutes les mères pondeuses périssent ; quant aux jeunes phylloxeras dont les mues ne sont pas achevées, ils s'engourdissent pour la durée de l'hiver.

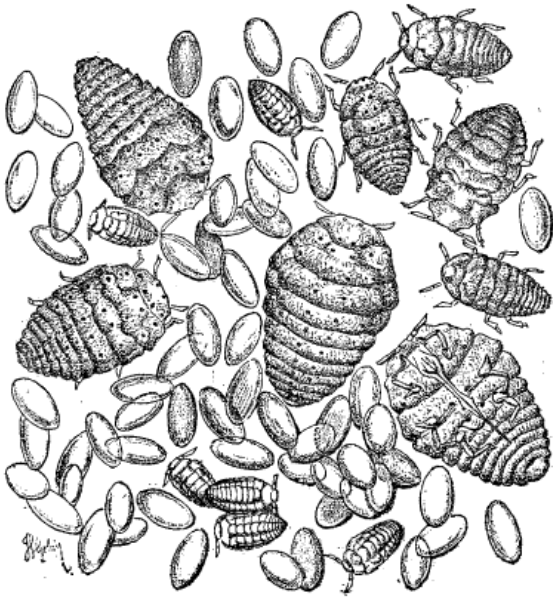


Fig. 12. — Réunion d'œufs et de phylloxeras aptères de tous les âges.

Dans le dessin que je fais passer sous vos yeux (fig. 12), vous voyez une réunion d'insectes aptères de tous les âges, et vous pouvez vous rendre compte des modifications qu'ils subissent et des changements de coloration qui se produisent à leurs divers âges. La fig. 13 vous montre comment on peut les observer dans leur œuvre de destruction sur les racines des vignes.

Vous comprenez immédiatement que, chaque œuf donnant naissance à un insecte, lequel en produit d'autres au bout de quelques jours, et chaque phylloxera pendant 200 à 250 œufs, au bout de peu de semaines, le nombre des générations devient énorme, et que de véritables légions se sont formées. Entre le moment où l'éclosion commence, c'est-à-dire vers le 15 avril, et celui où la température descend au-dessous de 10 degrés,

c'est-à-dire en septembre ou octobre, un seul œuf a produit plusieurs millions d'in-

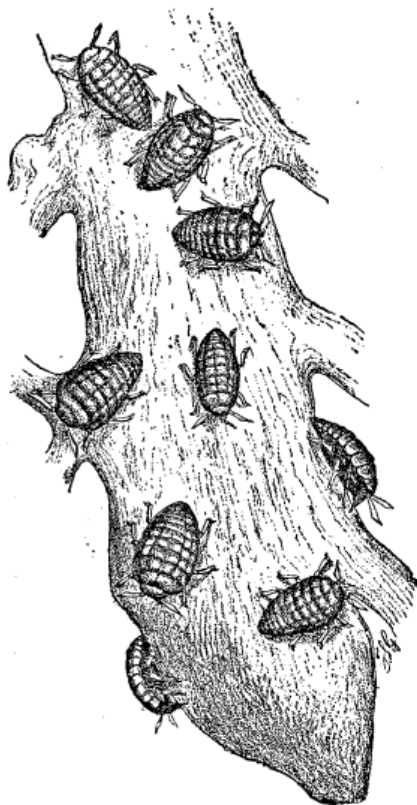


Fig. 13. — Phylloxeras sur une racine de vigne.

dividus. J'ai calculé combien 1 000 œufs de phylloxera pouvaient couvrir de surface au bout d'une année; eh bien, les produits de 1 000 œufs couvriraient la surface d'un hectare, en les mettant bout à bout, côte à côte, serrés les uns contre les autres. Supposez-en plusieurs dizaines ou plusieurs centaines de mille, et vous comprendrez avec quelle prodigieuse rapidité le fléau se répand partout et dévore tout.

Je vous ai dit que, à l'automne, toutes les mères pondeuses mouraient; mais il reste les derniers jeunes, c'est-à-dire plusieurs millions d'individus qui vont hiverner. Au printemps, chacun d'eux se réveille; les uns vont subir les mêmes mues que ceux de l'année précédente, et continuer à produire dans le même terrain. Avec un seul, j'en avais des millions; avec des millions, j'aurai des centaines de millions, et j'arriverai, au bout de la seconde année, à des nombres d'individus impossibles à énoncer.

Au retour du printemps, pour les jeunes phylloxeras qui vivent sur les grosses racines, le cycle que je viens de vous expliquer se renouvelle; ils continuent à produire indéfiniment des femelles.

Quant à ceux qui sont sur les radicelles fines, quelques-uns sont appelés à jouer un nouveau rôle. Ils subissent une quatrième mue, et prennent une nouvelle forme, celle de la nymphe.



Fig. 14. — Nymphe du phylloxera vue par dessus.



Fig. 15. — Nymphe du phylloxera vue par dessous.

La nymphe que vous voyez par dessus (fig. 14) et par dessous (fig. 15) diffère des autres insectes, en ce qu'elle est sensiblement plus allongée. Elle se rapproche de la surface du sol, et par une cinquième mue, elle se transforme en un insecte ailé (fig. 16 et 17) qui lui ressemble beaucoup, mais qui est muni de deux grandes ailes grises. Il peut développer ses ailes, et transporté par le vent, multiplier les essaims de la manière la plus inattendue.

Le vent peut transporter le phylloxera ailé au loin ou tout auprès, le faire tomber sur des terrains où il n'y aura pas de vignes, et alors celui-ci mourra. Mais lorsque les phylloxeras ailés tombent sur des terrains plan-

tés en vignes, immédiatement ils se fixeront et produiront; car je vous rappelle que

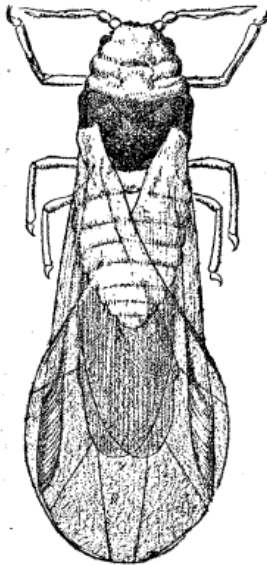


Fig. 16. — Phylloxera ailé vu par dessus.

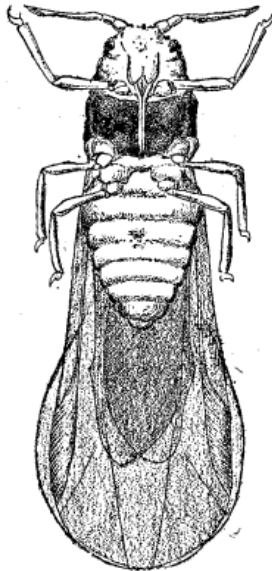


Fig. 17. — Phylloxera ailé vu par dessous.

comme les phylloxeras aptères des racines, les ailés sont des femelles. J'ai vu de ces insectes arrêtés par des toiles d'araignées dans les champs, j'en ai vu s'attachant aux vitres des wagons de chemins de fer et transportés avec eux, de telle sorte que non seulement le vent, mais les moyens artificiels de locomotion des hommes servent à disséminer le phylloxera. C'est ainsi que tout d'un coup, partant d'un point où il a pris naissance, on le retrouve, sans cause apparente, à des centaines de kilomètres.

Cet insecte ailé fait donc sa ponte. Les œufs qu'il produit sont de deux sortes : les uns donnent

naissance à des femelles, les autres à des mâles. Les mâles n'ont pas de suçoir, ils n'ont pas d'appareil digestif; ils ne sont propres qu'à une seule fonction, celle de la

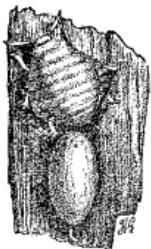


Fig. 18. — Femelle pondant l'œuf d'hiver.

génération; ils meurent immédiatement après l'avoir accomplie. La femelle donne un œuf; cet œuf est ce qu'on appelle l'œuf d'hiver; il est pondu, en général, sur les sarments, sur le bois de la vigne, à l'extérieur; c'est là qu'il faut le chercher. L'œuf d'hiver que vous montre la fig. 18, est verdâtre. La femelle qui l'a pondu meurt aussitôt. L'œuf d'hiver a reçu ce nom, parce que, pondu à l'automne, il n'écloît le plus souvent qu'au printemps.

Vous voyez ainsi que, dans les transformations du phylloxera, le mâle n'intervient qu'une fois dans l'année, et que des multitudes d'enfancements se font en dehors de son concours. Dans toute la série des générations souterraines, les femelles sont et demeurent fécondes sans son intervention. Combien de temps cette fécondité dure-t-elle? C'est ce que l'on ne sait pas bien encore; de nombreuses études seront nécessaires pour se rendre compte de la vérité absolue.

Jusqu'ici, je ne vous ai montré que le phylloxera des racines. Mais il y a aussi des colonies aériennes. Des phylloxeras piquent les feuilles de la vigne, principalement sur les espèces de vignes américaines, et ils sont *gallicoles*, nom qui leur est donné des galles qu'ils y forment, et que vous montre la fig. 19. Ces galles sont semblables à celles que beaucoup d'insectes produisent sur d'autres végétaux, sur les feuilles de

chêne, par exemple, et que vous avez tous vues. Les femelles auxquelles sont dues ces galles diffèrent un peu, par leur forme, de celles des racines ; elles sont (fig. 20)



Fig. 19. — Galles du phylloxera sur les feuilles de la vigne.

plus larges, plus ventruës. Elles produisent plus d'œufs que celles des racines ; le nombre de ces œufs s'élève jusqu'à 300 qui donnent autant de jeunes phylloxeras. Que deviennent-ils ? Ici encore il y a des études à poursuivre.

En ce qui concerne l'œuf d'hiver, un des savants qui ont le plus contribué à faire connaître les mœurs du phylloxera, M. Balbiani, a tracé récemment le programme des observations qui doivent être faites. Voici ce programme condensé : Le jeune phylloxera sortant de l'œuf d'hiver descend-il sur les racines ou monte-t-il sur les sarments pour y former des galles ? Trouvera-t-on des galles sur les jeunes feuilles des premiers bourgeons ? Les faits se produiront-ils de la même manière sur toutes les natures de cépages ? — Ces observations devront être faites dans un grand nombre de vignobles,

par beaucoup d'hommes de bonne volonté, car l'époque de l'éclosion de l'œuf



Fig. 20. — Phylloxera gallicole.

d'hiver est courte, et le moment où elle a lieu varie chaque année suivant les circonstances climatiques. L'importance de la solution est évidente. En effet, si la fécondité des aptères souterrains ne se maintient pas indéfinie, ainsi qu'il résulte des expériences de M. Marès, lorsque l'on sera arrivé à détruire tous les œufs d'hiver dont la vitalité a été régénérée par l'intervention du mâle, les autres finiront par disparaître, et l'on sera absolument victorieux du fléau. Toutefois, on en sait désormais assez pour avoir entre les mains des instruments de lutte suffisants contre les insectes des racines, ainsi que je vous le dirai tout à l'heure.

III.

Maintenant que vous connaissez l'insecte, il faut que je vous montre les effets déplorables qu'il produit sur la vigne et qui en entraînent fatalement la mort.

Si vous arrachez un cep de vigne sur lequel le phylloxera s'est fixé, et si vous dé-

pouillez les racines de la terre qui y est adhérente, le premier indice des effets de l'insecte est constaté sur les radicelles les plus fines; ce sont des renflements d'un



Fig. 21. — Système racinaire d'une vigne attaquée par le phylloxera.

jaune pâle, puis d'un jaune d'or, quelquefois un peu plus foncé. Ces renflements, au bout de quelque temps, deviennent noirs, et ils tombent; la racine dépouillée de ses fibrilles meurt aussi bientôt; le cep, n'ayant plus de moyen d'exister, ne recevant plus par les racines desséchées les éléments de sa vie, dépérira, mourra à son tour au bout de quelque temps, quand toutes les racines seront ainsi dépouillées ou mortes. En trois à cinq ans, ce phénomène se produit. Quand le phylloxera commence son œuvre souterraine, on ne la voit pas; on l'aperçoit si peu au dehors que beaucoup de gens niaient son existence sur des vignes déjà fortement attaquées depuis longtemps. Lorsque la seconde année arrive et que, par conséquent, l'insecte est en nombre bien plus considérable, les nodosités dont

je viens de parler sont beaucoup plus nombreuses et le danger devient de plus en plus grand; puis, à un moment donné, le cep meurt tout à fait.

Vous voyez, dans la figure 21, les renflements, les nodosités, dont j'ai parlé tout à l'heure; ils sont la preuve que la vigne est malade; il n'y a pas besoin de voir le phylloxera ni de le trouver pour reconnaître, quand on arrache une souche, que réellement elle est malade. Au lieu de présenter le magnifique chevelu des racines saines, elle présente cet aspect morbide; toute cette partie va mourir, et, par conséquent, la vigne ne pourra plus tirer du sol sa nourriture. Cette gravure, faite d'après une étude de M. Maxime Cornu, vous montre, en *a*, des radicelles saines, en *i*, les nodosités dans

leur première forme; en *e*, les nodosités commençant à se flétrir et à se décomposer; en *h*, en *g*, en *f*, quelques formes spéciales de nodosités; les radicelles ont été cou-

pées en *b* pour ne pas compliquer outre mesure la figure.

Voici (fig. 22) une vigne à moitié malade; et voici (fig. 23) l'aspect que présente, au mois d'août, c'est-à-dire au moment de son développement le plus considérable, la vigne qui est près de succomber. Au lieu de lancer ses sarments pour couvrir le sol dans toutes les directions, elle est absolument rabougrie; ce ne sera bientôt plus que du bois mort. En un temps qui varie de trois à cinq ans, suivant le climat, suivant les circonstances annuelles, le fléau destructeur aura fait son œuvre.



Fig. 22.

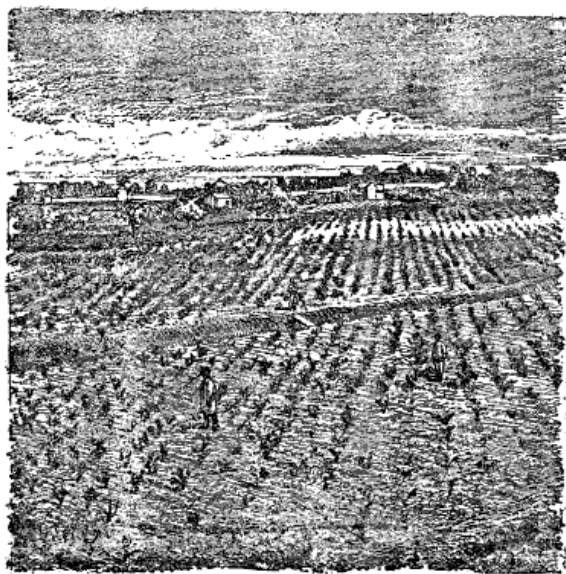


Fig. 23.

IV.

Après vous avoir indiqué comment le mal se produit, vous en avoir expliqué la cause, il faut montrer comment il s'est répandu, comment il s'est développé, comment il a envahi successivement des pays tout entiers, au point de menacer les vignobles, si l'on n'y prend garde, d'une complète destruction.

Je vais faire passer sous vos yeux des cartes indiquant, année par année, l'étendue des vignes

atteintes par le phylloxera pendant quinze années successives; je commencerai par 1865. Vous allez apercevoir d'abord, au sud-est de la France, près de Roquemaure, une petite tache, et puis, successivement, vous la verrez grandir et s'étendre à tel point que, depuis un ou deux ans, presque les trois quarts de notre vignoble se trou-

vent atteints ou menacés. Grâce à ces cartes, vous suivrez les développements successifs de la maladie; je me sers de ce terme, bien qu'il soit mauvais : la vigne n'est pas plus malade qu'un champ de choux n'est malade quand il est attaqué par des lapins, ou qu'un enfant quand les poux le prennent à la tête. Eh bien, le phylloxera, c'est le pou de la vigne.

Vous voyez, en 1865 (fig. 24), une tache qui apparaît dans le département du

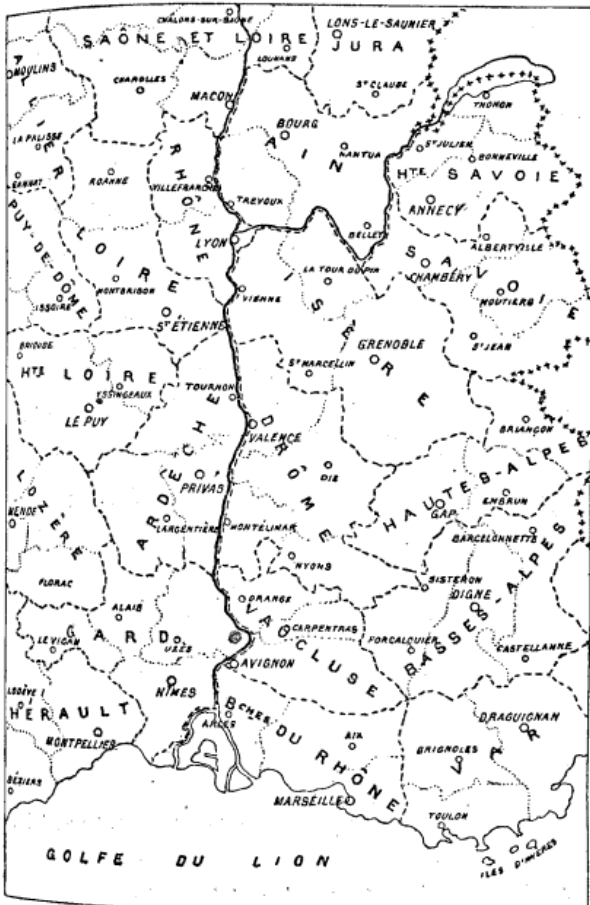


Fig. 24. — Invasion du phylloxera dans le Sud-Est en 1865.

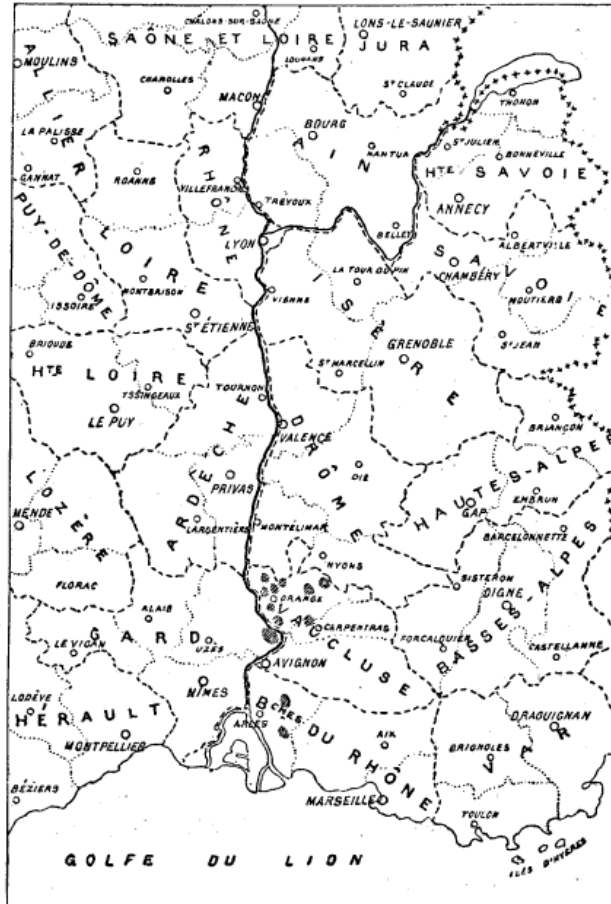


Fig. 25. — Invasion du phylloxera dans le Sud-Est en 1866.

Gard, en face d'Orange : c'est Roquemaure; c'est là, dans la région du Sud-Est, que le mal a commencé. En 1866 (fig. 25), au lieu d'une petite tache, nous en trouvons plusieurs, une série de six; celle de tout à l'heure s'est multipliée, elle a produit des essaimages successifs.

Nous voici (fig. 26) en 1867; vous voyez comme le mal a grandi. Les petites taches qui n'étaient que des points, se sont développées et embrassent de grandes étendues

de pays. En 1870 (fig. 27), presque toutes les vignes de la Provence et une partie de celles du Languedoc, sont atteintes. Vous voyez avec quelle rapidité le fléau a marché; des essaimages nombreux se sont détachés vers le nord de la vallée du Rhône, et

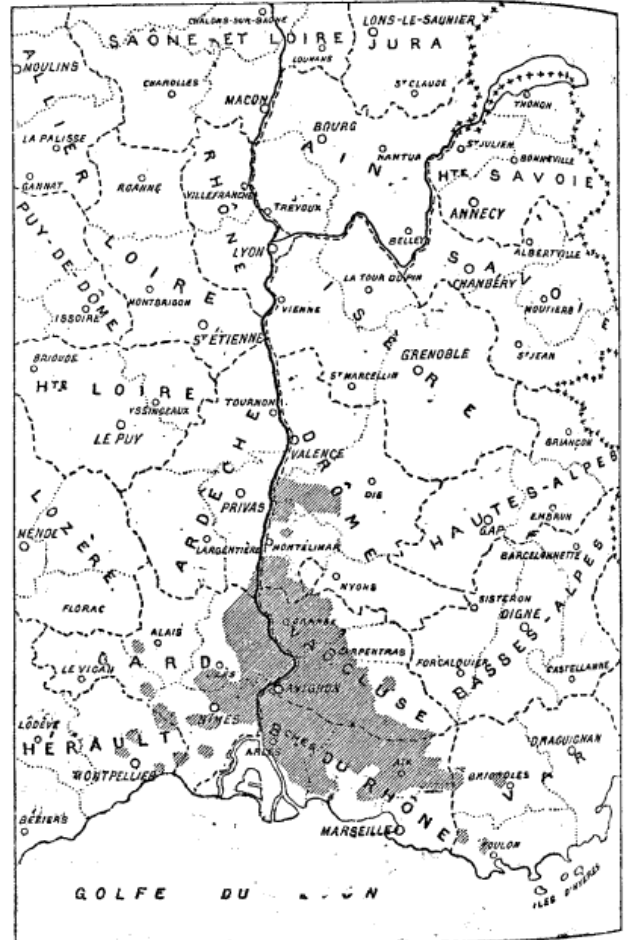
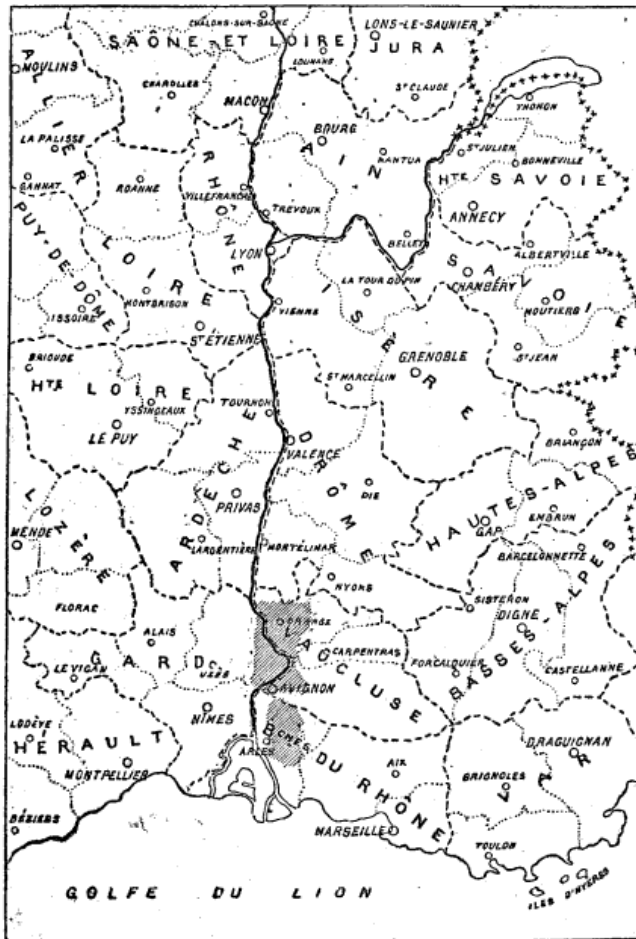


Fig. 26. — Propagation du phylloxera dans le Sud-Est en 1866. Fig. 27. — Propagation du phylloxera dans le Sud-Est en 1870.

à l'ouest, vers Montpellier; et cependant à cette époque, dans toutes les plaines du département de l'Hérault, la vigne était encore tellement brillante que la plupart des propriétaires disaient: « Le mal ne nous atteindra pas ». Ils faisaient des récoltes splendides, le vin avait gagné en prix; la situation était prospère.

Nous arrivons (fig. 28) en 1873, toujours dans ces mêmes régions. Montpellier est absolument menacé. D'un autre côté, vous voyez que le fléau s'est étendu vers le sud-est jusqu'au delà de Toulon; vers le nord, il a gagné jusqu'au-dessus de Valence, dans la Drôme.

En 1876 (fig. 29), Montpellier est complètement envahi et même dépassé; le mal

est tout près de Béziers. Du côté de l'est, il a gagné la frontière et atteint les Alpes ; on rencontre le phylloxera dans les hautes vallées, où le vent l'a transporté. Vers le nord, l'insecte est monté bien au delà de Valence.

Je vous ai montré l'extension du fléau dans le Sud-Est, je vais maintenant vous le faire voir au Sud-Ouest.

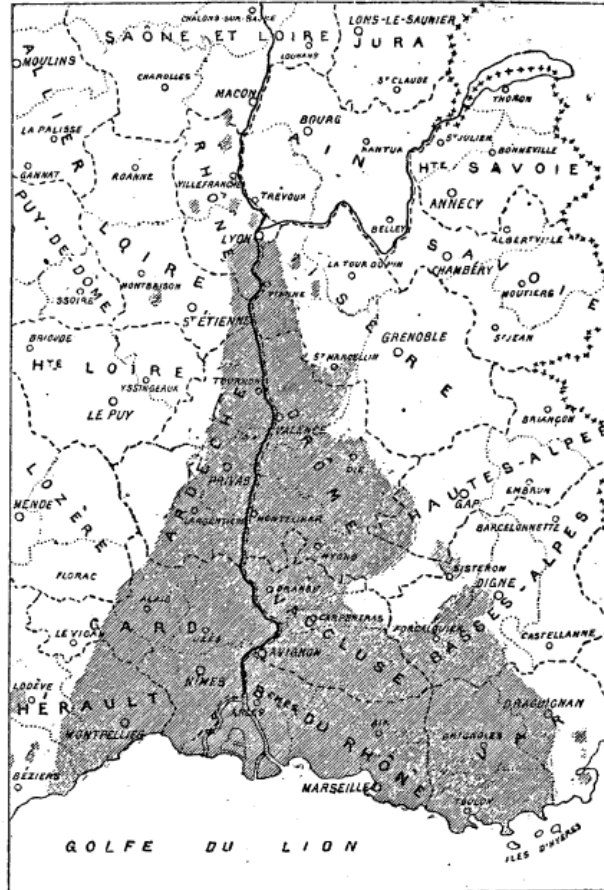
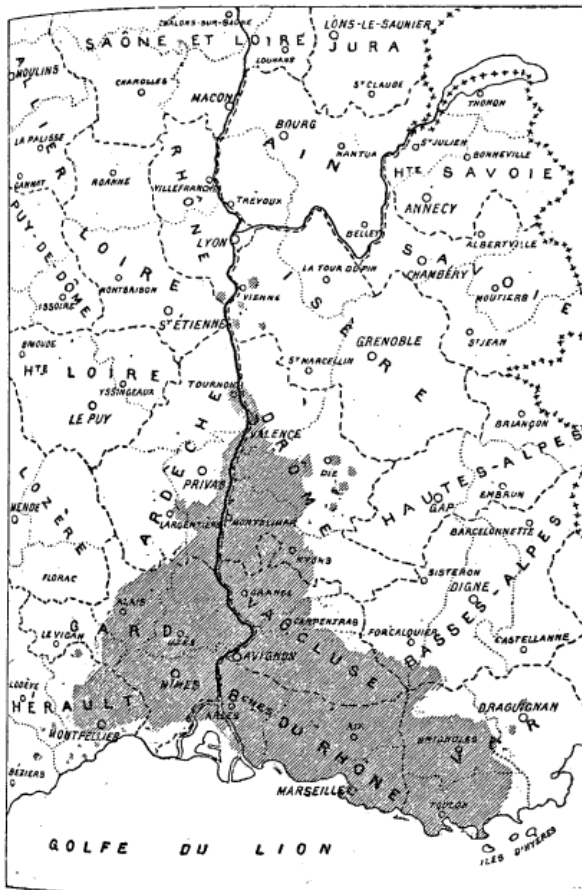


Fig. 28. — Propagation du phylloxera dans le Sud-Est en 1873. Fig. 29. — Propagation du phylloxera dans le Sud-Est en 1876.

En 1867 (fig. 30), vous apercevez une petite tache sur les bords de la Garonne, et, un peu plus loin, une autre à Cognac. Par conséquent, c'est d'un côté le Bordelais et de l'autre les Charentes qui se trouvent menacés.

La carte de 1876 (fig. 31) montre que ces deux taches ont bien grandi ; elles se sont étendues en envoyant des essaims de tous côtés ; vous en trouvez jusque dans les Basses-Pyrénées, là-bas, ayant passé le Lot-et-Garonne ; les voici au delà d'Agen ; à Sarlat et à Périgueux, dans la Dordogne ; à Blaye, à Lesparre, dans la Gironde. Le fléau gagne de plus en plus.

Quant aux Charentes, Cognac, Saintes, Saint-Jean-d'Angely, Marennes, sont attaqués et leurs vignobles vont disparaître les premiers; vous savez qu'on y produisait des eaux-de-vie qui faisaient la richesse de la contrée; la destruction des vignes a eu pour conséquence la ruine de tous les habitants.

On s'est ému, dans tous les pays du monde, de la marche du phylloxera; on a cherché

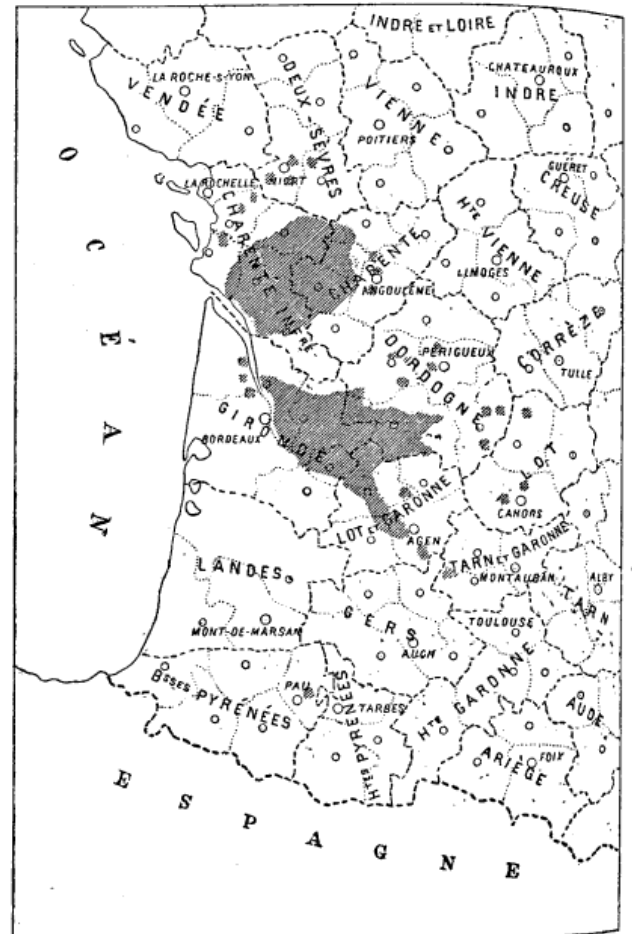
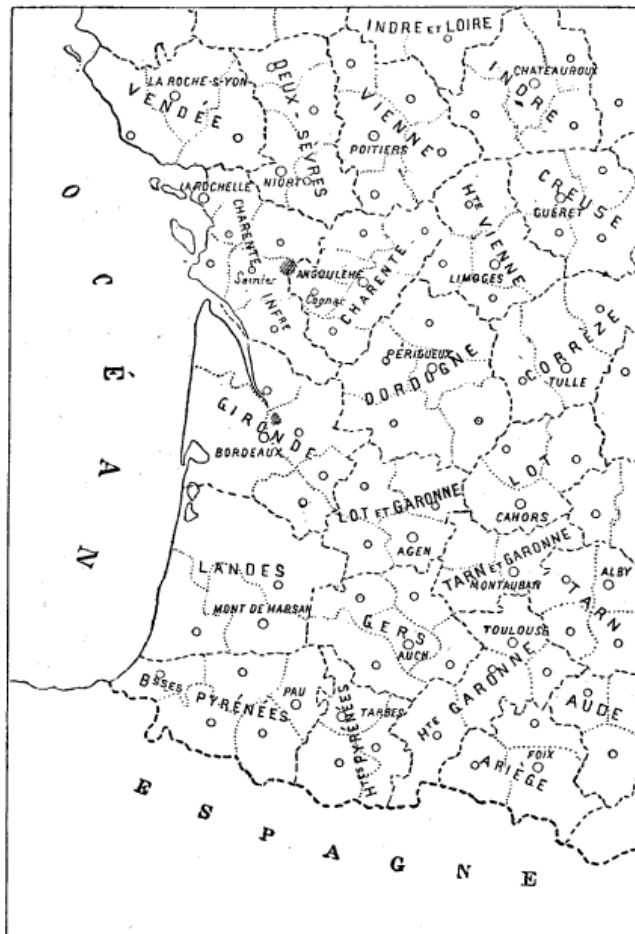


Fig. 30. — Invasion du phylloxera dans le Sud-Ouest en 1867. Fig. 31. — Propagation du phylloxera dans le Sud-Ouest en 1876.

les moyens de l'enrayer. Le Gouvernement français a nommé une commission spéciale pour étudier toutes les questions relatives au fléau; on a même eu recours à des mesures législatives, en vue de ralentir l'envahissement des vignes. Mais sur quoi faire reposer ces mesures? Il fallait établir une véritable statistique. C'est ce qui a été fait depuis quatre ans. Une carte officielle des vignes atteintes a été créée, et mise chaque année au courant des faits. Dans cette carte, on marque d'une teinte noire les arrondissements (c'est l'unité de surface adoptée) absolument envahis, dont il fallait déses-

pérer pour ainsi dire ; puis, d'une teinte grise les arrondissements où l'on pouvait encore lutter contre le phylloxera ; d'une teinte d'un blanc sale ceux où l'on ne rencontrait encore que quelques taches isolées ; enfin d'une teinte blanche les arrondissements indemnes.

Voici (fig. 32) la première de ces cartes officielles pour la France tout entière.

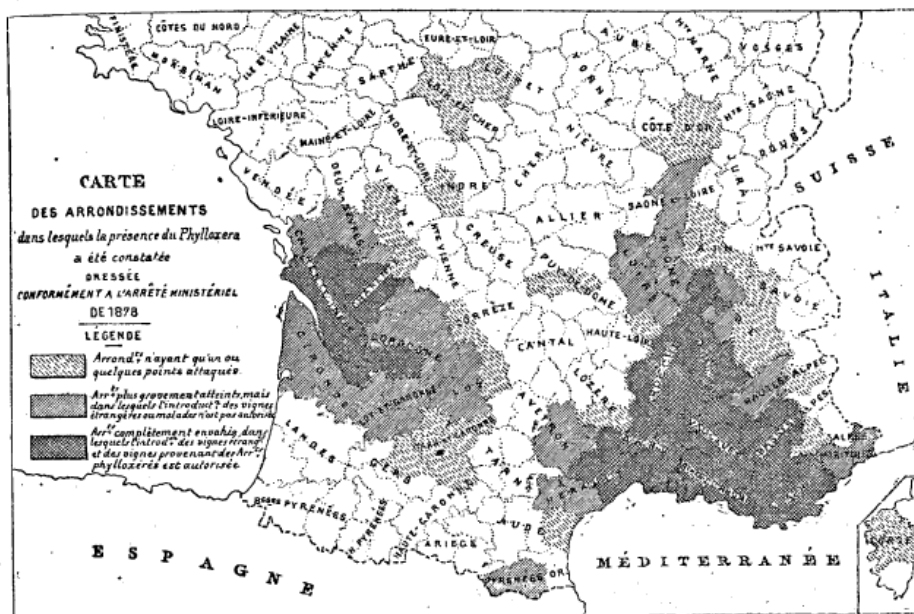


Fig. 32. — Carte officielle de l'invasion phylloxérique à la fin de 1878.

Vous voyez deux grosses taches ; l'une, au sud-est, c'est celle que je vous ai montrée dans la première série de cartes ; l'autre au sud-ouest, c'est le Bordelais et les Charentes que je vous ai fait également voir. Ces deux taches ne sont plus séparées que par une étroite vallée. Au sud, le mal est descendu jusque dans les Pyrénées-Orientales ; au nord, il est monté jusque dans le centre de la France et même jusqu'au département de Loir-et-Cher et à celui du Loiret qui est à moitié atteint.

La seconde carte, celle de 1879 (fig. 33), va vous démontrer deux choses : la première, c'est que la partie noire a gagné ; la seconde, c'est que la vallée, qui tout à l'heure séparait les deux taches, a disparu : maintenant elles se rejoignent. Les arrondissements qui forment le trait d'union ne sont pas encore à la teinte noire, mais grisâtre, c'est-à-dire que tout est envahi. Et puis, le mal s'est étendu beaucoup plus haut ; la tache du Loiret est maintenant reliée à la tache principale.

Voici maintenant la carte de 1880 (fig. 34). La partie noire s'est accrue ; des arrondissements assez nombreux sont passés de la teinte grisâtre à la noire ; de plus, le fléau s'est étendu vers le nord, principalement en Bourgogne. Et non seulement il est

monté vers le centre de la France, mais vers l'est il gagne de plus en plus. Le dépar.

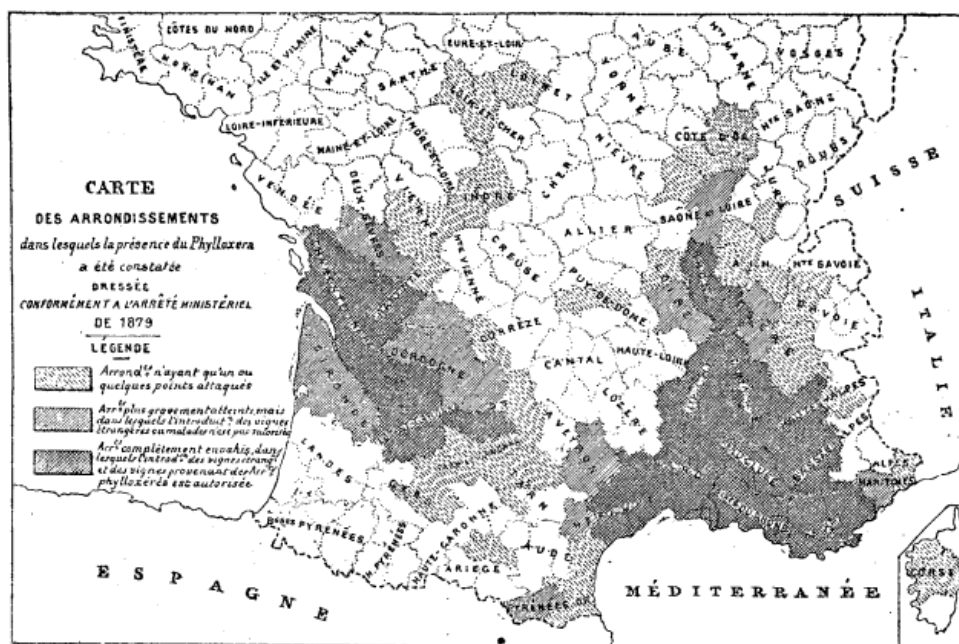


Fig. 33. — Carte officielle de l'invasion phylloxérique à la fin de 1879.

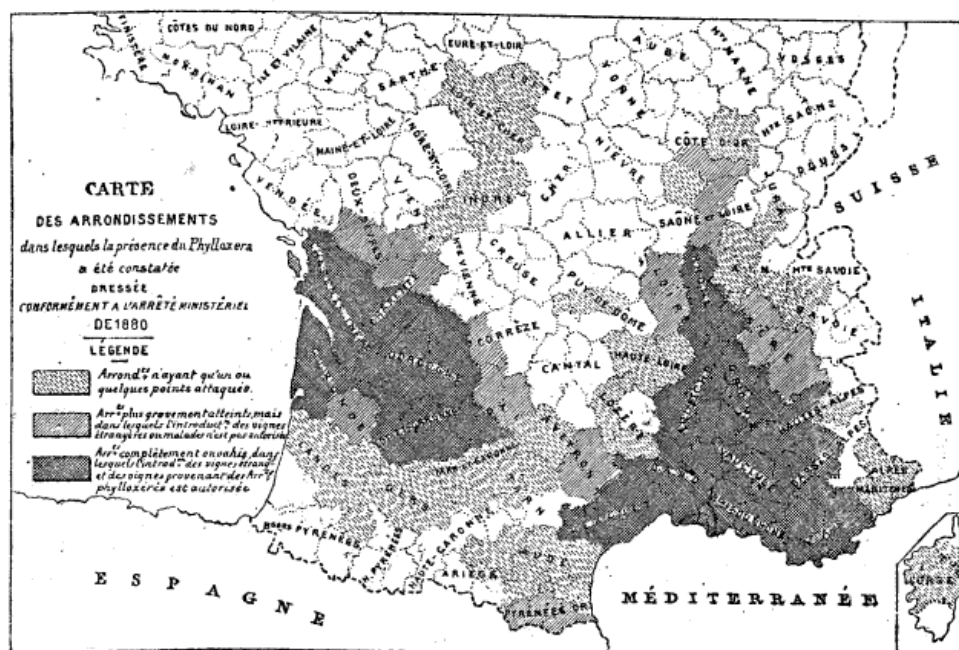


Fig. 34. — Carte officielle de l'invasion phylloxérique à la fin de 1880.

tement de Saône-et-Loire est aux trois quarts pris; celui de la Côte-d'Or le sera bientôt également dans de plus grandes proportions.

Enfin, voici la dernière carte, celle de 1881 (fig. 35) ; elle est toute récente et vient seulement d'être publiée. Vous voyez encore comme la tache noire a grandi. Voilà le

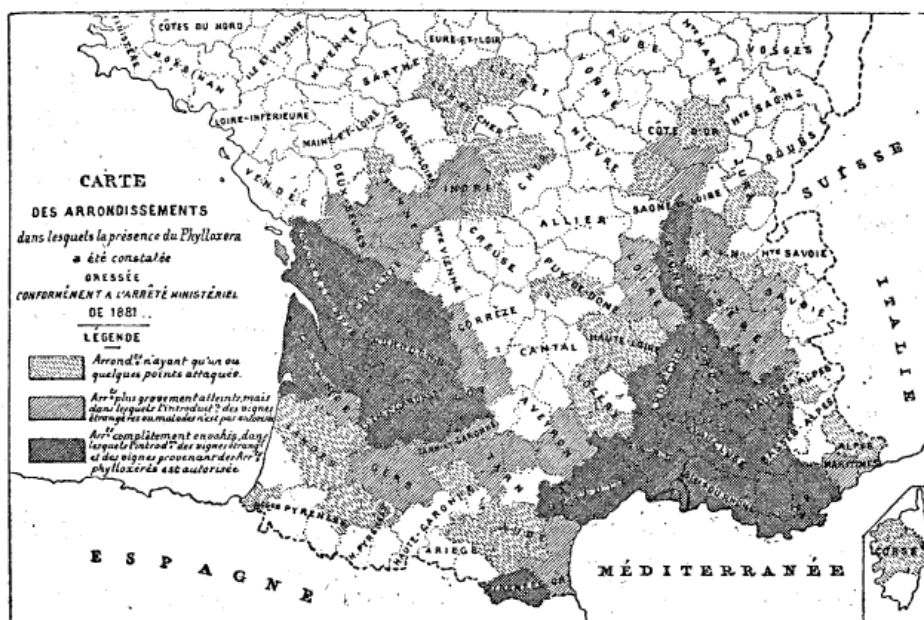


Fig. 35. — Carte officielle de l'invasion phylloxérique à la fin de 1881.

Midi qui va finir par être complètement détruit. Du côté de l'Espagne, tout est pris ; l'arrondissement de Céret est entamé ; par conséquent, plus d'espoir de ce côté. Quant aux Alpes-Maritimes qui n'avaient pas été bien éprouvées jusqu'alors, elles sont sérieusement envahies. La Corse est atteinte depuis plusieurs années.

Après ce tableau désolant, devrais-je dire — mais je suis un peu chauvin et, par conséquent, je puis me le permettre — qu'heureusement les pays étrangers sont atteints aussi. C'est une mauvaise parole et je vous en demande pardon. Le Portugal et l'Espagne sont envahis ; l'Italie, la Suisse, l'Allemagne, la Hongrie, la Crimée, la Sicile, sont atteintes. Jusqu'à présent n'ont échappé que le Maroc (peut-être) et l'Algérie qui se défend admirablement bien.

Telle est la situation ; qu'en résulte-t-il ? Je vous demande la permission d'insister un instant sur les ruines qui s'accumulent.

Ces ruines sont de deux sortes :

Elles atteignent la masse de la nation, le populaire, la classe ouvrière ; elles atteignent aussi quelque chose d'éminemment respectable, la classe des propriétaires. Dans des villages où tout le monde était à l'aise, où l'on rencontrait une population très dense, aujourd'hui la gêne est partout, et les habitants émigrent ; on n'a plus d'ouvrage, on va chercher fortune dans le Nouveau-Monde, un peu en Algérie, pour ne pas mourir de faim en France. Je me souviens d'être passé, il y a quelques an-

nées, au mois de septembre, dans l'arrondissement de Montpellier ; c'était le moment de la vendange, tout le monde chantait dans les villages, une foule énorme de vendangeurs était descendue des montagnes des Cévennes ; partout de nombreuses voitures chargées de raisin ; les hommes travaillaient quelques heures et gagnaient 10 ou 12 francs. J'y suis retourné, il y a deux ans, à la même saison ; les maisons étaient fermées ; rien dans les rues, pas un ouvrier, la désolation la plus complète ; pas un homme n'était descendu des montagnes, non seulement à l'époque de la vendange, mais au moment où l'on donne ordinairement les façons à la vigne. C'est une perte incalculable, d'abord pour le département, puis pour toutes les régions voisines.

Et maintenant, quand je considère les familles de propriétaires, combien en ai-je vu de riches, de millionnaires et qui n'ont plus absolument rien. J'ai connu une veuve qui avait perdu son mari de bonne heure et qui avait admirablement élevé ses filles. Elle avait un grand et beau domaine en vigne qu'elle avait voulu agrandir ; elle avait voulu créer un vaste cellier, des pressoirs perfectionnés ; elle n'avait pas tout l'argent nécessaire ; elle se disait : C'est si beau ! je vais gagner en quelques années la fortune de mes filles ! Et elle avait emprunté 100 000 francs pour construire. Le phylloxera est apparu ; la vigne a décliné ; les échéances sont arrivées, fatales ; son domaine, qui valait 600 000 francs, n'a pas été vendu 100 000 ; non-seulement elle n'a rien eu, mais elle est restée avec des dettes. Lorsqu'on voit ces familles qui viennent vous raconter leurs douleurs, qui vous disent dans quel état elles sont réduites, on trouve qu'il y a quelque chose à faire pour les viticulteurs qu'a frappés cette misère imméritée, due à un fléau inattendu. Aussi partout on a cherché, bien souvent dans de fausses directions et sans arriver à des résultats, mais quelquefois aussi avec une heureuse réussite.

Quels sont les faits acquis désormais ? La viticulture peut-elle nourrir un espoir légitime dans un avenir moins malheureux, c'est ce qui me reste à vous exposer.

Le succès est venu de divers côtés : il y a des moyens de défense naturels, des procédés de lutte directe contre l'ennemi, et enfin, des procédés de reconstitution des vignes, que je vais successivement faire passer sous vos yeux.

V.

Vous avez tous entendu parler de la ville de Saint-Louis, aujourd'hui Aigues-Mortes, située dans les sables de l'embouchure du Rhône, à une faible distance de la Méditerranée.

C'est une des deux ou trois villes de France qui ont gardé leur ancien aspect ; quand on y arrive, on se croit transporté au moyen âge ; ses anciens murs sont admirablement conservés. Autour d'Aigues-Mortes s'étendent de vastes dunes de sable qui ne produisaient presque rien ; l'hectare de terre valait 100 ou 200 francs. On y trouvait cependant quelques pieds de vigne florissants, alors que sur des terrains voi-

sins, argileux ou calcaires, on remarquait que la vigne mourait sous les atteintes du phylloxera. Des insectes ont été apportés sur les racines de ces vignes ; ils ne se sont pas développés dans le sable. Des expériences nombreuses ont été faites et elles ont toutes donné le même résultat. La vigne française a une végétation très vigoureuse dans les sables d'Aigues-Mortes, et le phylloxera ne peut pas s'y propager. C'est un fait acquis. Aussi des plantations, chaque année plus nombreuses, ont été effectuées.

Aujourd'hui, on compte 4 à 5 000 hectares de vignes autour d'Aigues-Mortes ; elles

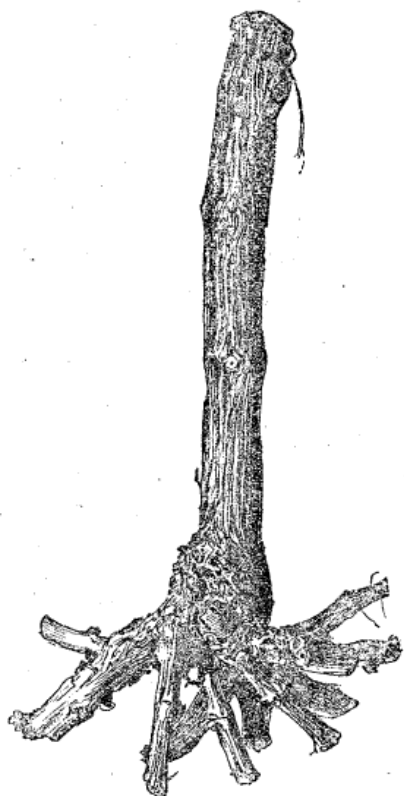


Fig. 36. — Souche de Clairette, âgée de trois ans, venue dans les sables d'Aigues-Mortes.



Fig. 37. — Souche de Carignane, âgée de trois ans, venue dans les sables d'Aigues-Mortes.

sont florissantes. La valeur du terrain planté en vignes a atteint les taux de 5 à 6 000 francs par hectare. C'est une fortune pour cette population qui ne vivait pas auparavant dans une bien grande prospérité. Je vous montre un échantillon de sable d'Aigues-Mortes ; il m'est parvenu ce matin. Le voici d'abord à l'état humide, tel qu'on l'a ramassé, puis séché à la température de 30 degrés. Vous voyez que c'est un sable extrêmement fin et coulant ; bien qu'il ait l'air aride, la vigne y vient admirablement. Quelle est la cause de cette immunité des sables ? La doivent-ils à leur état physique ?

Est-ce parce que le phylloxera y est gêné dans ses mouvements, qu'il ne peut s'y multiplier ? Cette question doit être résolue affirmativement, mais, en outre, la vigne est prospère parce qu'elle rencontre dans les sables d'Aigues-Mortes un sous-sol approprié.

Afin de vous montrer la vigueur de la végétation dans les sables d'Aigues-Mortes, je fais passer sous vos yeux la photographie de deux souches prises dans une vigne prospère, la vigne Carbonnière, appartenant à M. Bayle. La première (fig. 36) est une souche du cépage Clairette, âgée de trois ans ; la deuxième (fig. 37) est une souche de Carignane, du même âge.

On a pensé qu'on pourrait peut-être sauver les vignes en y mettant du sable ; mais il faut que le sol tout entier dans lequel plongent les racines soit entièrement composé de sable. La preuve en a été donnée à Aigues-Mortes même. En effet, pensant rendre ces sables plus féconds, quelques habitants du pays y ont porté ce qu'on appelle des composts qu'ils avaient faits avec du fumier et un peu d'argile ; partout où l'on a introduit l'argile, on a introduit le phylloxera ; il s'y comportait bien, et si les racines avaient le malheur d'y pénétrer, elles étaient détruites. Les parties composées exclusivement de sable sont seules indemnes.

Il existe en France d'autres régions sablonneuses ; il y a, par exemple, la Gascogne. C'est un exemple qui lui est donné ; des essais nombreux de plantation y ont été faits depuis deux ans sur de grands espaces. Dans peu d'années, on saura si, dans cette partie de la France, il est permis d'obtenir le même résultat qu'à Aigues-Mortes. Je ne sais pas si le sable de Gascogne est identique à celui d'Aigues-Mortes, mais on va souvent de l'avant sans étudier de près ; il est possible que le sable de Gascogne produise les mêmes effets, surtout s'il se rencontre assez d'humidité dans le sous-sol ; mais il se peut aussi qu'il ne soit pas de nature à empêcher la propagation du phylloxera.

Quand bien même le résultat serait heureux, vous voyez que la culture de la vigne dans les sables est fatalement limitée à des régions très peu étendues. Il faut donc trouver autre chose qui puisse être d'une application plus générale.

VI.

Un agriculteur de Graveson, commune dont je vous parlais tout à l'heure — c'est là qu'on a vu le phylloxera pour la première fois en 1868, à côté de Saint-Remy — un agriculteur de Graveson s'est dit : Puisque la vigne est détruite par le phylloxera, si je détruisais cet insecte, si je trouvais moyen de l'atteindre et de le tuer, j'aurais débarrassé ma vigne et je pourrais la ramener à la vie. C'est dans ce but qu'il rechercha par des expériences directes, si l'eau pouvait détruire le phylloxera. Il prit des tubes qu'il remplit d'eau, après y avoir placé des racines de vignes couvertes de phylloxeras et de leurs œufs. Après plusieurs essais, il constata qu'au bout de 40 à 45 jours, phylloxeras et œufs étaient absolument morts. De là à l'idée de pratiquer sur une grande échelle ce qu'il avait fait en petit, il n'y avait qu'un pas. Mais à cette époque, tous les viticulteurs redoutaient l'eau pour la vigne et la considéraient comme nuisible à la végé-

tation de celle-ci. Ce préjugé n'arrêta pas notre viticulteur. D'ailleurs, que risquait-il ? Sa vigne était morte ou allait mourir. Il se décida donc à l'inonder après les vendanges, au moment du repos de la végétation. Le canal des Alpines passait à quelques kilomètres; il obtint de la compagnie, dirigée alors par le gendre de M. Pereire, l'autorisation de prendre une dérivation. Il divisa son terrain en petits compartiments bordés par des levées de terre et y amena l'eau pour la retirer au bout de quarante jours. Au printemps, la vigne se mit à renaître; mais, pendant l'été suivant, il n'y avait encore que peu de résultat. Il recommença une seconde fois, puis une troisième, et de même tous les ans à l'automne; il reconnut alors que sa vigne revenait et, au bout de quatre ans, il obtint une récolte aussi belle qu'avant l'invasion du phylloxera chez lui. Il n'a pas cessé d'employer ce remède et aujourd'hui il a de plus belles récoltes qu'autrefois — vous allez en avoir la preuve. — Il a indiqué à tout le monde la méthode qu'il employait, la submersion de la vigne. Cet agriculteur est M. Louis Faucon. Il a aujourd'hui un grand nombre d'imitateurs; et son procédé a permis de sauver jusqu'ici une dizaine de mille hectares; il a donné en outre la preuve de la fécondité de l'œuvre des canaux dérivés des rivières et des fleuves pour la distribuer à droite et à gauche, de prendre l'eau du Rhône, par exemple, qui s'écoule inutilement à la mer, d'en prendre partout où l'on pourrait et de s'en servir non seulement pour irriguer les prairies, mais pour submerger les vignes divisées en compartiments au moyen de bourrelets et de banquettes, comme vous allez le voir.

Maintenant que je vous ai exposé le principe, je vais vous montrer l'œuvre. La

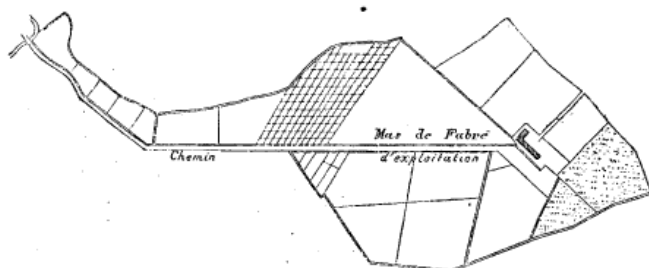


Fig. 38. — Plan du domaine du Mas de Fabre, à Graveson.

figure 38 représente le domaine du Mas de Fabre, à Graveson, vigne de 22 hectares que M. Faucon a partagée en compartiments; vous apercevez tous les détails; voici les canaux et les bourrelets. Enfin, voici la vigne tout entière. Elle est aujourd'hui ressuscitée et c'est un des plus beaux vignobles qui existent.

On a été longtemps avant de croire que cette résurrection fût possible. Je me souviens d'être allé chez M. Faucon, il y a quatre ou cinq ans; j'avais admiré ses vignes; j'avais rapporté des ceps sur lesquels il y avait 10, 20, 30 raisins : c'était splendide. Cependant, à mon retour, je rencontrais des gens qui me disaient : « Ses vignes sont mortes, c'est un procédé absurde, jamais cela ne réussira. » J'avais beaucoup de peine

à me faire croire lorsque j'affirmais qu'elles étaient vivantes; mais la vérité a fini par éclater triomphante.

Voici, d'ailleurs, les résultats obtenus successivement : Avant l'invasion du phylloxera, on produisait au Mas de Fabre, qui a 23 hectares, 925 hectolitres de vin; la première année de l'invasion, c'est-à-dire en 1868, on en récolta 40; la deuxième année, 35. A la fin de 1869, M. Faucon commence à inonder ses vignes; il obtient 120 hectolitres. Le rendement se relève, c'est incontestable; mais M. Faucon se dit : « Ce n'est pas assez de donner de l'eau et de la faire disparaître avant le retour de la végétation; elle emporte une partie de la fécondité de la terre. » En conséquence, il ajoute de l'engrais, sur une partie seulement : il obtient 450 hectolitres; il continue : la troisième année de la submersion, il en a 869, presque autant qu'avant l'apparition du phylloxera; la quatrième année, des gelées surviennent et la récolte tombe à 635; mais la cinquième année, elle remonte à 1 175; la sixième, à 2 680. L'année suivante, il y a une gelée terrible au mois d'avril. Vous savez que les gelées tardives des mois de mai ou d'avril (celle-là est arrivée le Vendredi-saint) sont souvent désastreuses pour la vigne. Ce n'est donc pas parce que la submersion n'a pas efficacement lutté

contre le phylloxera que nous voyons le rendement tomber à 507 hectolitres en 1876; cela est tellement vrai que, la huitième année, il remonte à 2 235; la neuvième année (1878, il y a des gelées) on n'a plus que 1 155. Depuis, en 1879, 1880 et 1881, les résultats sont les mêmes, c'est-à-dire compris entre 1 500 et 2 200 hectolitres. L'efficacité de la submersion automnale de la vigne, jointe à des fumures appropriées, est donc bien démontrée par une expérience prolongée sur une grande échelle.

Voici maintenant une autre vigne — car M. Faucon

a de nombreux imitateurs en Provence et dans le Languedoc — elle se trouve près de Cadenet et appartient à M. de Savornin. Vous la voyez (fig. 39) également divisée en compartiments. En effet, sans cette précaution, les vents violents trop fréquents

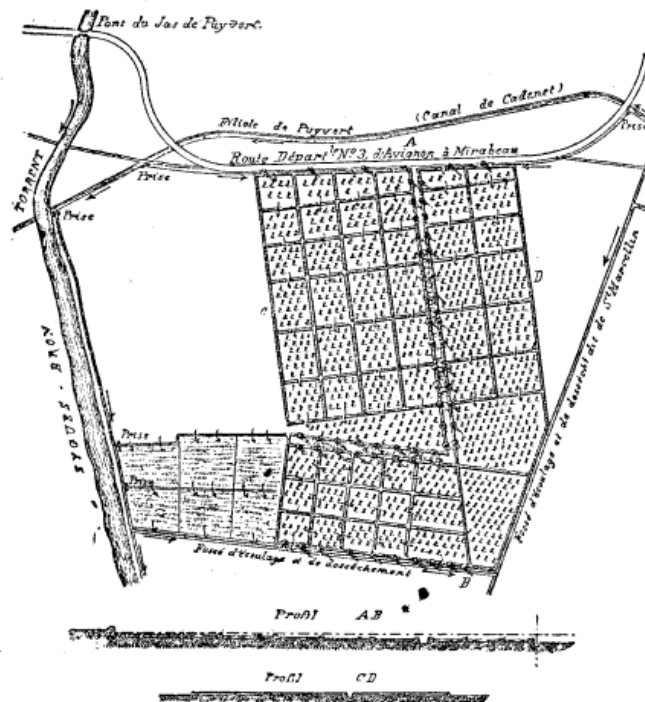


Fig. 39. — Vignoble du Jas-de-Puyvert, soumis à la submersion.

dans le Midi soulèveraient l'eau et produiraient des vagues, de telle sorte que certaines parties de la vigne seraient mises à sec. Il en est de même lorsque le sol présente une pente même faible. La submersion manquerait son effet sur ces points. On divise donc le terrain en petites sections, et l'on fait passer l'eau d'un compartiment dans l'autre comme chez M. Faucon. Les résultats ont été les mêmes qu'au Mas de Fabre. Je pourrais multiplier les exemples ; mais il faut savoir se borner.

Combien de vignes ne sont pas dans une situation qui permette d'y amener les eaux d'un canal par le fait seul de la pente naturelle. Il faut pouvoir y monter l'eau. Sera-ce économique ? Sera-ce possible ? Oui ; il existe aujourd'hui beaucoup de vignes dans lesquelles l'eau est amenée à l'automne par des machines à vapeur. Voici une de ces

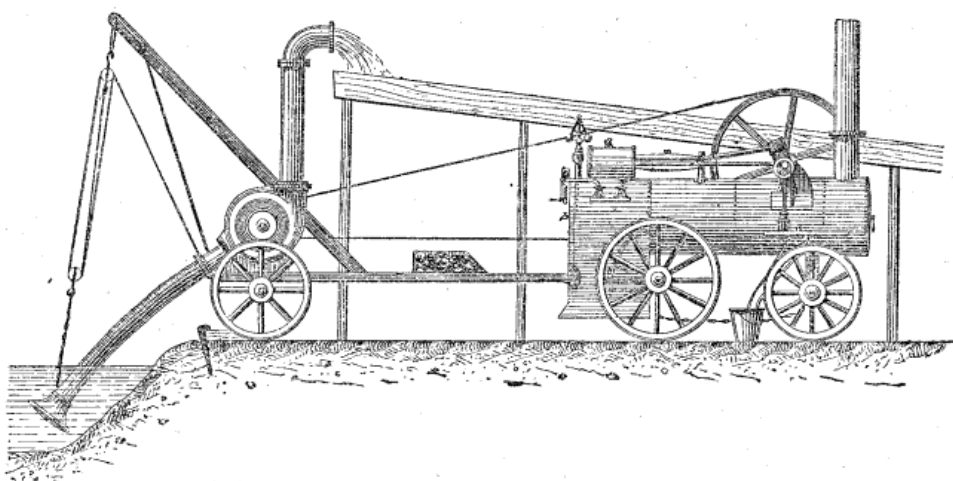


Fig. 40. — Pompe Gwynne mue par une machine à vapeur pour élever l'eau destinée à la submersion.

machines (fig. 40) qui puise l'eau dans un cours d'eau et qui va l'élever jusqu'à la hauteur de plusieurs mètres. C'est la pompe rotative de Gwynne, qui peut parfaitement être appliquée aux vignes ; je vais vous la montrer en application.

Voici (fig. 41) un atelier complet de submersion établi sur les bords de la Gironde. On prend l'eau dans le fleuve et on l'envoie dans toute la vigne. Celle-ci est ressuscitée et devient splendide. Les vignes sauvées par cette méthode sont aujourd'hui nombreuses sur les bords du bas Rhône, ainsi que dans les départements de la Gironde et de la Dordogne.

Au lieu de pompes centrifuges, on emploie, dans quelques vignobles, des rouets hydrauliques, qui élèvent l'eau dans des conditions à peu près semblables à celles des pompes centrifuges. D'autres dispositions ingénieuses ont encore été adoptées. Je dois vous en signaler une que M. Espitalier a créée pour submerger son vignoble du Mas de Roy, en Camargue, sur les bords du Rhône. Voici ce domaine (fig. 42) ; il présente cette condition particulière que son niveau est au-dessous de celui des grandes eaux du fleuve, dont il n'est d'ailleurs séparé que par une digue. M. Espitalier a profité de cette

différence de niveau pour amener dans sa vigne l'eau du fleuve à l'aide d'un siphon

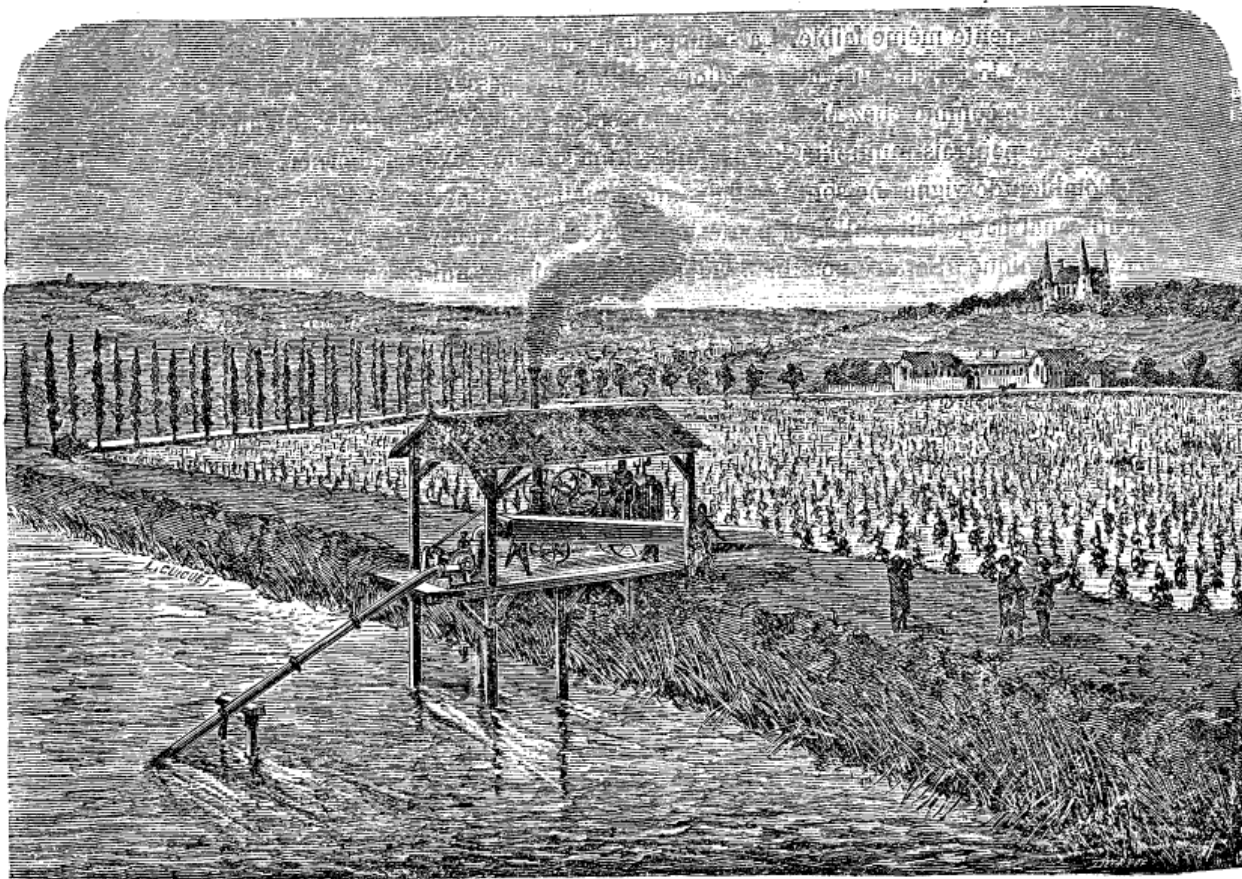


Fig. 41. — Installation d'une pompe Dumont pour la submersion dans l'Entre-deux-Mers.

passant par-dessus la digue. Voici (fig. 43) l'image de cette installation ; une machine à vapeur et une pompe rotative sont employées pour amorcer le siphon. M. Espitalier obtient ainsi l'eau nécessaire pour submerger ses 100 hectares de vignes, de la manière la plus naturelle et avec une dépense relativement faible.

Un autre exemple très remarquable se rencontre encore à L'Armeillère-en-Camargue, où la submersion a été établie sur une surface de 130 hectares par un agriculteur très habile, M. Louis Reich.

Le prix de la submersion n'est pas très élevé. Il faut d'abord aménager le vignoble et y faire les compartiments nécessaires ; c'est une question de main-d'œuvre. Dans la plupart des cas, il faut acheter les appareils nécessaires à l'élévation de l'eau ; ces machines reviennent, ainsi que vous le savez, à 8 ou 900 francs par force de cheval comme prix d'achat ; mais il y a aujourd'hui des viticulteurs qui, ayant monté des machines plus que suffisantes pour leurs submersions personnelles, louent l'eau en excès à leurs voisins ; il y a en outre des entrepreneurs qui louent des machines ; avec 100, 120 ou 150 francs par hectare, on peut opérer sa submersion.

Jusqu'à présent, les canaux qui sont établis dans le Midi ne fonctionnaient que du

mois d'avril au mois de septembre. Leur prendre de l'eau à la saison d'hiver, au mois de novembre ou de décembre, pendant quarante-cinq à soixante jours, c'est utiliser leurs eaux alors qu'on n'en tirerait aucun parti; cependant les propriétaires des canaux tendent à vendre leur eau le plus cher possible; il en est qui demandent jusqu'à 200 fr. par hectare.

On voit que, même dans les conditions les plus désavantageuses, la dépense totale ne s'élève pas à plus de 250 fr.; et comme on obtient par hectare 60, 80 ou même plus de 100 hectolitres de vin à 30 francs, on arrive facilement à 2 000 ou 2 500 francs de produit brut. Peu de natures de récoltes donnent de pareils produits; ce sont de magnifiques résultats. Aussi tous les agriculteurs du Midi, du département de l'Hérault surtout, demandent, à grands cris,

qu'on construise le canal dérivé du Rhône. Malheureusement, les ingénieurs paraissent encore loin d'être d'accord sur le projet à adopter; le canal passera-t-il à droite ou à gauche, aura-t-il telles ou telles di-

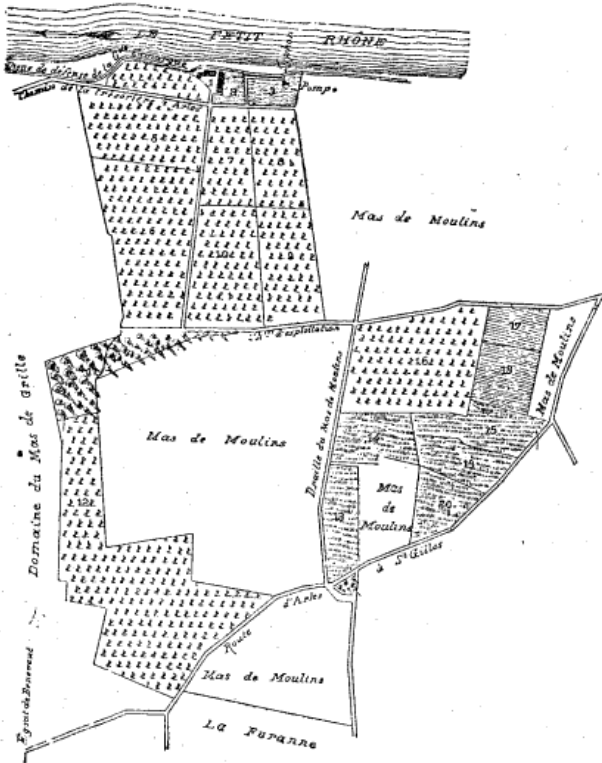


Fig. 42. — Vignoble du Mas de Roy soumis à la submersion.

coltes donnent de pareils produits; ce sont de magnifiques résultats. Aussi tous les agriculteurs du Midi, du département de l'Hérault surtout, demandent, à grands cris,

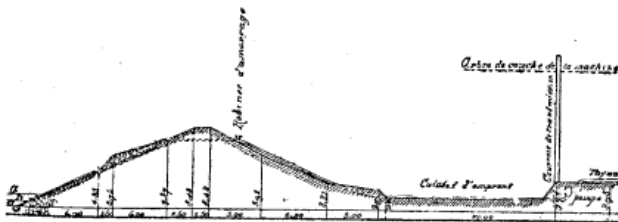


Fig. 43. — Siphon du Mas de Roy.

mensions, etc..... Pendant qu'on discute, l'agriculture attend, et voilà quinze ans que cela dure. La question est en ce moment au Sénat, qui ne sort pas des difficultés; de commission en commission, le temps se passe, et l'agriculture aurait déjà gagné deux fois le canal, si on le lui avait donné. Votez les principes, Messieurs du Parlement; laissez l'exécution au pouvoir exécutif sans vous occuper des détails. Tout ira mieux.

La submersion, il faut bien le reconnaître, ne peut pas être employée partout. Quoique nous ayons déjà un certain nombre de canaux et que nous cherchions encore à

en créer de nouveaux, on ne pourra jamais faire monter l'eau sur des coteaux élevés, presque sur des montagnes. Ce n'est donc pas un procédé général ; or ce sont des procédés généralement applicables qu'on désirerait trouver.

VII

Je vous ai dit que l'on avait essayé beaucoup de substances toxiques contre le phylloxera. C'est à M. le baron Thenard que revient l'honneur d'avoir, le premier, indiqué et préconisé le seul insecticide qui, jusqu'ici, soit à l'état isolé, soit à l'état de combinaison, comme nous le verrons tout à l'heure, ait été réellement efficace. Je veux parler du sulfure de carbone, dont feu Doyère, il y a plus de 30 ans, a proposé l'emploi et fait usage pour tuer les charançons dans les silos destinés à la conservation des grains.

Et d'abord, qu'est-ce que le sulfure de carbone ? C'est un corps liquide à la température ordinaire, très volatil, qui bout vers 60 degrés, en répandant d'abondantes vapeurs plus lourdes que l'air, d'une odeur nauséabonde, et qui asphyxient le phylloxera. On doit à M. Dumas des expériences décisives sur la puissance toxique de ces vapeurs, et sur la proportion nécessaire et suffisante pour tuer le phylloxera sans nuire à la vigne, qu'une action trop énergique du sulfure atteint profondément.

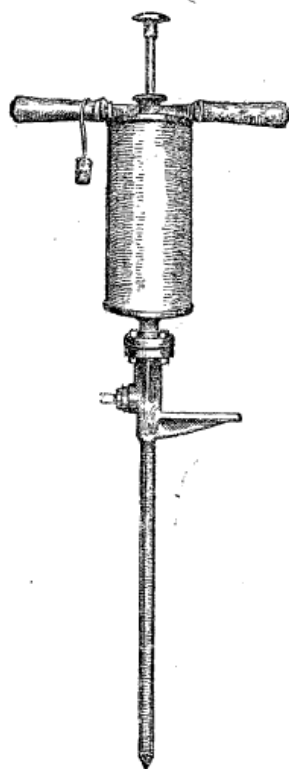


Fig. 44. — Pal Gastine pour l'injection du sulfure de carbone dans le sol.

L'idée de l'emploi de cet agent, répandue parmi les vignerons, fut d'abord accueillie avec beaucoup de doute et d'incrédulité. Les objections ne manquaient pas. Répandre un corps comme celui-là dans les campagnes, c'est dangereux, disait-on, on mettra le feu partout, on empoisonnera les hommes, on détruira les vignes. Et, en effet, pendant trois ou quatre ans, on n'a pas réussi ; c'était la période des débuts. Le bon outillage n'était pas trouvé. Mais, en 1876, il y a eu recrudescence du fléau à la suite d'un long été ; car vous avez bien compris que, plus l'été était chaud et long, plus sont nombreuses les générations de phylloxeras, et qu'il peut s'en produire le double ou le triple que dans les années ordinaires. Voici donc qu'en 1876 on signale une extension incroyable du phylloxera ; de tous côtés on se plaint, les vendanges diminuent, pour la première fois, dans des proportions énormes. Le commerce et l'industrie sont atteints directement par le fléau qui frappe la viticulture. Les Compagnies de chemins de fer voient tout à coup leur trafic diminuer. Les vins forment, en effet, un objet de transport d'une très grande valeur ; cela fait vivre aussi bien ceux qui transportent, que les ouvriers et les propriétaires. C'est à partir de ce moment que datent les expériences sérieuses.

La Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, sous l'impulsion de M. Talabot et avec le concours d'un naturaliste distingué, M. Marion, se mit à étudier la question; grâce aux grandes ressources dont elle dispose, elle est arrivée à rendre absolument pratique l'emploi du sulfure de carbone dans les vignes. Un outillage complet a été créé. C'est d'abord un pal que montre la figure 44, et qui est dû à M. Gastine. Après y avoir versé le sulfure de carbone, un ouvrier le porte sur le sol et l'enfonce jusqu'à un certain degré en appuyant sur la pédale avec le pied; un coup de main sur le piston permet d'introduire dans chaque trou la dose de sulfure de carbone qui est jugée utile.

Pour transporter le sulfure de carbone, un baril spécial a été construit; vous le

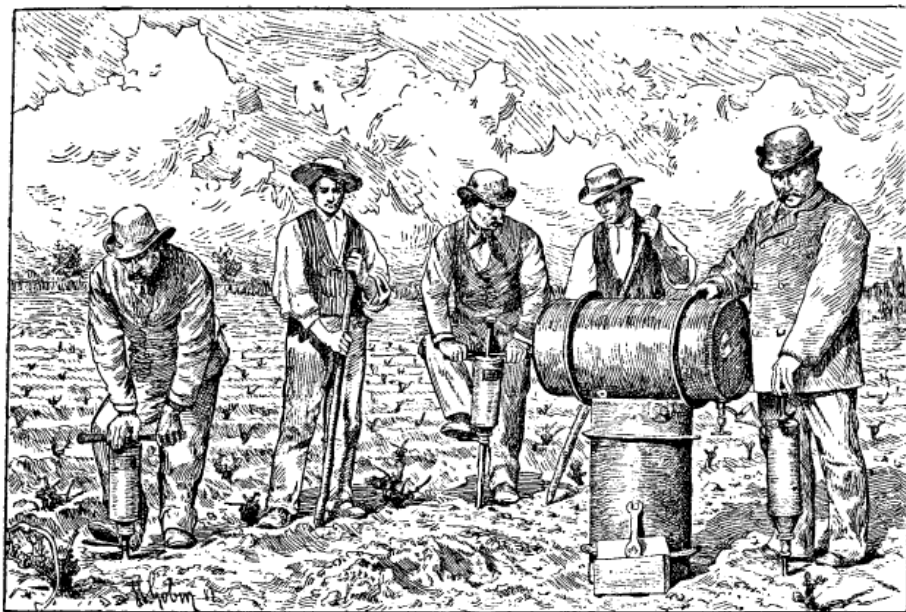


Fig. 45. — Traitement d'une vigne par le sulfure de carbone.

voyez dans la figure 45 : il pèse, vide, 35 kilog.; plein, 135. On tire le sulfure de carbone par un robinet en ayant soin de donner de l'air par la partie supérieure; on prend ainsi la quantité du liquide voulue. Le pal est muni de tous les accessoires, la clef, les robinets, les rondelles, les ressorts, etc., qui peuvent être remplacés s'ils se détériorent pendant le travail. La figure 45 vous montre une vigne dans laquelle le traitement fonctionne; un ouvrier enfonce le pal dans la terre et un autre ouvrier qui le suit, avec un bâton, bouche au fur et à mesure les trous pour éviter l'évaporation du sulfure de carbone dans l'air. On peut ainsi faire autour de chaque pied, un, deux ou trois trous et y déposer exactement la quantité de sulfure de carbone qu'on veut, donner 10, 15, 20 ou 25 grammes selon qu'on veut opérer un traitement plus ou moins énergique. Il n'y a de difficulté que dans les terrains où l'on rencontrerait la pierre.

La Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée a bien voulu mettre à ma disposition une équipe de ses ouvriers qui vont se mettre à l'œuvre pour vous montrer comment se fait l'opération ; mais, tranquillisez-vous, ils ne répandront pas ici de sulfure de carbone.

Il faut rendre hommage à M. Talabot ; c'est lui qui a été l'instigateur et l'âme de toute cette organisation à laquelle 10 000 hectares de vignes doivent dès aujourd'hui leur salut. M. Talabot a soixante-dix-neuf ans, et il est absolument aveugle depuis trois ans ; mais, au fond de son cabinet, il voit clair dans sa cécité, et il a compris l'importance de mettre une organisation puissante au service de la viticulture. Cet outillage est aujourd'hui demandé dans le monde entier ; il va en Russie, en Italie, en Espagne, partout où l'on rencontre le phylloxera, même en Amérique, car les Américains commencent à traiter quelques-unes de leurs vignes.

On a cherché à modifier l'outillage que je viens de vous décrire, à le rendre plus simple, à diminuer la main-d'œuvre nécessaire pour le traitement des vignes. M. Gastine, l'inventeur du pal, travaille aujourd'hui à construire un appareil injecteur à traction, destiné surtout à rendre les traitements plus faciles dans les vignes plantées en plaine. Cet appareil n'exigera pas plus de sulfure de carbone que les traitements

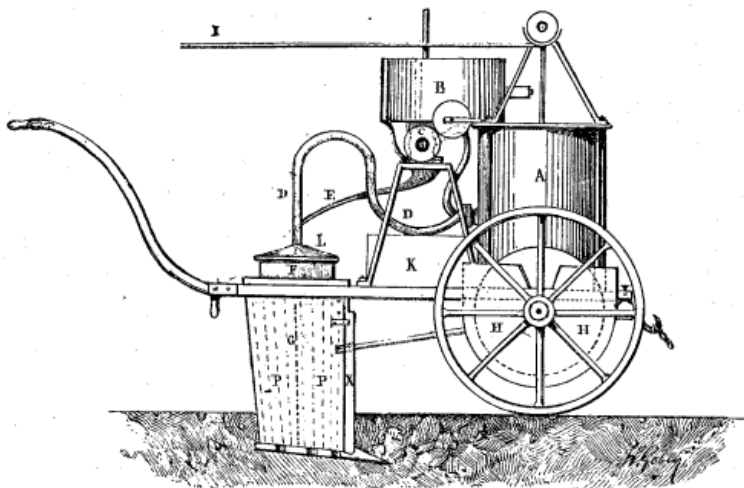


Fig. 46. — Charrue sulfureuse de M. Dugour.

au pal, mais la main-d'œuvre et surtout le temps nécessaires pour effectuer le travail seront considérablement réduits.

Dans le même ordre d'idées, M. Dugour a inventé une charrue sulfureuse que représente la figure 46. Cette charrue a vivement appelé l'attention au dernier Congrès phylloxérique de Bordeaux où elle avait été exposée. Elle sert à projeter, à l'aide d'un soufflet, le sulfure de carbone dans le sillon qu'elle a creusé. Le sulfure est renfermé dans un réservoir, et il sort par le tuyau qui descend derrière le soc de la charrue. Cet appareil peut également servir à asphyxier la vermine des champs, les mulots, par exemple, dont les dégâts sont quelquefois si considérables.

VIII

Le sulfure de carbone ne peut pas être répandu partout. Dans les terrains très pierreux la diffusion des vapeurs se fait mal; il en est de même dans les terrains trop argileux, et, en général, dans tous ceux qui manquent de profondeur.

M. Dumas a pensé que, si l'on formait une combinaison de sulfure de carbone et de sulfure de potassium, si l'on pouvait répandre ce liquide après l'avoir mélangé dans de l'eau, il serait possible, dans les pays où l'on aurait assez d'eau, d'assurer le succès du traitement des vignes au moyen d'un agent qui ne fournirait son sulfure de carbone qu'au fur et à mesure des besoins. Cette combinaison est ce qu'on appelle le sulfocarbonate de potassium. Il y a dans ce sulfocarbonate de potassium du sulfure de carbone; si donc on le met dans l'eau et qu'on le répande dans le sol, il pénétrera partout; mais il ne produit rien d'abord, il est à l'état de sel dans le sol; bientôt l'acide carbonique confiné dans la terre agit; il a la propriété de s'emparer de la potasse pour former du carbonate de potasse; de l'hydrogène sulfuré se dégage ou reste en dissolution dans l'eau; le sulfure de carbone est mis en liberté, et partout où il y avait une molécule de sulfocarbonate, il y a une molécule de sulfure de carbone libre. Par conséquent, au moyen du sulfocarbonate, on pourra introduire le sulfure de carbone dans des terrains où le pal ne peut pas être employé.

Le procédé de M. Dumas par le sulfocarbonate de potassium est excellent, partout où l'on peut étendre d'eau ce produit et arroser autour des pieds de vigne, plus ou moins loin selon les besoins des racines; on peut doser exactement les quantités de sulfure qu'on introduit à l'état de sulfocarbonate de potassium.

En même temps que le sulfure de carbone, on apporte dans le sol de la potasse qui, vous le savez, est absolument indispensable à la vigne; c'est un des éléments essentiels qu'il faut mettre dans tous les engrais, et il faut de l'engrais pour toutes les vignes, surtout dans celles qui sont atteintes par le fléau. On croyait autrefois qu'il fallait bien se garder de mettre du fumier dans les vignes; c'était un préjugé absurde dont on a fini par avoir raison, du moins dans un grand nombre de vignobles. On croyait qu'on altérerait ainsi la qualité du vin; cela n'est pas vrai quand on opère avec mesure.

De tous les moyens de lutter contre le phylloxera, le sulfocarbonate de potassium est peut-être celui qui a suscité le plus grand nombre d'objections. Cherté du produit, nécessité de le diluer dans une grande quantité d'eau, et, par conséquent, dépenses très considérables de main-d'œuvre pour porter l'eau dans les vignes, et pour distribuer l'insecticide entre les souches, etc., tels étaient, en dehors de la question d'efficacité, les griefs que l'on opposait à l'adoption de ce mode de traitement. Aujourd'hui ces difficultés sont vaincues, grâce aux appareils mécaniques imaginés par MM. Humbert et Mouillefert pour envoyer l'eau dans les vignes à toute distance et à toute hauteur.

Vous voyez, dans la figure 47, ces appareils fonctionnant dans une vigne plantée à

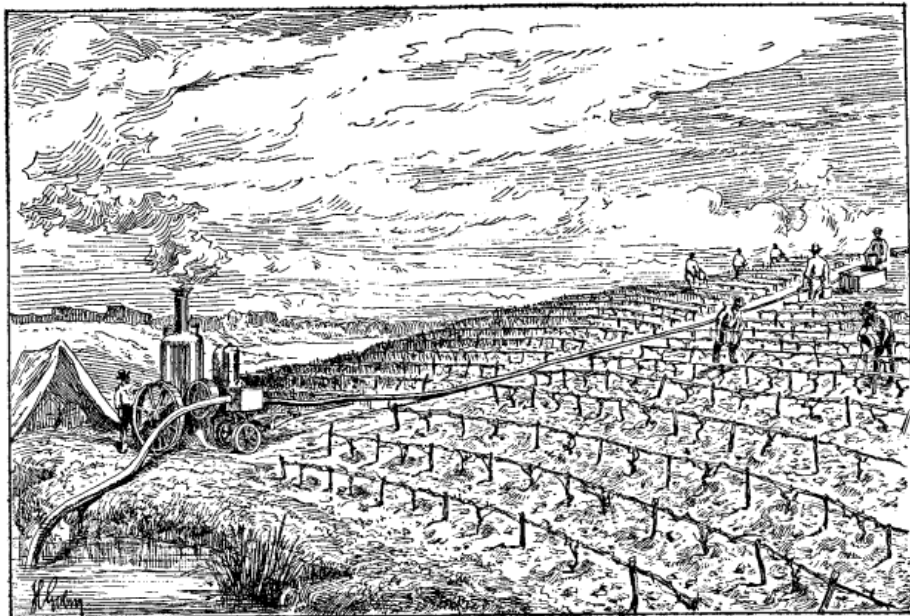


Fig. 47. — Traitement d'une vigne par le sulfocarbonate de potassium.

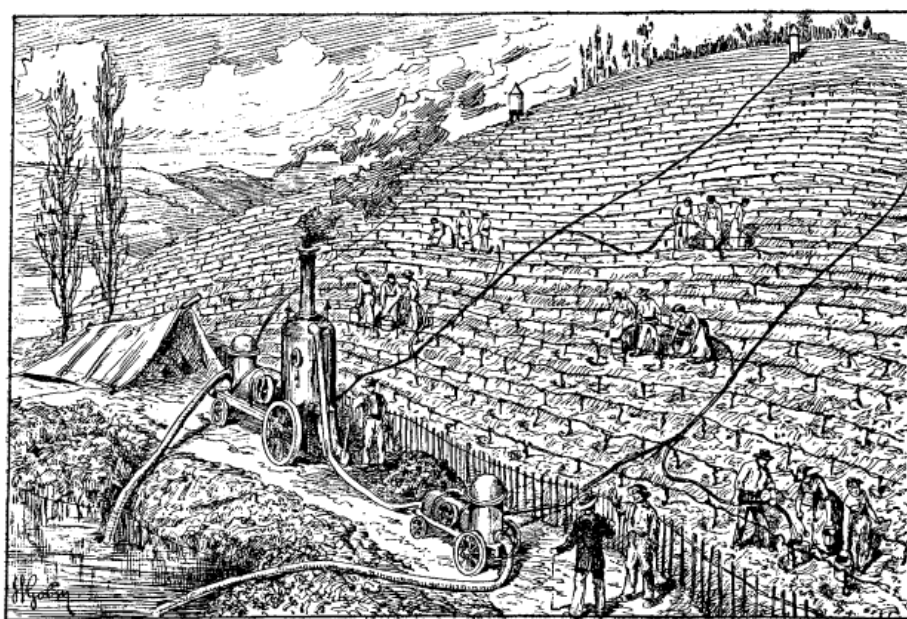


Fig. 48. — Traitement d'une vigne en plantations serrées.

raison de 4 à 5,000 ceps par hectare, et, dans la figure 48, le système adopté pour les

plantations serrées qui, dans quelques régions, atteignent 9 à 10,000 pieds par hectare.

L'ensemble des appareils se compose d'un moteur, d'une pompe aspirante et foulante, d'une canalisation métallique et de distributeurs en caoutchouc, enfin de réservoirs à air comprimé.

Le moteur est une machine à vapeur verticale à haute pression, construite avec une grande solidité, de manière à présenter la plus forte puissance effective sous le poids le plus réduit. La pompe, aspirante et foulante, est montée sur le même bâti que le moteur; la tige du piston est directement reliée à l'arbre du volant de la machine. Il ne s'agit pas ici, comme dans la submersion, d'élever rapidement d'énormes volumes d'eau à une faible hauteur, mais d'élever régulièrement une quantité à peu près constante de liquide à une hauteur souvent considérable. Tous les efforts ont donc concouru à donner à la pompe, et surtout à son piston, la plus grande force de résistance.

Sur le dôme de la pompe, une prise à deux, trois ou quatre tubulures sert à pousser l'eau dans le système de canalisation spéciale adopté par MM. Hembert et Mouillefert. Cette canalisation consiste en tuyaux en tôle forgée d'une épaisseur de 1 millimètre, ayant une longueur de 5 mètres, et un diamètre de 7 centimètres. Ces tuyaux rigides, qu'un homme peut facilement manœuvrer, sont raccordés les uns aux autres par des brides à boulons articulés, munies de bagues en caoutchouc pour assurer une adhérence parfaite. On forme ainsi des canaux qui partent du bord du cours d'eau, et sont dirigés dans toutes les directions nécessaires, jusqu'à la vigne qui doit être traitée. Lorsque les plantations sont espacées, l'eau arrive dans deux bacs qui se trouvent à l'extrémité des tuyaux; dans ces bacs, on prépare tour à tour les solutions sulfocarbonatées, que l'on n'a plus ensuite qu'à puiser avec des arrosoirs et à vider dans des cuvettes creusées au pied des ceps.

Dans les plantations serrées, sur la canalisation métallique est embranchée une canalisation secondaire, formée par des tuyaux en caoutchouc, ayant une longueur de 10 mètres, et pouvant être ajustés plusieurs bout à bout. C'est avec ces tuyaux que l'on répand, au pied des souches, l'eau envoyée par la canalisation.

Préalablement, on a creusé, au pied de chaque souche, une cuvette de 50 à 80 centimètres de côté, suivant l'espacement des ceps, et d'une profondeur de 15 à 20 centimètres. L'équipe qui doit faire le traitement d'une ligne de souches, se compose, d'un homme et de deux femmes. L'homme porte l'extrémité du tuyau de caoutchouc; une des femmes porte un vase contenant le sulfocarbonate, et elle est munie d'un petit doseur; l'autre a deux arrosoirs d'une capacité de 10 à 12 litres. La manœuvre est très simple. Supposons que le traitement d'une rangée commence. Les deux arrosoirs sont placés dans les cuvettes des deux premières souches; l'homme dirige dans le premier arrosoir l'eau venant par le tuyau de caoutchouc. En même temps, la première femme verse dans le même arrosoir la dose de sulfocarbonate qui se diffuse instantanément. Ils passent ensuite à la deuxième souche. La seconde ouvrière renverse le

contenu de l'arrosoir dans la cuvette de la première souche et porte cet arrosoir à la troisième; puis elle se retourne pour vider celui de la deuxième souche et le porter à la quatrième, et ainsi de suite. Lorsque l'on est au bout de la rangée, on passe à la suivante. Le tuyau de caoutchouc est ensuite rattaché à une autre partie de la canalisation.

Pendant les changements de travail, un certain temps est nécessaire pour dévisser et revisser les tuyaux de caoutchouc sur leurs prises, passer d'une ligne à l'autre, etc. Néanmoins la pompe marche toujours, et elle envoie sans relâche de l'eau dans la canalisation. Il en résulterait des excès de pression amenant des accidents ou une usure rapide, si cette eau en excès ne trouvait pas une issue. C'est pour obvier à cet inconvénient qu'on a eu recours aux accumulateurs qu'on voit, sur le dessin, aux extrémités des canalisations primaires. Ces accumulateurs sont de grands vases cylindriques portatifs d'une hauteur de 2 mètres, et pouvant contenir environ 500 litres d'eau, dans lesquels les tuyaux de la canalisation débouchent. Ils sont fermés à leur partie supérieure par une soupape de sûreté. Lorsque l'eau ne trouve pas dans les canaux une issue suffisante, elle peut s'emmagasiner dans l'accumulateur; elle comprime l'air que renferme sa partie supérieure, et lorsque la pression a atteint une certaine limite, 2 atmosphères à 2 atmosphères et demie, la soupape est soulevée pour laisser échapper d'abord l'air, puis l'eau en excès. Lorsque l'eau trouve son issue dans le service des arrosoirs, le réservoir se vide peu à peu. Le matelas d'air se détend, et les choses rentrent dans leur état normal.

L'expérience a démontré que ce système mécanique peut donner d'excellents résultats dans un très grand nombre de circonstances. Jusqu'ici, on a pu traiter avec une seule machine des vignes situées à une distance de 3 500 mètres de la prise d'eau, et atteignant une altitude de 190 mètres. — Lorsque les hauteurs à atteindre sont peu considérables et que la puissance de la machine à vapeur le permet, on peut adjoindre à celle-ci une deuxième pompe munie d'un système de canalisation spéciale. Un tuyau de vapeur conduit à cette deuxième pompe la quantité nécessaire à son travail. On voit, sur la droite de notre dessin, un modèle de ces installations secondaires.

Une Société s'est formée en 1878 pour l'exploitation du nouveau procédé, sous le titre de *Société nationale contre le phylloxera*. Voici le relevé de ses opérations :

	PROPRIÉTAIRES traités à forfait.	SUPERFICIE traitée. Hectares.	NOMBRE de souches traitées.	SULFOCARBONATE employé. Kilog.
1877-78.	5	28,50	118 548	11 285
1878-79.	11	210,50	810 080	81 250
1879-80.	94	660,63	2 828 781	245 686
1880-81.	173	1 138,48	5 063 700	394 378

La Société a, en outre, cédé 48 409 kilog. de sulfocarbonate à 71 propriétaires, soit une quantité capable de traiter environ 140 hectares de vignes et près de 600 000 souches.

Il n'y a pas besoin d'insister sur ces résultats, quoiqu'ils soient encore bien faibles comparativement aux désastres de la viticulture française. Parmi les vignes traitées, trois domaines sont actuellement à leur quatrième année de traitement : celui de Launac (Hérault), à M. Henri Marès; celui de Vitis-Parc, à Cognac, à M. Moullon; celui de la Provenquières, à M. Teissonnière; les uns et les autres se déclarent complètement satisfaits. Mais beaucoup de vignes ont déjà reçu trois traitements, et les résultats acquis sont, pour la plupart, très beaux. Parmi ces derniers, il faut citer notamment les vignes que la Société nationale contre le phylloxera a prises en location, et en particulier les domaines de Sainte-Foy-la-Grande (Gironde), de Gardonne (Dordogne) et de Duras (Lot-et-Garonne). Ces domaines étaient arrivés au dernier degré d'épuisement et de délabrement, beaucoup de leurs pièces de vignes paraissaient absolument perdues; la régénération est faite aujourd'hui, et elle s'accuse par des vendanges.

Le prix de revient du traitement des vignes varie dans de très grandes proportions; il est tout d'abord subordonné au mode de plantation et à l'espacement des souches, et ensuite à l'état de la vigne.

Il faut aussi signaler les heureux résultats obtenus par M. Jules Maistre, à Villeneuve (Hérault), par l'emploi du sulfocarbonate combiné avec les irrigations d'été qui sont à recommander, dans des conditions toutefois qui restent encore à bien déterminer.

IX.

Je vous ai dit que l'œuf d'hiver, qui éclôt au printemps, a pour principal rôle de fournir de nouvelles générations venant réveiller la fécondité des colonies souterraines aptères, qui s'éteindraient peu à peu sans son intervention. Il est donc de la plus haute importance de le poursuivre sur les souches, sur les sarments, dans les interstices des écorces où, jusqu'ici, on l'a le plus fréquemment trouvé. C'est dans ce but qu'on pratique, à la fin de l'hiver, l'écorçage, le badigeonnage, le flambage des pieds de vigne.

Ces opérations ne sont pas assez générales. Elles ne se font que dans quelques vignobles dont les propriétaires veulent employer tous les moyens pour lutter contre le fléau. Elles devraient être pratiquées partout; leur adoption permettrait d'espérer une destruction beaucoup plus rapide du fatal ennemi des vignes.

Un viticulteur distingué de la Gironde, M. Sabaté, a imaginé, pour le nettoyage des souches des vignes, un gant à mailles en acier avec lequel on frotte celles-ci au commencement du printemps. Il est arrivé, par la combinaison de cet écorçage avec

le traitement au sulfocarbonate de potassium et l'emploi des engrais, à régénérer complètement son vignoble de Cadarsac, près Libourne. Ce vignoble est aujourd'hui en pleine prospérité, tandis que toutes les vignes voisines ont été détruites par le fléau. M. Prosper de Lafitte s'est fait aussi l'ardent propagateur de la destruction de l'œuf d'hiver.

C'est dans le même but qu'a été imaginé le pyrophore Bourbon, qui est essayé, depuis quelque temps, dans les vignobles du Roussillon. C'est un appareil qui sert à projeter sur la souche, pendant l'hiver, un jet enflammé de pétrole pour détruire, à la

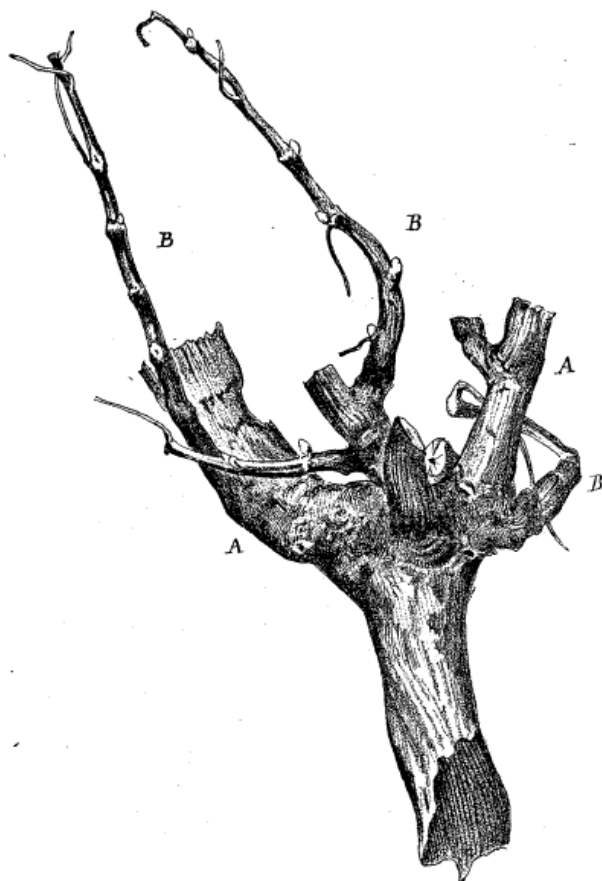


Fig. 49. — Souche de vigne atteinte par le phylloxera et abandonnée.

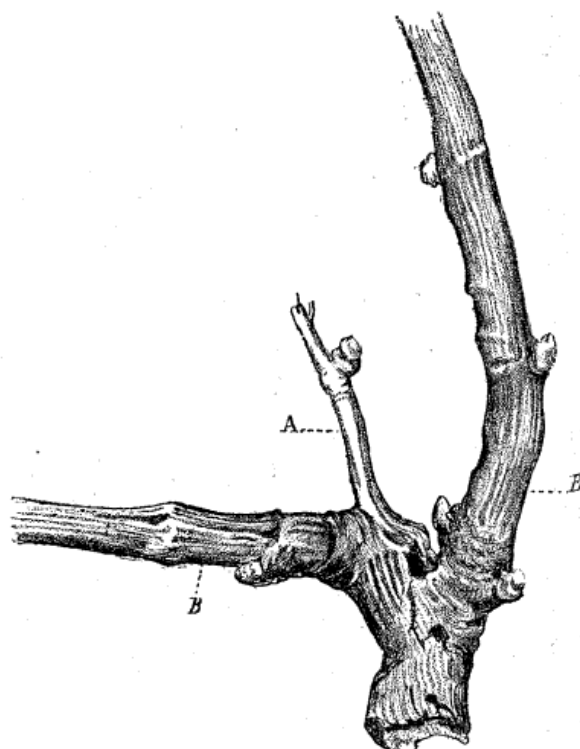


Fig. 50. — Effets d'une application de sulfure de carbone sur une souche atteinte.

fois, l'œuf d'hiver et les larves des autres ennemis de la vigne hivernant sous les écorces. Un constructeur bourguignon, M. Gaillot, de Beaune, a construit un appareil analogue qui a été également essayé avec quelque succès.

X.

Les affirmations sur l'efficacité du traitement des vignes doivent s'appuyer sur des

faits. Ces faits, je vous ai promis de les faire passer sous vos yeux ; je dois remplir ma promesse. Les quatre dessins que la lumière électrique va vous montrer ont été exécutés, d'après nature, sur des pieds de vignes du domaine de Baboulet, près Capetang, dans le département de l'Hérault, appartenant à M. Jaussan, président du Comice agricole de Béziers, l'un des viticulteurs qui ont lutté avec la plus énergique persévérance contre le fléau.

Voici d'abord (fig. 49) une souche qui a été laissée sans traitement. Vous voyez en A, les pousses encore vigoureuses de l'année 1879 ; en B, les pousses absolument rabougries de 1880.

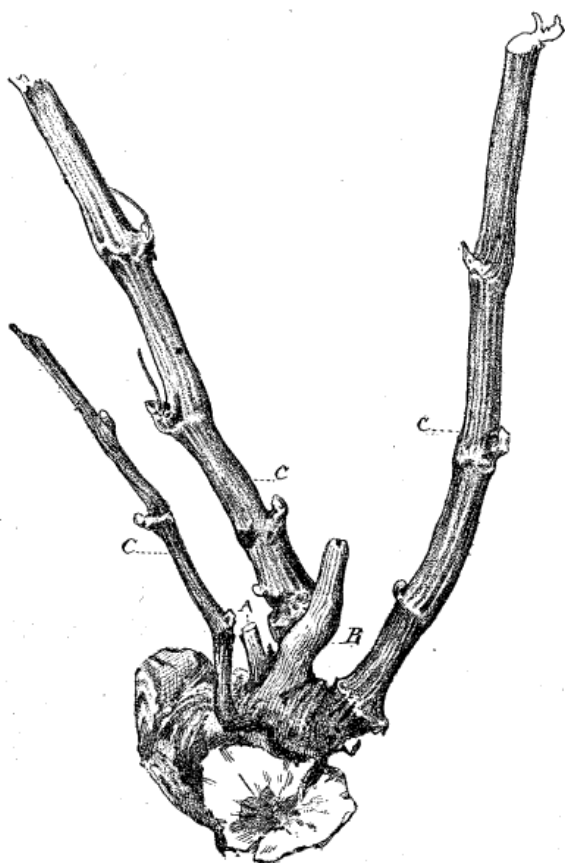


Fig. 51. — Souche montrant la régénération obtenue par trois années de traitements.

Une deuxième souche (fig. 50), dans le même vignoble, atteinte avant la première, ne donnait, en 1879, qu'un jet rabougri A. Elle est traitée par le sulfure de carbone, et dès la première année, elle pousse des sarments vigoureux, dont le diamètre est quadruple de celui de l'année précédente.

La souche que montre la fig. 51 a été, pendant trois ans, traitée par le sulfure de carbone. La première année, en 1878, elle ne donne qu'un sarment chétif A. La deuxième année de traitement, en 1879, la pousse B montre une reprise dans la végétation. En 1880, troisième année de traitement, les rameaux C sont très vigoureux ; la vigne est régénérée d'une manière complète.

Dans les quatre souches que montrent les fig. 52 à 55, la lettre A s'applique aux sarments de 1879, et la lettre B indique ceux de 1880. Dans la première, la vigne atteinte par le phylloxera a été abandonnée à elle-même, les sarments de 1880 sont beaucoup plus grêles que ceux de 1879. Le contraire peut être remarqué, au premier coup d'œil, pour les trois autres souches ; les effets utiles du sulfure de carbone sont manifestes, la vigne se régénère rapidement.

J'avais donc complètement raison, lorsque je vous affirmais que les traitements assureraient la résurrection des vignes condamnées à succomber rapidement lorsqu'elles sont abandonnées

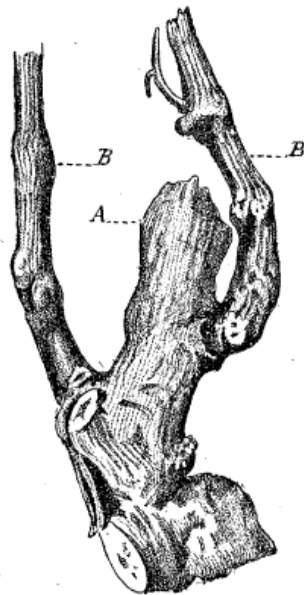


Fig. 52. — Vigne atteinte par le phylloxéra et abandonnée à elle-même.

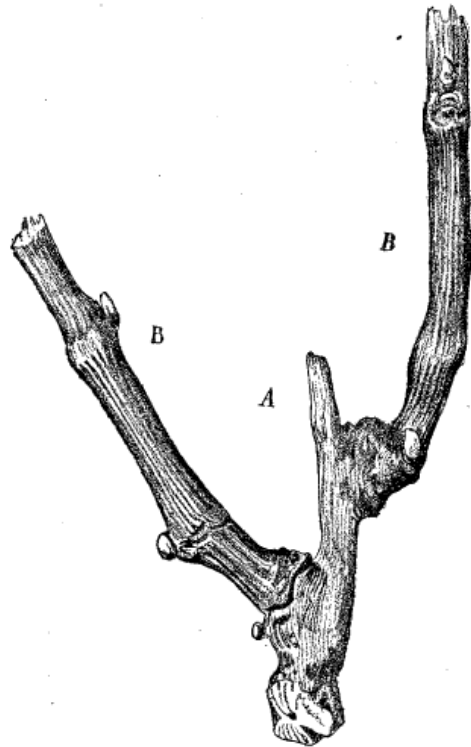


Fig. 53. — Souche montrant les effets utiles du traitement.

à elles-mêmes. Vous voyez vous-mêmes, expérimentalement, que la vigne peut être guérie.

Mais hâtons-nous d'ajouter que ces résultats heureux ne peuvent être obtenus que si l'on donne à la vigne les engrais en proportion suffisante pour qu'elle trouve, dans le sol, les éléments nécessaires à la reconstitution du chevelu des racines. La fumure est le complément indispensable des traitements ; c'est une vérité sur laquelle on ne saurait trop énergiquement appuyer. Il est indispensable qu'elle soit proclamée partout ; sous tous les climats, dans toutes les conditions de sol et de culture, la nécessité est la même.

XI.

Toutes les ressources qui viennent d'être indiquées, n'ont cependant pas la puissance de ressusciter les vignes là où elles ont disparu. On peut défendre aujourd'hui les vignes qui sont atteintes, pourvu que l'on sache s'y prendre à temps. Mais malheu-

reusement, dans les premiers temps de l'invasion, on ignorait tout ce que je viens de vous expliquer; dix années ont été nécessaires pour que le problème fût résolu. Pendant ce temps, le fléau marchait, semant sur sa route les désastres que je vous ai dépeints.

Comment remédier à ces désastres, et recon-

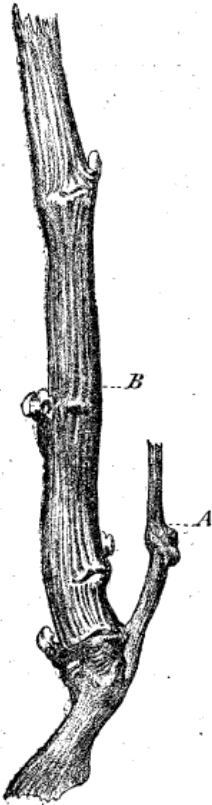


Fig. 54. — Deuxième souche régénérée.

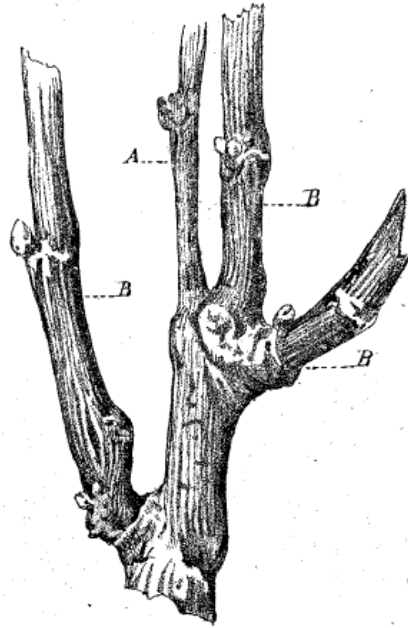


Fig. 55. — Troisième souche régénérée.

stituer la vigne où elle a disparu? Aujourd'hui, on pourrait conseiller de replanter des cépages français qu'on soumettrait à des traitements insecticides; il y a quelques années, on ne pouvait encore songer à ce moyen de salut.

Mais l'Amérique, qui avait donné le phylloxera, devait aussi nous fournir le végétal capable de vivre malgré l'insecte. Le phylloxera est indigène en Amérique, et cependant ce pays renferme plusieurs espèces de vignes qui y atteignent une vigoureuse végétation. Jamais les cépages européens introduits dans le Nouveau-Monde, n'avaient pu y prospérer. On ignorait la cause de ces insuccès; on la connaît aujourd'hui; c'est le fatal puceron. Mais si les vignes d'Amérique peuvent vivre dans leur pays, malgré le phylloxera, lui résisteront-elles aussi en France? En fait, les premières plantations de vignes américaines, dans notre pays, résistent encore aujourd'hui à Roquemaure, à Bordeaux, au milieu des vignes françaises complètement détruites.

En présence de ces constatations, on planta des vignes américaines un peu partout dans le Midi, sans trop s'inquiéter des conditions spéciales nécessaires pour la réussite

de chaque variété. Et cependant, il suffisait d'un peu de réflexion, pour comprendre combien sont multiples et variées les conditions d'acclimatement de végétaux venus de pays lointains, et la nécessité de faire la part, dans les succès et les insuccès, de l'adaptation du cépage au sol, suivant l'heureuse expression de M. Violla, du climat et enfin du phylloxera lui-même. — L'école d'agriculture de Montpellier a pris, sous l'impulsion de M. Saint-Pierre, son regretté directeur, la tête dans les études sur les vignes américaines. Des plantations ont été faites, afin d'étudier la résistance des diverses variétés. Quelques-unes ont une végétation d'une vigueur tout à fait étonnante. La fig. 56 représente une partie de vigne américaine, du cépage Jacquez, photographiée en



Fig. 56. — Vigne américaine de Jacquez à sa cinquième feuille.

pleine végétation. Elle est à sa cinquième feuille, c'est-à-dire âgée de cinq ans ; vous voyez sa vigueur et son beau développement en pays absolument phylloxérés.

C'est aussi à l'école de Montpellier que les patientes recherches de M. Gustave Foex, son directeur actuel, ont élucidé la cause de la résistance des vignes américaines. C'est dans la différence de constitution des racines chez les vignes françaises et américaines, que gît le secret de la mort des premières sous les atteintes du phylloxera. Tandis que les racines des vignes françaises conservent toujours un tissu mou et spongieux, comme vous le montre la figure 57, celles des vignes américaines se lignifient rapidement ; les rayons médullaires qui sont reproduits dans les fig. 58 à 60 pour trois variétés, sont plus étroits, plus nombreux, formés de cellules plus petites ; les ponctuations des cellules sont aussi d'un diamètre beaucoup plus faible. Les tissus sont donc moins perméables ; ils sont simplement attaqués superficiellement par le phyl-

lojera, et la plaie se cicatrise rapidement. La fig. 59 montre une cicatrice ainsi formée. L'importance de cette découverte est considérable ; elle rassure, en effet, les viticulteurs sur la durée de la résistance des vignes américaines. Cette résistance provenant de la structure et d'un mode de fonctionnement des tissus, ne pa-



Fig. 57. — Section de racine de *Vitis vinifera* (Aramon).

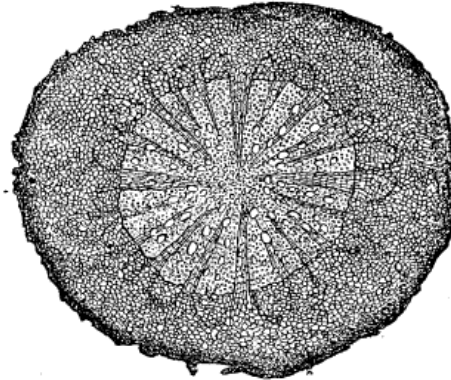


Fig. 58. — Section de racine de *Vitis labrusca* (Diana).

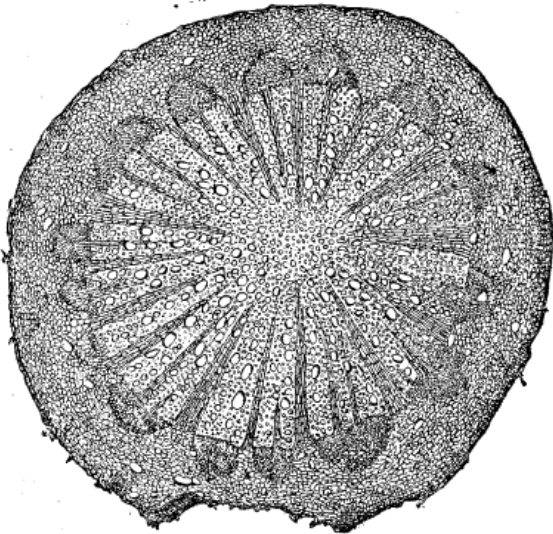


Fig. 59. — Section de racine de *Vitis æstivalis* (Jacquez).

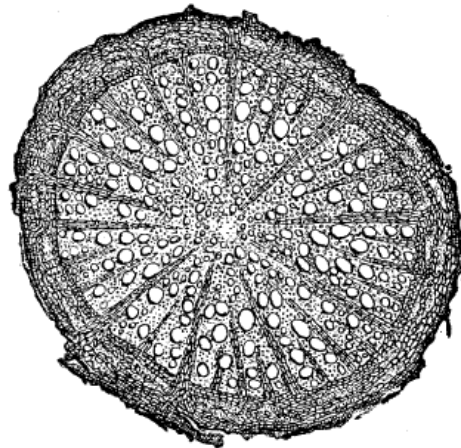


Fig. 60. — Section de racine de *Vitis cordifolia* (Var. Solonis).

rait pas devoir se modifier, même dans le cas de la greffe des vignes françaises sur des souches américaines. Ainsi s'évanouissent les craintes soulevées souvent à ce sujet. Les figures 58 à 60 montrent des différences dans les caractères que présentent les racines de trois cépages de résistance variable, mais tous plus résistants que la vigne française.

Le vin fourni par les raisins des vignes américaines est le plus souvent absolument

détestable. On est enchanté quand, à force de soins, on arrive à approcher des vins français les plus communs. Il serait donc impossible de songer à reconstituer le vignoble méridional exclusivement avec ces vignes. C'est alors que l'on a pensé à corriger par la greffe ce défaut originel : constituer un cépage mixte, dont les racines fussent résistantes au phylloxera et dont la tête donnât du raisin français.

La possibilité de greffer la vigne est un fait acquis depuis longtemps, peut-être même depuis qu'on la cultive. Mais, jusque dans ces derniers temps, on n'avait eu recours à la greffe que dans des circonstances assez rares, soit pour augmenter la production d'une vigne, soit par simple curiosité. Toutefois les cultivateurs méridionaux étaient assez familiarisés avec cette opération ; avant même le phylloxera, le département de l'Hérault comptait plusieurs centaines de mille ceps qui avaient été greffés en vue d'en augmenter le rendement. D'importantes études sur le greffage ont été poursuivies durant ces dernières années, notamment par M. Champin, à qui l'on doit même une nouvelle greffe ; elles ont permis de reconnaître les variétés qui s'y prêtent le mieux.

Les vignes américaines résistantes appartiennent à quatre groupes : *Vitis æstivalis*, *V. riparia*, *V. rupestris*, *V. labrusca*.

1^{er} GROUPE : *Æstivalis*. — Les principaux cépages sont : *Jacquez*, *Cunningham*, *Herbemont*. Ils servent pour la production directe. — Le Jacquez a une production abondante de vin très coloré ; l'Herbemont donne un vin plus fin, moins chargé de couleur ; le vin de Cunningham est riche en alcool, mais manque de coloration.

2^e GROUPE : *Riparia*. — Les raisins ont le goût foxé. Ces vignes ne peuvent servir que comme porte-greffes. Les principaux cépages sont : *Riparia sauvage*, *Solonis*, *Clinton*, *Taylor*, *Vialla*.

3^e GROUPE : *Rupestris*. — C'est un type sauvage impropre à donner du vin ; mais il peut servir pour la greffe.

4^e GROUPE : *Labrusca*. — Un seul cépage de ce groupe est pratique, l'*Yorck madeira*. Il est très résistant et constitue un bon porte-greffe dans les terrains très secs.

C'est à MM. Foex, Vialla, Gaston Bazille, Lugol, Despetis, Laliman, Pulliat, Robin, Douysset, Aiguillon, Victor Ganzin, et d'autres encore, que l'on doit les principales études sur ces vignes. M. Alphonse Lavallée a recherché, de son côté, si, dans les cépages d'autres pays, on ne pourrait pas en trouver qui resteraient indemnes. Il faut aussi vous signaler M. Menudier, de Saintes, qui cherche, par tous les moyens possibles, à sauver les Charentes. On ne saurait trop encourager tous ces travaux.

On peut donc planter des vignes américaines et les greffer ; c'est ce qui se fait aujourd'hui sur une assez grande échelle ; de cette manière on peut reconstituer les vignes, dans les pays où celles-ci ont été détruites par le phylloxera. Il y a même des gens qui plantent des cépages américains uniquement pour eux-mêmes, parce que certaines espèces, notamment le Jacquez, donnent un vin extrêmement foncé. Je rencontrais, il y a deux ans, un marchand de vin qui, examinant du vin fait avec des raisins de Jacquez, s'écriait : « Quel riche vin ! » — Je lui répondis : « Il est détestable ».

ble. » — « Mais il y a là six couleurs. » — Il entendait par là qu'on pouvait, avec ce vin, moyennant une addition d'eau et d'alcool, faire six fois plus de vin marchand. On peut donc s'en servir comme teinture et, par conséquent, il rendra des services, mais d'un ordre secondaire.

XII.

Quelle que soit, parmi les méthodes qui viennent d'être exposées, celle à laquelle le viticulteur a recours, elle l'entraîne à des dépenses considérables, d'autant plus sensibles qu'elles coïncident fatalement avec une réduction, et même une suppression de revenu. C'est là une situation qui doit appeler la sollicitude universelle. Le Gouvernement a eu la bonne pensée de venir en aide aux essais qui seraient faits. Il donne dans ce but des subventions (tel a été le premier effet de la loi édictée en 1879) égales à la dépense que fait le vigneron ou le propriétaire sur sa vigne. Cela est plus efficace que la loi promettant un prix de 300 000 francs à l'inventeur d'un moyen de destruction du phylloxera, loi qui n'a guère eu d'autre effet que d'exciter les imaginations et de peupler les maisons de fous. Mais pour avoir une efficacité réelle, la défense des vignes doit être organisée avec un véritable ensemble. Il ne faut pas qu'un propriétaire combatte le phylloxera et qu'un autre le conserve. Les subventions ont donc été subordonnées à une union préalable entre les propriétaires. On les a engagés à s'associer, à créer des associations syndicales dans lesquelles chacun apporte une certaine somme; le Gouvernement leur en donne une égale. Depuis deux ans qu'elles fonctionnent, ces associations ont un grand succès. Pour les crédits à leur allouer, le Parlement s'est montré, jusqu'à présent, généreux. J'ai l'honneur de faire partie de la commission présidée par M. Dumas, qui est chargée de donner un avis sur leur répartition. En 1881, il a été distribué, ainsi que M. Tisserand, directeur de l'agriculture, l'a constaté dans un rapport récent, une somme de 1 163 000 francs entre 6 414 propriétaires associés pour une surface de 17 123 hectares de vigne.

C'est ainsi que le Gouvernement français fait tous ses efforts pour aider la viticulture. On parle de dégrever les vignes d'impôt pendant quelque temps; on parle aussi de créer des sociétés financières qui prêteraient aux vignobles, comme le Crédit foncier prête sur la propriété territoriale. Toutes ces mesures pourront avoir leur efficacité. La lutte ne s'est d'ailleurs pas limitée à la France; les autres gouvernements se sont émus. Il y a eu à Berne un Congrès auquel ont assisté des savants de presque tous les pays du monde; ils ont cherché à se mettre d'accord pour faire ensemble de grandes expériences, ou plutôt de grands traitements de vignes et pour arriver à détruire partout le phylloxera et, par conséquent, diminuer considérablement les risques qu'on court aujourd'hui. Le traité de Berne est encore en partie très anodin; néanmoins il commence à produire des effets. On empêche le transport des vignes malades d'une contrée à l'autre: c'est ainsi que l'Algérie se défend, comme je vous l'ai dit en commençant.

Il y a donc eu, vous le voyez, à la fois œuvre gouvernementale et concours dévoué de tous les savants, qui se sont mis à la besogne sans être poussés par un autre senti-

ment que celui du salut de la richesse viticole de la France. Ils ont travaillé avec dévouement et désintéressement ; ils ont réussi. En présence d'un problème extrêmement complexe, dépendant à la fois des variations de climat, de sol, de culture, de mille circonstances, il fallait le concours de tous. On s'y est mis avec une émulation croissante. Les propriétaires s'associent aux efforts de la science ; ils sentent qu'en se solidarissant, en s'aidant mutuellement, ils arriveront plus vite au salut.

C'est de ce concours entier, de la bonne volonté universelle, de la puissance d'initiative, qui est la principale condition du succès, que sont sortis les résultats que j'ai fait passer devant vos yeux. Vous avez vu les ouvriers à l'œuvre : les paysans convaincus, donnent leur argent pour rechercher l'ennemi de leurs vignes, et le combattre dès qu'il se montre.

C'est à la France qu'il appartiendra d'avoir résolu la question sous toutes ses faces. L'illustre président de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale aura été le chef de la campagne entreprise, soldat à son heure, général pour la victoire.

En commençant, je vous disais que je pensais amener dans vos esprits une conviction complète ; j'espère avoir réussi, non par mes paroles, mais par les faits qui ont passé sous vos yeux.

ARTS PHYSIQUES.

COMMUNICATION FAITE PAR M. LARTIGUE, DIRECTEUR DE LA SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DES TÉLÉPHONES, SUR LE SYSTÈME DE CORRESPONDANCE TÉLÉPHONIQUE ADOPTÉ DANS LA VILLE DE PARIS, ET SUR LES RÉSULTATS OBTENUS POUR LA TRANSMISSION DE LA MUSIQUE A L'EXPOSITION D'ÉLECTRICITÉ.

Les réseaux téléphoniques ont pour objet de permettre à un certain nombre de personnes domiciliées dans la même localité, de se mettre en communication les unes avec les autres par l'intermédiaire d'appareils reliés tous à un point central.

Il existait des réseaux télégraphiques dans certaines villes d'Amérique avant l'invention du téléphone ; mais, c'est surtout depuis la découverte de Bell que l'idée de vulgariser ce moyen de communication a pris de l'extension et a eu le plus grand succès.

Dès 1877, c'est-à-dire presque immédiatement après que le téléphone de Bell a été importé en Europe, un petit réseau téléphonique de onze postes était installé à Paris, au chemin de fer du Nord.

Dans le courant des années suivantes, plusieurs Sociétés se sont fondées à Paris, pour exploiter le téléphone, et elles se sont réunies depuis pour former la Société générale des téléphones, qui possède maintenant des réseaux à Paris, Lyon, Marseille, Bordeaux, Nantes, le Havre et Lille ; celui de Rouen est en voie de préparation.

Une ligne téléphonique se compose de trois parties principales :

1° Le poste placé chez l'abonné, comprenant un transmetteur, un récepteur et des appareils d'appel ;

2° La ligne proprement dite ;

3° Les appareils placés au bureau central.

Selon que la ligne est placée à l'air libre ou sous terre, le réseau prend le nom de réseau aérien, de réseau souterrain ou de réseau mixte, quand les lignes sont en partie souterraines, et en partie aériennes.

Le réseau de Paris, dont il sera question ici, est de cette dernière catégorie.

La ville de Paris se trouve dans des conditions exceptionnellement favorables pour l'installation d'un réseau téléphonique.

Le système d'égouts, à peu près complet maintenant, permet de faire circuler les conducteurs presque partout d'une manière souterraine, et de se soustraire ainsi aux inconvénients que présentent des lignes aériennes trop nombreuses.

L'autorité municipale a fait, avec la Société des téléphones, un traité aux termes duquel, cette dernière peut placer dans les égouts une certaine quantité de câbles.

L'espace a été très ménagé, mais il est néanmoins suffisant pour les besoins du service, grâce à des dispositions spéciales qui ont été prises.

Il ne pouvait être question de faire aboutir en un seul point les fils de tous les abonnés ; et cela pour trois raisons : d'abord, les lignes auraient eu, dans certains cas, un développement très considérable ; en second lieu, dans les égouts voisins du bureau central, les fils auraient dû occuper un espace bien supérieur à celui qui avait été concédé ; et, enfin, le service du bureau central proprement dit serait devenu impossible. Il a été reconnu, en effet, par l'expérience, que l'on ne peut réunir en un même centre les fils de plus de quatre à cinq cents abonnés. Dans chaque bureau, les employés doivent connaître non seulement le noms des abonnés qu'ils ont à desservir, mais encore la place qu'occupent les appareils afférents à chacun de ces abonnés.

La mémoire humaine ne permet pas de retenir plus de quatre à cinq cents noms, dans ces conditions.

En conséquence, on a dû recourir à un autre moyen : on a divisé Paris en un certain nombre de circonscriptions, et créé un pareil nombre de bureaux centraux.

Autour de chacun de ces bureaux, rayonnent les fils des abonnés du quartier.

Les bureaux sont mis en relation les uns avec les autres par un certain nombre de fils et les communications entre abonnés se font, directement dans le bureau, quand les deux correspondants sont du même quartier, et, par l'intermédiaire de deux bureaux, lorsqu'ils appartiennent à des quartiers différents.

Les câbles qui constituent le réseau sont de deux sortes : les uns contiennent quatorze fils isolés et desservant sept abonnés, car le circuit, pour chaque abonné, est formé par un conducteur double, fil d'aller et fil de retour, afin d'éviter les effets d'induction des fils les uns sur les autres.

Le câble à sept conducteurs doubles est conduit jusqu'à proximité d'un groupe de plusieurs abonnés, et là, au moyen de câbles à un seul conducteur double, on rejoint le domicile de chacun d'eux.

Le fil pénètre dans l'appartement et est relié aux appareils.

Dans le bureau central, les câbles sont conduits de l'égout dans une pièce où ils sont disposés en rosace, c'est-à-dire qu'ils rayonnent autour d'un centre et sont attachés, par une extrémité, à une série de presses métalliques fixées autour d'une ouverture circulaire pratiquée dans une menuiserie.

Cette disposition permet de faire varier à volonté leur point d'attache.

Ils sont prolongés par une série de fils isolés qui aboutissent dans le bureau central, aux appareils d'appel spéciaux pour chacun d'eux.

Ces appareils que l'on appelle les *annonciateurs* sont disposés en tableaux de vingt-cinq, dont un spécimen est mis sous les yeux de l'Assemblée.

Au moyen de fiches et de ressorts, on met en communication avec la ligne, tantôt l'annonciateur, tantôt l'appareil téléphonique par lequel l'employé répond aux abonnés.

Voici le mécanisme de ces communications :

Un abonné appelle, l'employé lui répond et lui demande ce qu'il désire ; il peut se présenter alors deux cas : ou bien le correspondant, avec lequel il désire s'entretenir, est relié au même bureau ou il est relié à un autre bureau.

Dans le premier cas, l'abonné désigne par son nom ce correspondant ; l'employé l'appelle, le prévient de ce qu'on attend de lui et établit ensuite la communication entre les deux interlocuteurs, au moyen d'un cordon métallique souple, en ayant soin de laisser un des deux annonciateurs dans le circuit.

Dans le second cas, l'abonné désigne le bureau auquel son correspondant est relié ; puis, lorsqu'il a été mis en relation avec ce bureau, il désigne ce correspondant et l'on procède comme dans le premier cas.

L'annonciateur est laissé dans le circuit pour que, lorsqu'ils ont fini de parler, les abonnés, par l'envoi d'un courant, produisent un appel qui, alors, est interprété comme indiquant la fin de la conversation.

Les bureaux centraux à Paris sont au nombre de dix ; celui de l'avenue de l'Opéra, 27, est de beaucoup plus important ou, pour mieux dire, il constitue véritablement deux bureaux réunis, il est vrai, dans le même local, mais disposés pour le service comme s'ils étaient séparés l'un de l'autre.

Les abonnés du centre de Paris sont presque tous réunis par des fils souterrains ; on ne construit, en lignes aériennes, que celles qui traversent des quartiers où il n'y a pas d'égouts.

Le nombre des abonnés reliés aux bureaux centraux atteint maintenant dix-sept cents environ. Un certain nombre attendent encore la construction de leurs lignes, qui a été retardée par la difficulté de se procurer des câbles.

Le nombre des communications est considérable : la moyenne est de 100,000 à 110,000 par semaine.

Le service est de jour et de nuit, mais on remarque que les communications s'ac-

cumulent aux heures de la journée dans lesquelles les affaires sont plus nombreuses.

Il serait difficile d'entrer dans de plus longs détails, notamment de faire la description des appareils sans des modèles ou des figures; du reste, un spécimen de bureau central a été exposé au Palais de l'Industrie, à l'Exposition d'électricité de 1881, où tout le monde a pu le voir.

On se rappelle le succès populaire qu'ont eu, à cette même exposition, les appareils téléphoniques des auditions théâtrales.

L'appareil se composait, on le sait, de transmetteurs du type *Ader* disposés sur la scène de l'Opéra, à droite et à gauche du trou du souffleur, et d'un certain nombre de récepteurs placés dans quatre salles spéciales, au Palais de l'Industrie.

Une disposition ingénieuse permettait de recevoir simultanément les sons émanant des côtés opposés de la scène; ce qui réalisait, pour ainsi dire, un effet stéréoscopique, et donnait une netteté, une intensité particulières à l'ensemble de la perception.

La Société de physique, dans sa réunion annuelle, a désiré avoir un spécimen de cette organisation.

La Société des téléphones a fait une petite installation qui a été conservée, afin que les membres de la Société d'encouragement puissent aussi l'apprécier.

Comme il n'a pas été possible de relier la salle de l'Opéra au local de la Société d'encouragement, les lignes sont simplement disposées entre une salle du rez-de-chaussée et une salle du premier.

La musique est produite par des instruments de M. Baudet, un piano ordinaire, un harmonium et, enfin, un piano-quatuor.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Soies grèges exportées de Chine. — La place de Shanghai est le plus grand marché de soies provenant des districts circonvoisins et des autres provinces du Nord de la Chine : Ningpo, Chinkiang, Wuhu, Szechouen et Shantung. Shanghai exporte annuellement de 50 000 à 80 000 balles de soie, valant, au prix moyen de 2 000 fr. la balle (prix de France), de 100 à 160 millions de francs.

Le port de Canton exporte également, chaque année, de 15 000 à 20 000 balles de soie grège récoltée dans la province, ce qui porte à environ 200 millions de francs la valeur de la soie que les éleveurs chinois livrent dans les années d'abondante récolte au commerce étranger.

Le tableau suivant montre les quantités de balles de soies grèges exportées par Shanghai et Canton pendant les six dernières saisons (1875-1881), de juin à mai, et indique la destination qui leur a été donnée :

DESTINATION.	UNITÉS de QUANTITÉS.	1875-76.	1876-77.	1877-78.	1878-79.	1879-80.	1880-81.
<i>De Shanghai.</i>							
Londres.	Balles	27 000	30 971	21 815	18 687	19 917	21 597
France.	Id.	31 093	32 920	25 162	33 394	33 455	43 595
Suisse et Italie.	Id.	3 457	3 249	2 049	2 564	1 254	4 064
Hong-Kong et côte.	Id.	1 139	807	1 465	919	849	1 906
Japon.	Id.	"	45	"	"	"	1
Etats-Unis.	Id.	7 198	4 322	4 613	6 842	8 319	8 513
Bombay et détroits.	Id.	358	1 141	2 488	2 409	8 253	4 545
Suez, Égypte, Syrie.	Id.	49	5	"	"	"	346
Totaux.		70 294	73 460	57 592	64 820	67 047	84 567
<i>De Canton.</i>							
Europe.	Balles	13 070	16 286	11 879	9 468	5 288	12 881
Etats-Unis.	Caisses	6 388	7 287	5 700	8 619	8 476	11 617
Bombay et détroits.	Piculs	3 930	1 577	2 530	2 730	3 435	2 673

D'après ce relevé, la France reçoit aujourd'hui plus de la moitié des soies grèges exportées de Shanghai. En 1878-79, il en a été chargé pour cette destination 33 394 balles sur 64 820 expédiées au dehors; en 1879-1880, 33 455 balles sur 67 047; et en 1880-81, 43 595 balles sur un total de 84 567. Il en est probablement de même pour les soies provenant de Canton; mais comme celles-ci sont en totalité expédiées d'abord à Hong-Kong et portées au compte de cette colonie, on en est réduit aux conjectures relativement à leur destination ultérieure.

Ce n'est que depuis 1868 que la France importe directement des soies de Chine; jusque-là, nos fabricants de soieries s'approvisionnaient de matières premières sur le marché de Londres. A cette époque, une maison de Lyon bien inspirée, la maison Lacroix cousins, envoya à Shanghai un de ses associés acheter le précieux textile sur les lieux mêmes de production. Les opérations réussirent à souhait et les bénéfices réalisés décidèrent d'autres maisons de la même ville à établir des succursales à Shanghai et à Canton; des maisons de commerce étrangères de cette place et de Hong-Kong firent de leur côté d'importantes expéditions de soie grège en France et, depuis lors, Lyon est devenu, pour cet article, le premier marché d'Europe.

(Importations et exportations des ports de l'Empire chinois ouverts au commerce étranger — *Treaty ports*. — Ext. du *Journal officiel*, 3 mars 1882.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 12 mai 1882.

Présidence de M. Edmond BECQUEREL, Vice-Président.

CORRESPONDANCE. — M. de Laboulaye, secrétaire, fait le dépouillement de la correspondance :

M. *Maumené* (E.), professeur à l'Institut catholique de Lyon, présente une méthode nouvelle pour la préparation du vermillon à base de mercure. (Arts chimiques.)

M. *Courcelles* (E.), rue du Point-du-Jour, 104, à Paris-Auteuil, annonce qu'il a construit et tient à la disposition de la Société l'appareil de topographie mécanique dont il a fait l'annonce le 16 novembre 1881. (Arts mécaniques.)

M. *Piollat*, chimiste, rue Troyon, 16, Sèvres (Seine-et-Oise), présente une encre qu'il regarde comme indélébile, et qui est formée de carbone très divisé, comme l'encre de Chine, mais où la gélatine de cette encre est remplacée par des silicates solubles en quantité telle que le carbone soit maintenu convenablement en suspension. (Arts chimiques.)

M. *Chenu*, fils aîné, avenue des Gobelins, à Paris, demande que la Société fasse un Rapport sur les procédés de M. *Roseau*, pour établir sur les surfaces métalliques ou vernies des étiquettes adhérentes indécollables. (Arts économiques.)

Le Conseil a reçu, le 3 mai, une convocation pour inviter ses membres à assister à l'inauguration de la statue élevée à la mémoire de *Philippe de Girard*, qui a eu lieu le 7 mai, à Avignon, dans la cour de la gare du chemin de fer.

M. *Cotillon* (G.), chef de bureau du service des chemins de fer de l'État, rue Franklin, 46, à Lyon, demande qu'on lui fasse connaître la suite qui a été donnée à une communication qu'il a faite il y a un an, relativement à l'influence de la rugosité des surfaces sur la position et la forme des lignes d'égale teinte. (Construction et beaux-arts.)

M. *Dulaurier* (E.), rue Daguerre, 77, envoie une Note sur l'emploi de l'injecteur *Giffard*, pour conserver toujours le même niveau dans les chaudières des machines à vapeur. (Arts mécaniques.)

M. *Poillon*, ingénieur civil, boulevard Montparnasse, 158, à Paris, envoie une annonce de la pompe système *Greindl*, qu'il fait construire, et qui a, dit-il, de grands avantages. (Arts mécaniques.)

MM. *Gombault* (E.) et *Gilbert* invitent les membres de la Société à assister aux expériences qui auront lieu le 13 mai pour la démonstration du système *Gilbert*, pour

accrocher et décrocher les wagons des chemins de fer. Ces expériences auront lieu dans les ateliers de la Compagnie auxiliaire de Saint-Ouen.

La Société industrielle du nord de la France envoie le programme des prix et médailles qu'elle met au concours pour 1882. (*Bulletin*.)

PRÉSENTATION DE CANDIDATS POUR ÊTRE NOMMÉS MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — M. *Berlier*, ingénieur civil, à Paris, est présenté par M. *Dumas*, président de la Société.

NÉCROLOGIE. — La Société a perdu dernièrement un de ses membres, qui a laissé de vifs regrets dans son sein et parmi les industriels.

M. Henri-Jacques *Giffard*, ingénieur éminent, chevalier de la Légion d'honneur, lauréat de l'Académie des sciences et de la Société d'encouragement, qui lui avait décerné sa grande médaille pour les arts mécaniques, est mort le 14 avril 1882, à l'âge de cinquante-sept ans, en laissant après lui le souvenir et les résultats de ses découvertes importantes sur le perfectionnement des chaudières à vapeur et sur celui de la construction des ballons.

M. *Giffard* a doté de legs importants plusieurs établissements scientifiques et industriels. La Société d'encouragement est comprise dans cette distribution pour un legs de 50,000 francs.

COMMUNICATIONS. — *Zincographie*. — M. *Davanne* communique à la Société une Note qui émane de la Direction des cartes et plans du Ministère des Travaux publics, sur les procédés de zincographie employés dans les ateliers dépendant de ce ministère.

M. le *Président* remercie M. *Davanne*, et M. le Directeur de la division des cartes et plans au Ministère des Travaux publics, de cette communication, qui est renvoyée à l'examen du Comité des constructions et beaux-arts.

Dévidoir mathématique. — M. *Olivier* (Louis), rue de Rennes, 90, à Paris, présente à la Société une nouvelle solution du problème technique du dévidage avec métrage exact d'une longueur donnée de fil provenant des divers métiers des filatures.

M. le *Président* remercie M. *Olivier* de cette communication et charge le Comité des arts mécaniques d'en faire l'examen.

Vidange pneumatique. — M. *Berlier* (J.-B.), ingénieur civil, rue du Général-Foy, 17, fait une communication sur le procédé qu'il propose pour effectuer la vidange dans les villes par une canalisation métallique placée dans les égouts, ou en tranchée, et sous l'action d'une pompe pneumatique.

M. le *Président* remercie M. *Berlier* de cette communication, qui est renvoyée à l'examen du Comité des arts économiques.

Production de la laine. — M. *de Savignon* (F.), commissaire délégué par le Ministère de l'Agriculture et du Commerce à l'exposition internationale de Sydney, fait à la Société d'encouragement une communication sur la production de la laine dans le New-South-Wales.

M. le *Président* remercie M. de Savignon de cette intéressante communication, qui sera continuée dans une prochaine séance.

Séance du 26 mai 1882.

Présidence de M. Edmond BECQUEREL, Vice-Président.

CORRESPONDANCE. — M. Peligot, secrétaire, fait le dépouillement de la correspondance.

M. . . ., teinturier à Orléansville (Algérie), qui a omis de faire connaître son nom et son adresse, demande le concours de la Société pour obtenir un brevet d'invention pour l'exploitation d'une machine à mouvement continu qu'il a découverte. Il offre d'envoyer les plans de cette machine avec les explications nécessaires.

La Société ne peut pas statuer sans ces plans et explications et sans le nom et l'adresse de l'inventeur.

La Société *électro-technique* de Munich annonce les expériences qui auront lieu, au Palais de Cristal de Munich, sur les avantages de la lumière électrique, particulièrement pour l'éclairage de la ville.

Le gaz est d'un prix élevé à Munich, et l'étude d'un nouveau système d'éclairage est très opportune. La ville dispose de 3 000 chevaux de force par une chute d'eau de l'Isar qui n'est pas utilisée et qui serait employée à cet éclairage. (Arts économiques.)

M. Picou (R. V.), ingénieur civil, collaborateur du journal du *Génie civil*, rue de la Chaussée-d'Antin, 6, à Paris, envoie un exemplaire d'un Manuel d'électrométrie industrielle qu'il a publié. (Bibliothèque.)

M. Robert (E.), place Daumesnil, boulevard de Reuilly, 6, à Paris, fabricant de biberons perfectionnés, présente à la Société une modification importante qu'il a faite à ces appareils, par la substitution d'un bouchon tubulaire flexible en corne ou ivoire ramolli à la place du bouchon de liège employé jusqu'ici, qui avait l'inconvénient d'être malpropre, difficile à entretenir, sentant le lait aigri et répugnant à l'enfant. (Arts économiques.)

M. Wideman, chimiste, boulevard Bonne-Nouvelle, 10 bis, à Paris, fait connaître une expérience de galvanoplastie qu'il vient de faire, produisant la restauration de l'inscription des médailles usées. (Arts économiques.)

M. Durand, mécanicien, à Candé (Maine-et-Loire), annonce qu'il travaille à un instrument nouveau d'agriculture qui pourra concourir pour un des prix proposés par la Société. (Comité de l'agriculture.)

M. Jacquelin, ancien préparateur des cours de chimie analytique à l'École centrale, ancien membre du conseil d'administration de la Société d'encouragement, à Romanèche, présente un Mémoire sur la purification des carbones graphitoïdes et sur la préparation directe du carbone pur graphitoïde, destiné à l'éclairage électrique. (Arts chimiques.)

M. Durand-Claye (Alfred), ingénieur en chef des ponts et chaussées, membre de

la Société d'encouragement, adresse à la Société des observations sur la communication de M. *Berlier*, auteur d'un système de vidange pneumatique. — Dans cette pièce, M. *Durand-Claye* a pour objet de dégager du Mémoire de M. *Berlier* l'opinion de M. *Belgrand*, qui y est représentée dans de nombreuses citations, comme favorable au système de vidange pneumatique; la conclusion du Mémoire de M. *Belgrand*, exprimée sous forme d'un projet de loi, serait pour le système dit *tout à l'égout*.

Ces observations ne portent nullement sur le fond de la question, qui reste à discuter, mais seulement sur l'opinion que peut avoir eue M. *Belgrand*, laquelle est réservée. (Renvoyé au Comité des arts économiques.)

M. *Lacroix*, chimiste, avenue Parmentier, 184, fait connaître à la Société les récompenses qu'il a reçues à l'Exposition de 1878 pour ses crayons en couleurs vitrifiables. (Beaux-arts.)

M. *Frank* (Léon), donne connaissance à la Société de la préférence dont sa locomotive sans foyer a été l'objet pour la traction des trains du chemin de fer métropolitain de Vienne. (Arts mécaniques.)

M. *Aman Vigie*, à Marseille. Note imprimée sur le sulfurage pour combattre le phylloxera et autres animaux à habitudes souterraines. (Agriculture.)

M. *Joly* (Ch.). *Une visite à Édouard Morren, directeur du Jardin botanique de Liège en 1880*. Brochure. (Bibliothèque.)

Lefevre (H.). *Traité pratique du commerce des céréales*. In-8 de 150 pages. (Bibliothèque.)

NÉCROLOGIE. — M. le *Président* annonce la perte regrettable que la Société vient de faire par la mort de M. *Dutertre*, membre du conseil d'administration depuis 1876 pour le Comité de l'agriculture, directeur de l'École d'agriculture de Grignon et l'un des agriculteurs de France qui étaient le plus experts pour tout ce qui concerne l'élevage des moutons.

COMMUNICATION. — *Calibreur de tubes*. — M. le colonel *Goulier*, membre du comité des arts mécaniques, présente à la Société un petit appareil qu'il a fait exécuter pour mesurer avec précision le diamètre des tubes de baromètres.

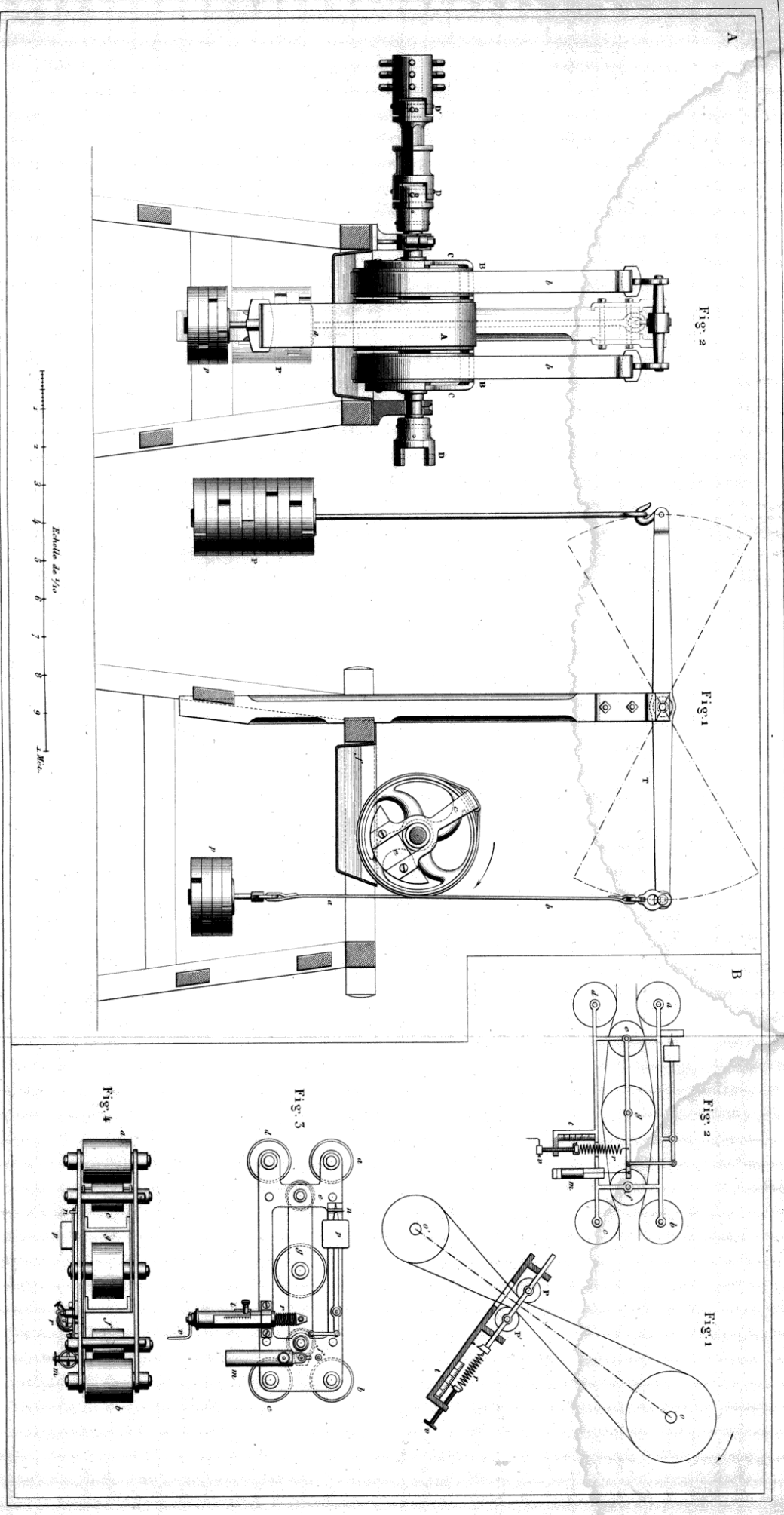
M. le *Président* remercie M. *Goulier* de son intéressante communication qui sera insérée au *Bulletin*.

Chaudière Du Temple. — M. *Félix Du Temple*, ancien député, ancien officier de marine, rue du Champ-de-Mars, 2, à Cherbourg, présente à la Société une nouvelle chaudière à vapeur de poids et de volume très restreints pour sa production.

M. le *Président* remercie M. *Du Temple* de cette intéressante communication et en renvoie l'examen au Comité des arts mécaniques.

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.

PARIS. — IMPRIMERIE DE M^{me} V^e BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5. — 1882.
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.



Ing. R. Raffard.

L. Chaumont et Bertrand sc.

A. BALANCE DYNAMOMÉTRIQUE DE RAFFARD. — B. DYNAMOMÈTRE DE HEFFER-ALTENECK.

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

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *présenté au nom du comité des arts mécaniques, par M. BAUDE, sur le*
FREIN AGISSANT PAR LE VIDE, de MM. MARTIN et DU TREMBLAY.

Messieurs, ce n'est point déroger aux habitudes de la Société d'encouragement que de rechercher les modestes inventeurs d'un procédé aujourd'hui en usage, alors même que ceux-ci ne se présentent pas, que leurs droits au brevet sont périmés, et que des circonstances malheureuses leur ont ravi les avantages qu'ils devaient en retirer. Telle est la situation de M. Martin, aujourd'hui infirme et retiré à Rouen, rue d'Elbeuf, n° 8. Son collaborateur, M. Verdat du Tremblay est décédé.

Vous n'ignorez pas, messieurs, que les trains de voyageurs sont aujourd'hui munis de freins appliqués à chaque wagon, et agissant instantanément à la volonté du mécanicien. La mesure en cours d'exécution, a été rendue obligatoire pour les grandes compagnies de chemins de fer, par M. le Ministre des travaux publics, en leur laissant d'ailleurs le choix du procédé.

Deux systèmes de freins se partagent les compagnies françaises : celui par l'air comprimé dit : *Westinghouse*, celui par le vide dû à MM. Smith et Hardy.

Cinq compagnies ont adopté le frein *Westinghouse*, avec quelques modifications de détail propres aux ingénieurs du matériel des différents groupes.

Le frein de MM. Smith et Hardy est employé par la Compagnie du Nord. Il a reçu de très nombreuses applications sur les chemins de fer anglais et en Amérique.

Nous ne parlons pas d'un frein électrique dont le principe est dû à M. Achard, sur lequel la compagnie de l'Est poursuit, avec persévérance, de nombreuses et coûteuses expériences pour le rendre tout à fait pratique.

Il n'a jamais été question, que nous sachions, à la Société d'encouragement du frein agissant par le vide de MM. Smith et Hardy. Il ne sera donc pas sans intérêt pour vous d'en entendre une description succincte, rendue plus claire par le dessin que nous mettons sous vos yeux, relevé d'ailleurs sur le matériel même du chemin du Nord. Elle est nécessaire ici pour les besoins de la cause.

Supposez un tuyau qui court sur les wagons du train de voyageurs. Sur chacun d'eux, en communication avec cette conduite est fixée une capacité en tôle, un cylindre, si vous voulez, qui est doublé d'une membrane flexible qu'il garantit. La membrane, enveloppée par deux minces lames métalliques, se soulève avec le piston, sous la pression atmosphérique, si l'on fait le vide dans le tuyau.

Le piston soulevé agit sur le sabot du frein par une suite de leviers dont le jeu est indiqué sur notre croquis.

Le vide, dans les tuyaux et dans les capacités attenantes aux wagons, est instantanément produit par le mécanicien qui lance un jet de vapeur dans une tuyère. La vitesse de la vapeur entraîne l'air, produit le vide et le serrage instantané de toutes les roues des wagons.

Tel est le système de MM. Smith et Hardy. Nous sommes bien loin d'accuser ces honorables ingénieurs de plagiat pour une invention dont ils ne connaissent peut-être pas l'existence : mais la similitude du procédé avec celui de M. Martin dont les brevets remontent *au 10 mars 1860*, mérite d'être signalée, puisque le pauvre inventeur, oublié aujourd'hui, dans une situation malheureuse, n'en a guère profité.

Vous voyez, par le dessin ci-joint du procédé Martin, qu'un récipient placé sous le tender est revêtu d'une membrane flexible qui se relève lorsqu'on fait le vide ; un piston la suit sous la pression atmosphérique et agit sur les sabots des roues, par une suite de leviers dont vous connaissez l'agencement.

Et, chose singulière ! pour que rien ne manque à la similitude avec les freins à vide de MM. Smith et Hardy, ceux-ci prennent un brevet de perfectionnement le 4 avril 1877 : il a eu pour objet l'émission de la vapeur de la chaudière pour produire le vide : elle arrive dans une tuyère enveloppée par

l'épanouissement du tuyau où il s'agit d'enlever l'air ; on lui a donné le nom d'Ejecteur.

Mais dix-sept années plus tôt, MM. Martin et du Tremblay, soit le 27 décembre 1860, prenaient un brevet de perfectionnement substituant un jet de vapeur d'entraînement aux pompes insuffisantes qui devaient produire le vide.

La compagnie des chemins de fer de l'Est accueillit, en 1862, les offres de MM. Martin et du Tremblay de faire des expériences en grand. Une machine et un tender furent mis à leur disposition. Ces essais sérieux remplacèrent ceux qui avaient été faits pendant six mois au palais de l'Industrie, sur de tout petits modèles.

Mais comment se fait-il, nous dira-t-on, que des expériences si bien commencées, fondées sur un principe appliqué aujourd'hui par vingt ou trente compagnies à l'étranger, aient été abandonnées sur les chemins de fer de l'Est ?

Il faut se reporter à l'époque où elles ont été faites, il y a vingt ans. On n'attachait pas alors aux freins continus l'importance que leur a donnée la multiplication des trains sur les chemins de fer. — On redoutait, comme grand inconvénient pour l'exploitation, la difficulté du dételage d'un wagon, bridé par une conduite continue d'un bout du train à l'autre. On doutait de pouvoir faire un vide suffisant, et en effet, les coutures des cuirs de M. Martin laissaient à désirer ; le serrage était incomplet ; enfin, l'argent, le grand nerf de la guerre et des expériences, manquait, et soit lassitude de la part d'agents fort occupés d'ailleurs, soit découragement de M. Martin, cet inventeur, si digne de ce titre, se retira de la lutte.

C'est peut-être l'histoire de bien des inventeurs. Votre comité des arts mécaniques espère que le Conseil voudra bien donner à M. Martin, aujourd'hui infirme et dans une position malheureuse, comme nous l'avons dit, un témoignage de sa sollicitude, à propos d'une invention que d'autres, plus heureux que lui, ont fait adopter, en partie, dans la grande industrie des chemins de fer.

Signé : BAUDE, rapporteur.

Approuvé en séance, le 14 avril 1882.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 144 RELATIVE AUX FREINS A VIDE.

Frein à vide de MM. Smith et Hardy, appliqué au chemin de fer du Nord.

Fig. 1. Élévation du système avec coupe.

Fig. 2. Plan du système.

A, A, conduite générale du vide.

B, cylindre à vide, relié à la conduite A, A, au moyen du tuyau C.

D, D, sabots de frein sur lesquels agit le cylindre B par l'intermédiaire du levier E.

Fig. 3. Coupe de l'éjecteur.

a, arrivée de la vapeur.

b, arrivée de l'air.

c, tuyau d'échappement de l'air et de la vapeur dans l'atmosphère.

Frein à vide de MM. Martin et du Tremblay.

Fig. 4. Coupe du cylindre à vide.

A, conduite générale.

B, cylindre à vide.

Fig. 5. Coupe de l'éjecteur.

a, arrivée de la vapeur.

b, arrivée de l'air.

c, tuyau d'échappement d'air et de vapeur.

BEAUX-ARTS.

RAPPORT fait par M. DUMAS (Ernest), au nom du comité des beaux-arts, sur le
MOUFLE MOBILE POUR LA CUISSON DES PEINTURES SUR PORCELAINES ET SUR FAÏENCE,
de M. PRÉVOT, de Bergerac.

Messieurs, M. Prévot ayant expérimenté, il y a quelque temps, devant vous, son moufle mobile, vous avez pu constater la simplicité de construction, la facilité de manœuvre et le bon fonctionnement de cet appareil.

Ce fourneau (fig. 1) se compose essentiellement d'une cuve en fonte dans laquelle se placent les pièces à cuire, et d'un foyer circulaire qui, l'enveloppant de toutes parts, permet d'en porter régulièrement toutes les parties à une température suffisante pour opérer la fusion des couleurs vitrifiables, température que l'on peut faire varier au moyen de registres entre 700 et

950 degrés. Le combustible employé est le coke de gaz ou le charbon de bois, et la consommation correspond à une valeur de 40 ou 50 centimes par opération (qui dure 4 à 5 heures, y compris le temps nécessaire pour le refroidissement) dans laquelle on peut cuire 8 à 10 assiettes ou un objet de 0,40 en tout sens.

Cet appareil, dont le volume est assez restreint (hauteur 0,70, diamètre

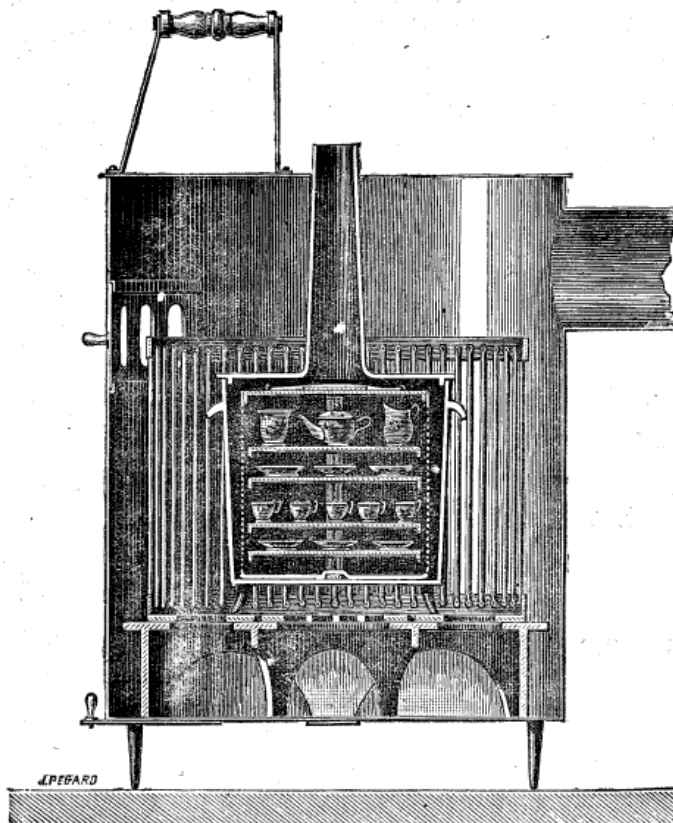


Fig. 1. — Moufle mobile de M. Prévot.

0,65), ne nécessite aucune installation particulière. Son tuyau peut s'engager dans une cheminée ordinaire ou rester libre, suivant que l'on opère dans une chambre ou en plein air. Son prix est modéré (120 francs) et sa résistance telle que l'on a pu exécuter près de cent opérations dans le même fourneau sans altération sensible.

Les cuissons qu'on y opère, donnent des résultats excellents dont vous avez pu juger par vous-mêmes, et grâce à lui, les amateurs et artistes qui s'occupent de décoration sur faïence ou sur porcelaine, pourront être déli-

vrés de l'ennui de faire cuire leurs produits au dehors. Avec les couleurs en tubes de M. Lacroix et le fourneau de M. Prévot on peut aisément, maintenant, pratiquer chez soi la peinture sur porcelaine et jouir immédiatement du fruit de ses travaux.

En dehors des avantages qu'ils présentent aux amateurs et aux artistes, ces fourneaux pourront être utiles au point de vue industriel par les indications nouvelles qu'ils nous donnent pour la construction des moufles.

Leur forme évite les courants d'air froid qui souvent, s'introduisant dans les moufles à ouverture verticale, occasionnent le bris des pièces par de brusques changements de température.

L'enfumage causé par le combustible ordinaire qui est le bois, est évité par l'emploi du coke ou du charbon de bois.

Peut-être ce nouvel appareil sera-t-il le point de départ de modifications importantes dans la construction de nos moufles industriels ; pour le moment, contentons-nous de constater que la cuisson au coke ou au charbon de bois dans des moufles en fonte, à ouverture horizontale, donne d'excellents et très économiques résultats.

Nous vous proposons de voter l'insertion au *Bulletin* du présent Rapport avec les dessins représentant l'appareil de M. Prévot, à qui nous adressons nos remerciements pour cette communication.

Signé : Ern. DUMAS, rapporteur.

Approuvé en séance, le 14 avril 1882.

MESURES DE PRÉCISION.

CALIBREUR DE TUBES, PAR M. LE COLONEL GOULIER.

On sait que le mode de fabrication (l'étirage) des tubes de verre avec lesquels on exécute les baromètres, leur donne des calibres variables, non seulement d'un tube à l'autre, mais encore d'une section à l'autre d'un même tube ; d'ailleurs, souvent ces sections ne sont pas circulaires. Les constructeurs de baromètres ont parfois besoin de connaître exactement les dimensions de ces sections, et de constater si elles sont égales ou équivalentes sur une certaine longueur du tube. Par exemple, cela est indispensable pour l'exécution des baromètres, dits : *à large cuvette*, dans lesquels les surfaces

des sections de cette cuvette et de la chambre barométrique doivent avoir un rapport déterminé. Cela est encore nécessaire pour l'exécution de certains baromètres à siphon, soit que l'on veuille faire commander un appareil enregistreur par les mouvements du ménisque inférieur, soit que l'on veuille, par la seule observation de ce ménisque, obtenir les hauteurs barométriques réduites à zéro (1).

C'est surtout pour la réalisation de baromètres de cette dernière espèce que j'ai eu à me préoccuper de la mesure des calibres des tubes; et j'ai été surpris d'apprendre, de la bouche des constructeurs avec lesquels j'ai été en relation, qu'ils ne possédaient, pour ce mesurage, que des moyens peu sûrs ou incommodes, par exemple, la pesée d'une colonne de mercure d'une longueur déterminée. On opère, au contraire, avec sécurité et facilité en employant le *calibreur* dont il va être question, calibreur dont les dispositions ont été inspirées par l'appareil nommé *étoile mobile*, avec lequel les artilleurs vérifient les diamètres intérieurs des bouches à feu. En voici la description accompagnée des explications nécessaires pour que l'on puisse construire sans tâtonnement des instruments analogues. Les figures 1 représentent l'un des modèles en grandeur naturelle.

A l'extrémité d'un tube de laiton T, long de 0^m,50 à 0^m,60 et dont le diamètre extérieur est plus petit que le diamètre intérieur des tubes de verre V à la mesure desquels l'appareil est destiné, on a décheté quatre lamelles étroites, longues de quelques centimètres. Chacune d'elles a été forcée de telle sorte que l'élasticité porte son extrémité vers l'axe du tube, axe qu'elle dépasserait si les autres lames lui en laissaient la possibilité.

Deux de ces lames *m* et *m'*, opposées l'une à l'autre, ont été rendues très flexibles. Elles portent, rivées sur leurs extrémités, deux boutons d'acier dont les têtes, placées à l'intérieur, sont travaillées en forme de coin obtus à arête arrondie : cette arête est dirigée perpendiculairement à l'axe du tube. Les bouts des tiges de ces boutons, placés à l'extérieur, présentent la forme de calottes sphériques polies. Cette forme a été obtenue en faisant la rivure des boutons par l'intermédiaire d'un matoir à cavité sphérique. Ces boutons sphériques servent de *touches* pour les mesurages.

(1) Voir, sur ce sujet, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 4 juin 1877; mais remplacer dans le Mémoire le rapport 7/6 par le rapport 10/9 qui tient compte de la dilatation linéaire du tube, dilatation négligée à tort dans le Mémoire des *Comptes rendus*.

Voir aussi *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, année 1878, note de la page 418.

On a donné à ces boutons des épaisseurs telles que, quand les arêtes de

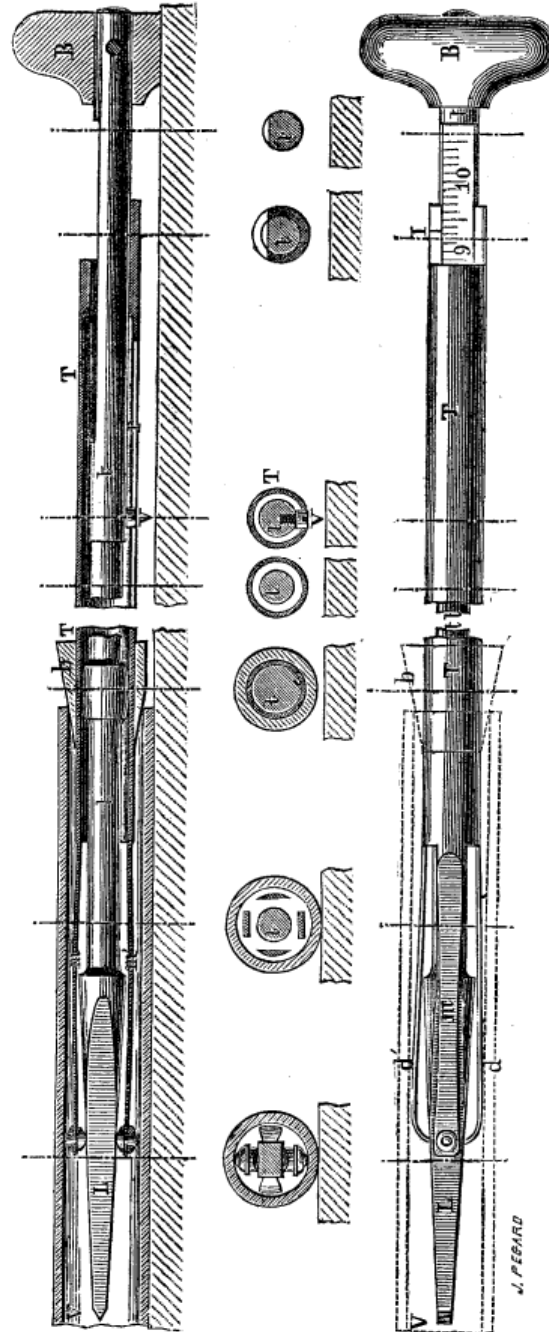


Fig. 1. — Plan, coupe longitudinale et sections transversales du calibre de tubes.

leurs têtes sont en contact, le diamètre extérieur du tube de cuivre excède de plus de 1 millimètre l'écartement des deux touches; mais on peut aug-

menter cet écartement, dans certaines limites, en insérant entre les boutons un coin effilé en maillechort L (1) porté par une tige, pleine ou creuse t , qui traverse toute la longueur du tube et que l'on manœuvre à l'aide d'un bouton B fixé à son extrémité. Cette tige porte d'ailleurs une petite vis v dont la tête glisse dans une rainure r pratiquée dans le tube; cela a pour effet, d'une part, de limiter la course du coin, et, d'autre part, d'empêcher sa rotation pendant ses mouvements d'avance et de recul.

En avant du bouton de manœuvre de la tige on a limé une surface plane destinée à recevoir l'échelle. Une échancrure correspondante, limée dans le bout du tube, porte l'index I de cette division. Les traits principaux de l'échelle ont été déterminés expérimentalement et tracés en regard de l'index, lorsque les écartements des touches étaient exactement 7, 8, 9..., millimètres (2). Et comme l'angle du coin est environ un dixième, les intervalles de ces traits ont environ un centimètre. Ces intervalles ont été divisés en dix parties, dont chacune correspond à une variation de distance de $1/10$ de millimètre : on en apprécie facilement les fractions à un dixième près; on lit donc, sur cette échelle, les distances des touches à $1/100$ de millimètre près. Si à cette incertitude de la lecture, on ajoute environ $1/100$ de millimètre pour l'erreur de la construction de l'appareil, on arrive à concevoir que l'appareil indique l'écartement des touches à moins de $1/50$ de millimètre près. Cette exactitude a paru suffisante pour le but que l'on se proposait.

On pourrait l'augmenter, soit en faisant le coin plus aigu, par exemple, à $1/20$ au lieu de $1/10$, soit en remplaçant l'index par un vernier. Mais dans l'un et l'autre cas, il faudrait, pour le coin, employer l'acier au lieu du maillechort, et, dans le second cas, il faudrait que le coin eût une régularité parfaite pour que l'échelle eût toutes ses divisions égales entre elles.

Pour mesurer, avec cet appareil, un diamètre intérieur d'un tube de verre, on couche celui-ci sur une table. On y introduit le calibre et on amène ses touches dans la section voulue. On applique, sur la table, un méplat ménagé dans le bouton de manœuvre B; cela dispose les deux touches sur une

(1) Pour faciliter l'exécution régulière des faces de ce coin, on lui a donné au bout une épaisseur de 1 millimètre. Par suite, dès que les boutons s'appuieront sur son extrémité, les touches auront un écartement plus grand, de 1 millimètre, que celui qui correspondait au contact des boutons. C'est pour pouvoir mesurer avec ces touches des diamètres excédant peu le diamètre extérieur des tubes de cuivre, qu'on vient de fixer l'écartement des touches lors de ce contact.

(2) Ces écartements ont été mesurés avec un appareil qui donne avec sécurité les centièmes de millimètre. Les erreurs de ces mesurages sont donc moindres que $1/200$ de millimètre.

perpendiculaire à la table. On maintient alors, de la main gauche, le bout du tube de verre et le calibre pour empêcher leur déplacement relatif, en les centrant l'un sur l'autre, s'il est nécessaire, au moyen d'une bague conique en buis *b*. Alors on enfonce le coin mesureur jusqu'à ce que l'on sente l'arrêt qui se produit quand les touches sont en contact avec la paroi intérieure du tube de verre. Enfin, on lit leur écartement sur l'échelle.

Cet écartement serait la mesure d'un diamètre ou d'une corde de la section du tube, selon que les touches auraient été maintenues dans le plan diamétral ou en auraient été écartées. Pour obtenir le diamètre, l'opérateur serait donc assujéti à veiller à la position de la ligne des touches. Voici comment on évite cette sujétion par l'action de la seconde paire de lames dont on n'a pas encore dit la fonction.

Les flancs du *coin de mesure* sont limés de manière à former un second coin incliné, environ au $1/10$, et les bouts des lames correspondantes *d* et *d'* sont repliés en dedans en forme de crochets, limés de telle sorte que leurs extrémités s'appuient toujours sur les faces de ce *coin directeur* (1). D'ailleurs, la longueur des crochets et l'angle du coin sont tels que partout l'écartement des dos arrondis des lamelles directrices soit moindre, de $1/30$ environ, que l'écartement des touches. Alors le plus grand défaut de centrage de la ligne des touches se produira quand l'une des lames directrices touchera la paroi intérieure du tube. Et, tout calcul fait, on trouve que pour une section circulaire, la corde mesurée par les touches, avec cette excentricité extrême, ne différera du diamètre vertical que de $1/200$ de millimètre environ (2). Cette erreur est insignifiante. On remarquera d'ailleurs que la différence d'écartement des touches et des lames directrices permettra aux premières de remplir leur fonction, même dans des tubes à section légèrement aplatie (3).

(1) Les quatre faces planes des deux coins ont été obtenues en limant une *tige cylindrique*. C'est par erreur que le graveur a ombré, *comme si elles étaient coniques*, les parties subsistantes de la surface de cette tige cylindrique.

(2) Si pour un diamètre quelconque *a*, la différence entre l'écartement des touches et celui des dos des lames directrices était $1/15 \sqrt{a}$, le maximum de l'erreur serait constant et égal à $1/200$ de millimètre. Il serait de $1/100$ de millimètre si la différence des écartements était $1/7 \sqrt{a}$, ou, approximativement, pour les diamètres de 7 à 15^{mm}, $1/20 a$.

(3) On avait d'abord essayé de produire le centrage sans le coin directeur, et en donnant aux lames directrices une élasticité qui les portât de dedans en dehors. Mais on a reconnu que, pour obtenir ainsi un centrage suffisant, il fallait examiner, pendant la manœuvre du coin mesureur, si ces lames paraissaient avoir la même flexion. On a évité cette sujétion par l'emploi du coin di-

D'après cette indication de la manœuvre, on conçoit que, si l'on retire le coin, si l'on fait tourner le tube, et si l'on enfonce de nouveau le coin, on mesurera le diamètre qui sera actuellement vertical. On pourra donc, en quelques minutes, déterminer le plus grand et le plus petit diamètre; ce qui permettra, en supposant la section elliptique, d'obtenir son aire en multipliant par $\frac{\pi}{4}$ le produit de ces deux diamètres.

On pourra aussi très promptement expérimenter sur des sections diverses, et reconnaître jusqu'à quel point des sections successives vont en augmentant ou en diminuant.

Dans le service, les touches pourront s'user, surtout si on les fait en laiton ou en maillechort dans la crainte que le frottement de touches d'acier dans l'intérieur du tube de verre ne détermine la rupture de celui-ci, crainte probablement exagérée, vu la forme sphérique et polie des deux touches. Mais on reconnaîtra facilement cette altération en mesurant un *calibre étalon*, de diamètre connu, calibre qui devra accompagner chaque instrument. Et l'on remédiera à l'altération, soit par l'addition d'une constante, soit par le déplacement de l'index.

On le voit donc, non seulement l'appareil est commode, mais encore il offre toute la sécurité désirable. On a cru d'ailleurs satisfaire aux besoins ordinaires des constructeurs, en faisant deux instruments : l'un pour les diamètres de 7^{mm} à 10^{mm},5, et l'autre pour les diamètres de 10^{mm} à 15^{mm},5. C'est le premier qui est représenté par les figures 1. On pourrait en exécuter d'analogues pour les diamètres 5^{mm},5 à 7^{mm},5 et 14^{mm},5 à 22^{mm}.

CHIMIE.

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. DUMAS, SECRÉTAIRE PERPÉTUEL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, A L'OCCASION DE LA MÉDAILLE COMMÉMORATIVE REMISE A M. PASTEUR LE 25 JUIN.

Mon cher Pasteur,

Il y a quarante ans, vous entriez comme élève dans cette maison. Dès vos

recteur. Toutefois il faudrait en revenir au centrage par des lames élastiques, ou mieux par deux paires de lames placées l'une derrière l'autre, si l'on avait à mesurer des sections très aplaties.

débuts vos maîtres avaient prévu que vous en seriez l'honneur ; mais nul n'eût osé prévoir quels services éclatants vous étiez destiné à rendre à la Science, au pays, au monde.

Vos premiers travaux faisaient disparaître pour toujours du domaine de la Chimie les forces occultes, en expliquant les anomalies de l'acide tartrique.

Confirmant le caractère vital de la fermentation alcoolique, vous étendiez cette doctrine de la Chimie française aux fermentations les plus diverses et vous donniez à la fabrication du vinaigre des règles que l'industrie applique avec reconnaissance aujourd'hui.

Dans ces infiniment petits de la vie, vous découvriez un troisième règne, celui auquel appartiennent ces êtres qui, avec toutes les prérogatives de la vie animale, n'ont pas besoin d'air pour vivre et trouvent la chaleur qui leur est nécessaire dans les décompositions chimiques qu'ils provoquent autour d'eux.

L'étude approfondie des ferments vous donnait la complète explication des altérations que subissent les substances organiques : le vin, la bière, les fruits, les matières animales de toutes les espèces ; vous expliquiez le rôle préservatif de la chaleur appliquée à leur conservation et vous appreniez à en régler les effets d'après la température nécessaire pour déterminer la mort des ferments.

Les ferments morts n'engendrent plus de ferments.

C'est ainsi que vous étiez conduit à maintenir dans toute l'étendue des règnes organisés le principe fondamental qui fait dériver la vie de la vie et qui repousse comme une supposition sans utilité et sans base la doctrine de la génération spontanée.

C'est ainsi que, montrant l'air comme le véhicule des germes de la plupart des ferments, vous appreniez à conserver sans altération les matières les plus putrescibles en les préservant de tout rapport avec l'air impur.

Appliquant cette pensée aux altérations si souvent mortelles que les blessures et les plaies éprouvent lorsque les malades habitent un lieu contaminé, vous appreniez à les garantir de ce danger en entourant leurs membres d'air filtré, et vos préceptes, adoptés par la pratique chirurgicale, lui assurent tous les jours des succès qu'elle ignorait et donnent à ses opérations une hardiesse dont nos prédécesseurs n'ont pas eu le pressentiment.

La vaccination était une bienfaisante pratique. Vous en avez découvert la théorie et élargi les applications. Vous avez appris comment d'un virus on fait un vaccin ; comment un poison mortel devient un préservatif innocent.

Vos recherches sur la maladie charbonneuse et les conséquences pratiques qui en découlent, ont rendu à l'Agriculture un service dont l'Europe sent tout le prix. Mais ce résultat acquis, tout éclatant qu'il soit, n'est rien à côté des applications qu'on peut attendre de la doctrine à laquelle il est dû. Vous avez fourni à la doctrine des virus une base certaine en la rattachant à la théorie des ferments ; vous avez ouvert à la Médecine une ère nouvelle en prouvant que tout virus peut avoir son vaccin.

Au milieu de ces admirables conquêtes de la Science pure, de la Philosophie naturelle et de la pratique, nous pourrions oublier qu'il est une contrée où votre nom est prononcé avec un respect particulier : c'est le pays si fortuné jadis où s'élève le ver à soie. Un mal, qui avait répandu la terreur dans toutes les familles de nos montagnes méridionales, avait fait disparaître les belles races qu'elles avaient créées à force de soins et de sages sélections. La ruine était complète. Aujourd'hui, grâce à vos procédés de grainage scientifique, les éleveurs ont retrouvé leur sécurité, et le pays voit renaître une des sources de sa richesse.

Mon cher Pasteur, votre vie n'a connu que des succès. La méthode scientifique, dont vous faites un emploi si sûr, vous doit ses plus beaux triomphes. L'École Normale est fière de vous compter au nombre de ses élèves ; l'Académie des Sciences s'enorgueillit de vos travaux ; la France vous range parmi ses gloires.

Au moment où, de toutes parts, les témoignages de la reconnaissance publique s'élèvent vers vous, l'hommage que nous venons vous offrir, au nom de vos admirateurs et de vos amis, pourra vous sembler digne d'une attention particulière. Il émane d'un sentiment spontané et universel, et il conserve pour la postérité l'image fidèle de vos traits.

Puissiez-vous, mon cher Pasteur, jouir longtemps de votre gloire et contempler les fruits toujours plus nombreux et plus riches de vos travaux. La Science, l'Agriculture, l'Industrie, l'Humanité vous conserveront une gratitude éternelle, et votre nom vivra dans leurs annales parmi les plus illustres et les plus vénérés.

NÉCROLOGIE.

DISCOURS PRONONCÉ SUR LA TOMBE DE HENRI GIFFARD AU NOM DE LA SOCIÉTÉ, PAR
M. CH. DE COMBEROUSSE, MEMBRE DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

« Messieurs, au nom de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, dont Henri Giffard est membre perpétuel et l'un des plus éminents lauréats ; au nom de la Société des ingénieurs civils de France, triste de cette mort prématurée, qui lui enlève une de ses illustrations, je viens rendre un dernier hommage à ce grand inventeur.

« Notre collègue laissera des traces profondes dans l'histoire de la machine à vapeur et dans l'histoire de l'aérostation. Il a assez fait pour sa gloire, et son merveilleux injecteur lui assure une place à part.

« Après l'Académie des sciences, la Société d'encouragement lui décernait, en 1874, sa grande médaille d'honneur pour les arts mécaniques. Giffard en fut très touché ; il l'avoua simplement, et nous en avons aujourd'hui la preuve par ce qu'il a voulu faire pour nous. A notre tour, nous lui sommes reconnaissants de cette largesse inattendue, dont son nom n'avait pas besoin, mais dont son souvenir ne profitera pas moins que ses successeurs et ses futurs émules.

« Nous lui sommes reconnaissants, à la fois, pour la Société d'encouragement et pour la Société des ingénieurs civils, réunies par lui dans une même pensée, comme l'Académie des sciences et la Société des amis des sciences. Nous le remercions pour tout le bien qu'il va nous permettre de faire en son nom.

« On a remarqué que Giffard n'était ancien élève d'aucune de nos grandes écoles. Cela est vrai. Caractère entier, indépendant, il s'est formé lui-même. Cependant, l'École Centrale pourrait peut-être le revendiquer à moitié.

« Dans les années 1847, 1848, 1849, Giffard, lié avec des jeunes gens de cette École, leur empruntait leurs cahiers, étudiait leurs projets, suivait de chez lui les mêmes cours, et devenait, sans diplôme, ingénieur en même temps qu'eux et en avant d'eux.

« Les inventions de Giffard n'ont donc pas été seulement d'heureuses trouvailles, d'heureux hasards. Non, la théorie le guidait toujours, et son esprit très absolu devait à cette maîtresse exigeante la hardiesse de ses conceptions et la foi en ses découvertes.

« Giffard, toute sa vie, a pensé à la solution de cette question si controversée : la direction des ballons.

« Ses premières et si importantes études sur la machine à vapeur, avec M. Flaud, avaient au fond pour but la création d'un moteur très léger, doué d'une puissance suffisante et marchant à grande vitesse, qui pût être enlevé facilement dans l'atmosphère et utilisé pour la marche des ballons; c'est ainsi que fut réalisée cette machine de trois chevaux, du poids de 45 kilog. et faisant 3,000 tours par minute.

« Nous n'avons pas besoin de rappeler ses ballons captifs de 1867 et de 1878, utiles tentatives qui porteront leurs fruits au point de vue des observations météorologiques.

« Un ami intime de Giffard me disait hier qu'il emportait..., qu'il croyait emporter dans la tombe..., le secret longtemps cherché, qui s'était enfin dévoilé à ses yeux pendant ses dernières années. Il ajoutait que notre collègue avait reculé devant sa découverte : son esprit un peu sombre s'était ému des malheurs que toute nouveauté entraîne avec elle, comme compensation de ses bienfaits. Il avait cru voir les airs ensanglantés par la guerre, comme déjà les flots et les plaines, et, rempli d'horreur, il s'était tu.

« Est-ce là une légende? Elle ajoute, du moins, un trait qui lui convient à une physionomie si originale.

« Réservé, solitaire, taciturne, misanthrope, Giffard adorait sa mère et il faisait souvent le bien autour de lui, comme les autres font le mal, en se cachant. Il aimait trop la justice, pour être satisfait de ce qui se passe ici-bas. L'homme, chez lui, était aussi inflexible que l'inventeur. N'admettant que la logique et la rectitude, il refusait toute concession aux faits; mais il savait compatir à la faiblesse humaine. Sa main, toujours ouverte, n'était jamais sollicitée en vain. M. Hervé-Mangon vient de vous le rappeler dans son discours si élevé et si sympathique; M. Dumas le disait lundi à l'Académie des sciences; et nous le savions depuis longtemps à la Société des ingénieurs civils.

« Giffard était trop fier pour demander ce qu'il croyait qu'on lui devait. Aussi, l'oubli qu'on fit de lui, en 1878, pour la croix d'officier de la Légion d'honneur, parut le laisser très indifférent. Nous pensons qu'il fut blessé, et à trop juste titre.

« Le monde savant avait fait tout son devoir, il avait montré et remémoré les titres de Giffard; ce n'est pas à lui, cette fois, à dire son *mea culpa*.

« Chose étrange ! tantôt l'inventeur fait brillamment fortune, et les récom-

penses honorifiques qu'il mérite lui sont strictement mesurées. D'autres fois, ce sont les récompenses honorifiques dont il est surchargé, tandis que le nécessaire lui manque pour continuer son œuvre.

« Nous sera-t-il permis d'affirmer, devant cette tombe ouverte, sans récriminer, sans accuser ni blâmer personne, que les peuples doivent beaucoup à leurs inventeurs, qu'ils vivent en partie du labeur persévérant de ces esprits acharnés à la poursuite de leur idéal, et dont les conquêtes sont vraiment si généreuses, si peu personnelles? Les grandes nations, comme la nôtre, devraient donc, en revanche, dispenser les honneurs à ces vaillants pionniers quand ils ont conquis la richesse, et un peu d'aisance, quand l'honneur seul est venu récompenser leurs efforts. Elles feraient ainsi œuvre de sagesse et de justice.

« Adieu, Giffard! Ta croix de chevalier n'empêchera pas l'avenir de te saluer commandeur de l'Industrie! »

ARTS ÉCONOMIQUES.

CONFÉRENCE SUR LES MATIÈRES COLORANTES ET AUTRES DÉRIVÉS DE LA HOUILLE

FAITE A LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE, LE 22 AVRIL 1882,
PAR M. ÉDOUARD GRIMAUD, PROFESSEUR A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE ET A L'INSTITUT
AGRONOMIQUE.

Il y a moins d'un siècle que le charbon de terre, la houille, commença à ne plus être réservé à l'atelier du forgeron et au foyer de la machine à vapeur. L'ingénieur français Philippe Lebon avait eu le premier l'idée d'employer au chauffage et à l'éclairage, les gaz qui se dégagent par la calcination du bois ou de la houille. Il avait montré qu'en chauffant fortement ces matières dans des vases de tôle, on pouvait recueillir des gaz, composés de charbon et d'hydrogène, fournissant par leur combustion, de la chaleur et de la lumière. Il employait le bois, plus commun alors en France, mais n'en avait pas moins signalé l'emploi de la houille.

Malheureusement Lebon, après avoir fait des essais publics en 1802, mourut jeune, en 1804, laissant inachevée son admirable découverte. Mais, vers la même époque, un ingénieur anglais, Murdoch, essayait de son côté d'appliquer à l'éclairage, les gaz extraits de la houille; le gaz qu'il obtenait était bien inférieur à celui qu'avait obtenu Lebon, mais Murdoch eut le bonheur de rencontrer un ingénieur, Samuel Cleeg, qui trouva bientôt les procédés pratiques de purification du gaz de la houille, et la nou-

velle invention fut soutenue par un esprit entreprenant, un spéculateur hardi, Winsor, qui avait assisté, à Paris, aux expériences de Lebon, et qui, plein de confiance dans l'avenir d'une telle découverte, parvint en 1812 à fonder à Londres la première compagnie d'éclairage par le gaz. En 1817, il en fondait une à Paris et commençait à éclairer le quartier du Luxembourg; en 1821, Pauwels établissait une usine au faubourg Poissonnière. De cette époque date en France l'éclairage par le gaz; il s'est répandu lentement, mais enfin il a fini par s'établir jusque dans les moindres villes. En 1848, il n'y avait encore à Paris que 8,600 lanternes à gaz, contre 2,608 lanternes à l'huile; en 1877, il y en avait 36,000, et en 1881, 44,230, plus 7,561 dans la banlieue. Ces chiffres ne concernent que l'éclairage des rues et des places; la Compagnie d'éclairage et de chauffage par le gaz compte en plus 259,000 abonnés.

La distillation de la houille fournit avec le gaz d'éclairage, quelques produits secondaires qu'on utilise depuis longtemps, du coke, du charbon de cornue, et de l'ammoniaque destinée à être transformée en sels cristallisés, qu'on emploie comme engrais. En outre, dans la purification du gaz, on rencontre une quantité considérable d'une matière poisseuse, noire, infecte, le goudron de houille, produit longtemps inutile ou de peu de valeur, qui valait à peine 6 francs la tonne, et dont le prix est monté à 50 et même à 90 francs, depuis qu'il est devenu l'origine de produits si divers, devenus presque indispensables à notre civilisation.

La houille fortement chauffée dans de grands appareils cylindriques en terre réfractaire, se décompose en laissant comme résidu un charbon dur, sonore, léger, le *coke*, et en dégageant du gaz d'éclairage, mélangé de toutes sortes d'impuretés, d'une odeur infecte, et qui dans cet état serait complètement impropre à la consommation. Il renferme en effet une grande quantité de matières goudroneuses, de l'ammoniaque, de l'hydrogène sulfuré dont on connaît l'odeur infecte, un composé très vénéneux, le cyanhydrate d'ammoniaque, etc. En passant à travers de l'eau dans des vases appelés *barillets*, il y abandonne une partie de son goudron et de son ammoniaque, il en laisse encore une nouvelle quantité en traversant, au sortir des barillets, de grands tuyaux verticaux dans lesquels il se refroidit, et qui par leur disposition le long du mur de l'usine ont l'apparence de tuyaux d'orgue. Comme il n'est pas encore suffisamment pur, on le fait passer dans des caisses, dites *caisses d'épuration*, où se trouve un mélange de sciure de bois, de chaux éteinte et de sulfate de fer, appelé vulgairement *couperose verte*. Par suite de réactions complexes, il y abandonne encore de l'ammoniaque et du cyanhydrate d'ammoniaque puis au sortir des caisses d'épuration, le gaz est envoyé dans de grands réservoirs, les *gazomètres*, d'où il est transmis aux consommateurs, par des tuyaux de conduite.

L'industrie de la fabrication du gaz d'éclairage est arrivée à un degré de perfection tel que rien de ce qui s'est formé en même temps n'est perdu.

Dans l'appareil où s'est opérée la distillation de la houille, nous trouvons le coke, employé comme combustible; les eaux que le gaz a traversées sont chargées d'ammo-

niacque qu'on transforme en sels ammoniacaux, vendus comme engrais, et qui rendent au sol l'azote indispensable à la végétation ; enfin les matières condensées dans le mélange de sciure de bois, de chaux et de sulfate de fer sont également utilisées ; en les traitant par l'eau, on en retire d'abord du sulfate d'ammoniaque, qui sert comme engrais, puis, par un traitement convenable, on obtient du prussiate jaune de potasse, sel employé en grande quantité dans la teinture pour fixer sur les étoffes du bleu de Prusse; enfin les eaux qui restent après l'extraction de ces corps, donnent par l'addition d'un sel de fer, du *bleu de Prusse* insoluble, employé dans la peinture commune.

Reste le goudron, dont l'histoire est particulièrement intéressante.

Le goudron recueilli dans les barillets et dans les tuyaux d'orgue est d'abord chauffé pour le débarrasser de l'eau dont il est mélangé, puis soumis à la distillation dans de grands alambics en fer. La distillation est dirigée de telle sorte qu'on sépare les différents produits en raison de leur volatilité.

Les corps volatils se mettent en vapeurs à des températures constantes pour chacun d'eux, mais différentes pour les divers corps : ainsi l'alcool bout à une température moindre que l'eau; l'éther, à une température plus basse que l'alcool. Si l'on chauffe dans un alambic, du vin, qui renferme de l'alcool et de l'eau, les deux corps se réduiront en vapeur, mais l'alcool plus vite que l'eau et à une température plus basse; en arrêtant la distillation alors que la moitié du liquide aura passé dans le récipient, on constatera que tout l'alcool a distillé avec une certaine quantité d'eau, et dans l'alambic, il restera de l'eau seulement. Si maintenant on change le récipient et qu'on poursuive la distillation, on ne recueillera que de l'eau. Pour reconnaître ce qui passe à la distillation, pour examiner le produit et savoir le moment où c'est l'eau seule qui passe, il n'y a qu'à placer dans la cornue un thermomètre plongé dans les vapeurs, et comme la température de ces vapeurs est en rapport avec la nature du corps qui distille, les indications du thermomètre nous préviennent ainsi de la nature de ces vapeurs. Ce mode d'opérer est ce que les chimistes appellent une distillation fractionnée. C'est cette distillation fractionnée qu'on applique au goudron de houille pour en séparer les nombreuses substances qu'il renferme, en le distillant dans de grands alambics en tôle. On recueille d'abord, sous le nom d'*huiles légères*, ce qui passe jusqu'à ce que le thermomètre marque 150 degrés, puis on obtient les *huiles lourdes* entre 150 et 200 degrés, enfin de 200 à 300 et au-dessus, on recueille des huiles très lourdes qui se solidifient par le refroidissement. Il reste dans la cornue une matière noire qui constitue le *brai* et que l'on utilise à la fabrication des *briquettes* ou *agglomérés*.

Les huiles retirées par distillation du goudron renferment plus de cinquante corps différents que les travaux patients d'un grand nombre de chimistes ont caractérisés ; quelques-uns seulement ont acquis une importance industrielle.

Pour les extraire, on soumet les huiles à de nouvelles distillations ; on recueille

ainsi, avec les huiles légères, surtout de la benzine commerciale, c'est-à-dire un mélange de benzine et d'une autre combinaison de charbon et d'hydrogène, le *toluène*. Les résidus de cette distillation, ainsi que les huiles lourdes qui ont passé entre 150 et 200 degrés, sont agités avec une solution de soude; la solution de soude séparée par décantation est additionnée d'acide chlorhydrique, il se précipite alors une huile très dense qui est du phénol impur. Enfin, les huiles très lourdes, de 200 à 300 degrés et au-dessus fournissent deux combinaisons de charbon et d'hydrogène solides, la *naphtaline* et l'*anthracène*. Ce dernier a acquis récemment une grande importance, car il est la matière première avec laquelle on reproduit de toutes pièces les matières colorantes extraites jusqu'alors de la garance.

Ainsi les principaux produits que fournit le goudron de houille, sont le *phénol* ou *acide phénique*, la *benzine*, le *toluène*, la *naphtaline* et l'*anthracène*. Voyons quel est l'emploi de ces diverses substances.

Le *phénol* a été obtenu à l'état impur, pour la première fois en 1834, par un chimiste allemand, Runge; c'est un chimiste français éminent, Auguste Laurent qui sut le préparer à l'état de pureté, en 1840, et qui en fit connaître les principaux dérivés.

Tout le monde connaît le phénol qui est devenu, pour ainsi dire, un médicament de ménage. Il est solide, blanc, se colorant à la lumière, d'une odeur forte et désagréable; appliqué sur la peau, il la désorganise et se comporte comme une substance caustique.

Il est l'objet d'une grande consommation, depuis qu'on a constaté sa propriété d'arrêter la putréfaction. On sait depuis longtemps que le goudron de houille est un agent de conservation des bois; c'est au phénol qu'il doit cette propriété; aussi sert-il à désinfecter les abattoirs, les salles de dissection, les morgues, etc.

Le phénol, dissous dans vingt fois son poids d'eau, est journellement employé par les chirurgiens dans le pansement des plaies et dans les opérations, pour empêcher le développement des germes qui pourraient venir au contact des chairs et amener ces terribles complications des blessures, l'infection purulente et la pourriture d'hôpital. A ce titre, le phénol rend d'immenses services. Fait curieux, ces propriétés du phénol dont l'emploi est tout récent, avaient été constatées il y a plus de deux siècles par un chimiste, Glauber, qui avait obtenu du phénol impur. Glauber, en effet, en 1658, avait retiré de la distillation du charbon de terre, une huile rouge, qu'il regarda comme très bonne dans le pansement des plaies.

Ce n'est pas là le seul emploi du phénol. Traité par un mélange d'acide sulfurique et d'acide azotique, il se transforme en un corps jaune, l'*acide picrique*. L'acide picrique avait été découvert en 1788 par Haussmann, étudié peu de temps après par Welter et appelé, en raison de sa saveur, *amer de Welter*; il fut ensuite l'objet d'importantes recherches de M. Chevreul, publiées en 1809. On le préparait alors par l'action de l'acide azotique sur la soie; Laurent, en 1840, montra que cet acide picri-

que dérive du phénol, et se prépare régulièrement en traitant celui-ci par l'acide azotique.

L'acide picrique est une matière jaune, très amère ; il se dissout dans l'eau et cette solution teint directement la laine et la soie en un beau jaune citron. Son pouvoir colorant est si intense que 3 grammes suffisent à teindre 1 kilogramme de laine.

Mais l'acide picrique possède en outre la propriété de détoner par l'action brusque de la chaleur ou par un choc violent ; cette propriété est même plus marquée dans le picrate de potasse qui est également un beau corps jaune. Mélangé avec du salpêtre et du charbon, il donne une poudre de guerre, qui peut être employée dans les armes à feu ; avec le salpêtre seul, il donne une poudre brisante, explosive, détonant par le choc, qui ferait éclater les armes, et qui sert à charger les torpilles et les obus ; on l'a aussi utilisé pour faire sauter les roches dans les travaux de déblaiement. Le picrate de potasse mélangé, non avec du salpêtre, mais avec un autre sel, le chlorate de potasse, forme une poudre encore plus puissante, détonant plus facilement sous un faible choc, et à laquelle on a dû renoncer, après un accident qui a fait plusieurs victimes.

Si au lieu d'unir l'acide picrique à la potasse, on l'unit à l'ammoniaque, le sel qui en résulte brûle lentement, sans détoner, en donnant beaucoup de lumière ; il entre dans la composition de feux de Bengale et de fusées destinées à servir de signaux de détresse.

Ce seul produit de la houille, le phénol, a, comme vous le voyez, de nombreuses applications ; plus importants encore sont les dérivés que fournit la benzine.

La benzine, signalée pour la première fois par Faraday, en 1821, puis extraite de l'acide du benjoin par Mitscherlich, fut enfin trouvée dans les huiles de la houille par un chimiste anglais, Minsfield, qui donna le moyen de l'extraire pratiquement, et fut un des créateurs de l'industrie du goudron de houille. Créateur malheureux, qui fut victime de sa découverte, car Mansfield mourut des suites de brûlures, produites par l'inflammation de la benzine.

La benzine est une combinaison de charbon et d'hydrogène, liquide, incolore ; à l'état de pureté, elle possède une odeur qui n'a rien de désagréable, et à basse température se solidifie en une masse blanche, mais ce qu'on désigne sous le nom de benzine commerciale ou de *benzol* n'est pas de la benzine pure ; c'est un mélange de ce corps et d'un autre carbure d'hydrogène, le *toluène*, très voisin par ses propriétés, présentant le même aspect, une odeur très semblable, différant de la benzine en ce qu'il ne devient pas solide par le froid, et qu'il bout environ 41 degrés au-dessus du point d'ébullition de l'eau, tandis que la benzine bout à 19 degrés au-dessous.

Tous deux ont la propriété de dissoudre les graisses, les huiles, les résines ; de là leur emploi bien connu pour détacher les étoffes. C'est comme liquide à détacher que la benzine est entrée dans la consommation et que son nom a été connu du public.

Quand on verse de la benzine dans de l'acide azotique, elle s'y dissout, puis, par

addition d'eau, il se sépare une huile épaisse, d'une couleur jaunâtre, d'une saveur âcre, d'une odeur forte rappelant l'essence d'amandes amères, bouillant au-dessus de 200 degrés; c'est la *nitrobenzine*. Découverte par Mitscherlich, elle fut plus tard employée sous le nom fantaisiste d'*essence de mirbane*, pour remplacer l'essence d'amandes amères dans la parfumerie de qualité inférieure; aujourd'hui elle ne sert plus à cet usage, l'essence d'amandes ayant considérablement baissé de prix.

La nitrobenzine présente un grand intérêt, parce qu'elle fournit l'aniline avec laquelle on prépare les matières colorantes, dites *couleurs d'aniline*.

Notons que, pour la plupart de ces couleurs, on soumet à l'action de l'acide azotique la benzine commerciale, c'est-à-dire un mélange de benzine et de toluène, et qu'on obtient finalement une aniline commerciale, qui, outre l'aniline, renferme un corps très voisin, dérivé du toluène, la toluidine. Ce mélange est nécessaire pour l'obtention de la fuchsine et de ses dérivés, que ne fourniraient ni l'aniline pure, ni la toluidine pure.

L'aniline se produit dans une foule de réactions; son nom lui vient du nom portugais de l'indigo, *anil*, parce qu'elle se forme dans certaines décompositions de ce corps; il en existe aussi dans le goudron de houille, mais en quantité insuffisante pour la consommation. Toute l'aniline qu'on emploie provient de la transformation de la benzine, transformation découverte par un éminent chimiste russe, Zinin, qui a fait voir que la nitrobenzine traitée par un mélange donnant de l'hydrogène, perd son oxygène et le remplace par de l'hydrogène, pour fournir l'aniline. On réalise d'ordinaire cette conversion de la nitrobenzine en aniline, en distillant la nitrobenzine avec de la fonte pulvérisée et l'acide du vinaigre, l'acide acétique, que l'industrie fournit en grande quantité par la distillation sèche du bois.

L'aniline est liquide, huileuse, d'une odeur forte et désagréable, d'une saveur âcre; elle est plus ou moins mélangée de toluidine, suivant la pureté de la benzine mise en réaction et la nature de la couleur que le fabricant se propose de produire avec cette aniline.

Bien des chimistes avaient constaté que l'aniline fournit des couleurs sous l'influence des divers réactifs; mais le premier qui eut l'idée de préparer une matière colorante applicable à la teinture est un chimiste anglais, M. Perkin, qui tout jeune alors, en 1856, prépara avec l'aniline, en la traitant par le bichromate de potasse, un violet dont l'éclat a été surpassé depuis, mais qui eut une grande vogue, et dont on fabrique encore une certaine quantité, en raison de sa solidité relative.

L'attention des industriels et des chimistes fut vivement attirée, en 1857, sur l'aniline et ses dérivés par la découverte de Verguin, employé comme chimiste dans une teinturerie de Lyon. En traitant l'aniline par le chlorure d'étain, il obtint la magnifiquement couleur rouge, qui, de sa teinte *fuchsia*, reçut le nom de *fuchsine*.

La facilité avec laquelle la fuchsine se fixe sur la soie et sur la laine, sa beauté, son éclat la firent adopter immédiatement par la mode sous les noms de rouge Magenta

et rouge Solférino, malgré son prix élevé, qui était alors de 2,000 francs, et qui est aujourd'hui de 12 à 15 francs environ.

La fuchsine est la combinaison d'une substance incolore, la *rosaniline* avec l'acide chlorhydrique; elle est en cristaux d'un vert doré, rappelant la teinte des élytres de divers insectes; elle se dissout dans l'eau avec une belle coloration rouge qu'elle communique à la laine et à la soie sur laquelle elle se fixe directement sans l'intermédiaire d'aucun mordant. Il suffit de plonger la laine ou la soie dans une solution de fuchsine doucement chauffée pour les teindre en un rouge qui résiste aux lavages.

A peine la fuchsine était-elle découverte que de toutes parts on cherchait des procédés plus avantageux pour la produire; aujourd'hui encore on se sert d'un procédé breveté, en 1860, par M. Medloch, en Angleterre, et peu de temps après par MM. Girard et de Laire, en France; l'oxydation de l'aniline se réalise par l'action de la chaleur sur un mélange d'aniline et d'acide arsénique.

En même temps, on s'efforce de toutes parts d'obtenir de nouvelles matières colorantes par transformation de l'aniline ou de la fuchsine elle-même; c'est alors une période d'activité merveilleuse où l'on voit les découvertes succéder aux découvertes, tellement qu'au bout de quelques années, il semblait qu'il n'y avait plus rien à trouver, quand surgissaient de nouvelles idées qui rajeunissaient la question des couleurs d'aniline.

Dans cette première période, en 1860, apparaît le violet à l'aldéhyde, dû à M. Ch. Lauth qui, le premier obtint une couleur nouvelle dérivée de la fuchsine; le violet à l'aldéhyde résiste peu à la lumière et ne put entrer dans la consommation, mais il est la matière première avec laquelle on prépare le premier vert d'aniline. Puis MM. Girard et de Laire ont l'heureuse idée de chauffer la fuchsine avec un excès d'aniline, ce qui leur fournit une magnifique matière colorante bleue, le *bleu de Lyon*, qui garde sa teinte à la lumière artificielle, de là le nom de *bleu-lumière*. Ensuite Kopp, en 1861, fait voir qu'en traitant la rosaniline par l'iodure de méthyle, l'iodure d'éthyle, sa teinte passe au violet. Hofmann, en 1863, indique le procédé pour préparer des violets par l'action de l'iodure d'éthyle sur la rosaniline, et le violet Hofmann, magnifique matière colorante, est alors l'objet d'une grande consommation; il a été depuis remplacé par le violet de Paris.

L'aniline a fourni un rouge, un bleu, un violet: bientôt on découvre un vert-lumière en traitant le violet à l'aldéhyde de Lauth par l'hyposulfite de soude. En même temps, des résidus de la préparation de la rosaniline, on retire des jaunes, des bruns, des marrons, des grenats qui tous entrent dans la consommation. En quatre années environ, on a déjà obtenu toute cette série de couleurs; on voit combien a été féconde la découverte de Verguin, que d'efforts ont été réalisés par les savants et les industriels.

Vers la même époque apparaît le noir d'aniline qui, par sa solidité et son mode d'application, diffère des couleurs précédentes. On ne fixe pas par teinture sur la soie et la laine une matière colorante toute faite, mais on imprime sur coton un mélange

incolore, de telle sorte que la matière colorante se développe sur le tissu même. Aussi le noir d'aniline, d'une solidité que ne présentent pas les brillantes couleurs dont nous avons déjà parlé, a-t-il joué un rôle important dans l'industrie des cotonnades.

Découvert par Lightfoot, le noir d'aniline n'a été réellement utilisé qu'avec les procédés d'application découverts par M. Lauth. Ils consistent à imprimer sur l'étoffe un mélange d'aniline, de chlorate de potasse et de sulfure de cuivre, épaissi par l'emploi d'amidon. Quand les étoffes ainsi imprimées sont placées dans des chambres chauffées, la couleur se développe, et, après lavage, elle est fixée intimement et résiste à l'action de la lumière, du savon, des chlorures décolorants.

Le noir d'aniline est d'autant plus beau, que l'aniline employée est plus pure ; il constitue donc une des matières colorantes qui n'exigent pas pour leur formation, comme la fuchsine, un mélange d'aniline et de toluidine, mais qui dérivent de l'aniline pure. Il en est de même du violet de Paris découvert par M. Lauth et qui a fait son apparition en 1867, à l'Exposition universelle.

M. Lauth avait constaté, dès 1860, qu'un dérivé de l'aniline pure, la diméthylaniline, obtenue par l'action des dérivés de l'esprit de bois sur l'aniline, soumis à l'action des agents oxydants, donne un violet très beau et d'un grand pouvoir colorant, mais ce violet, qui devait quelques années après, être l'objet d'une grande consommation, ne fut pas alors accepté par les teinturiers.

En 1865, M. Poirrier reprenait l'idée de M. Lauth ; M. Bardy trouvait le moyen de préparer avantageusement la diméthylaniline, et M. Lauth, revenant à ses recherches premières, arrivait bientôt à installer dans l'usine de M. Poirrier un procédé pratique qui fournissait le violet de méthylaniline, baptisé du nom de violet de Paris.

Le violet de Paris fut de suite accepté avec enthousiasme, c'est en effet une des plus belles couleurs d'aniline que l'on connaisse, s'appliquant avec la plus grande facilité sur la laine et sur la soie et possédant un pouvoir colorant d'une intensité étonnante ; quelques milligrammes suffisent à colorer un litre d'eau en un violet foncé.

Le fabricant peut à volonté l'obtenir avec des teintes variées, depuis le violet rouge jusqu'au violet tirant sur le bleu.

En raison de son grand pouvoir colorant, on a aussi employé le violet d'aniline à faire de l'encre et à remplir les encriers perpétuels dans lesquels se trouve du violet en poudre, et auquel il suffit d'ajouter de l'eau pour avoir de l'encre à volonté.

Ce violet peut être transformé en un vert-lumière très beau, et possédant un éclat magnifique ; on l'obtient en chauffant le violet avec un dérivé de l'esprit de bois et de l'acide chlorhydrique, le chlorure de méthyle. C'est une très belle couleur qui garde tout son éclat à la lumière artificielle, et le seul vert-lumière employé aujourd'hui ; il s'altère par l'action de la chaleur et devient violet.

Il suffit de repasser un ruban teint en vert avec un fer chaud, pour voir la couleur verte remplacée par la couleur violette.

Toutes les couleurs que nous avons signalées dérivent de la benzine ou du mélange de la benzine et du toluène.

Il y a quelques années, de nouvelles matières colorantes ont été découvertes, qui dérivent à la fois de la benzine et de la naphthaline, mais qui n'ont plus aucun rapport avec l'aniline ou ses dérivés, et qui se préparent par des procédés tout différents. Ainsi, au moment où l'on croyait épuisée la veine féconde exploitée avec tant d'ardeur, voici que s'ouvre un nouveau filon.

Quand on dissout la benzine dans l'acide sulfurique fumant, on forme une combinaison sulfurique qui, fondue avec la soude, perd tout son acide sulfurique et donne un nouveau corps, la résorcine. Cette résorcine a été découverte en 1865 par MM. Hlasiwetz et Barth dans la fusion de diverses résines avec la potasse ; sa production au moyen de la benzine a été réalisée en 1868 par MM. A. Oppenheim et G. Vogt.

C'est une matière cristalline, soluble dans l'eau, d'une saveur amère et sucrée, qui est l'origine de matières colorantes très singulières.

D'un autre côté, en effet, la naphthaline chauffée avec l'acide azotique donne un acide découvert par Laurent, l'acide phtalique. Eh bien ! M. Baeyer, l'éminent chimiste allemand, a montré qu'en chauffant à 200 degrés un mélange d'acide phtalique privé d'eau et de résorcine, il se forme une substance jaune qui possède de curieuses propriétés.

Elle se dissout dans l'eau additionnée d'un peu d'ammoniaque, en donnant une solution jaune par transparence, mais d'un vert clair brillant à reflets changeants, quand on la regarde par réflexion. A ce phénomène de double coloration, on donne le nom de *fluorescence*, et le corps dû à M. Baeyer a été appelé *fluorescéine* : 1 gramme de ce corps donne de la fluorescence à 20 mètres cubes d'eau.

La fluorescéine n'a pas d'intérêt comme matière colorante, mais elle peut se transformer en matières roses, rouges, ponceau, de diverses teintes, par l'action du brome, du chlore, de l'acide azotique. Le dérivé trouvé, le premier obtenu par M. Baeyer, donne des teintes rose-aurore très belles ; aussi a-t-il été appelé *éosine*, du nom grec de l'aurore. Elle a été utilisée pour la teinture de la soie et du coton, la coloration des papiers ; un autre dérivé, la lutécienne colore la laine en nuances écarlates, aussi belles et aussi pures que les nuances fournies par la cochenille. Mais ces belles matières colorantes ont vu leur importance diminuer depuis qu'on est arrivé à produire des orangés et des ponceaux aussi beaux et moins chers connus sous le nom de couleurs azoïques.

Les couleurs azoïques qui sont fabriquées par M. Poirrier, ont été découvertes en 1875 par M. Roussin.

Ces corps sont tout à la fois des dérivés de la benzine et de la naphthaline, et leur mode de formation est tellement général, qu'on peut préparer des matières colorantes analogues presque à l'infini.

La beauté de ces couleurs, leur solidité et leur bon marché les ont rendues très importantes, et l'on en fabrique des quantités considérables.

Pour obtenir l'orangé, par exemple, on combine l'acide sulfurique et l'aniline, de manière à obtenir une combinaison découverte par Laurent, l'acide sulfanilique, on y ajoute de la soude, puis on y verse de l'azotate de sodium, qui est du salpêtre du Chili, ou azotate de soude, moins de l'oxygène. Sur ce mélange, acidulé avec de l'acide sulfurique étendu, on fait réagir le phénol dissous dans la soude, ou au lieu de phénol, un corps tout à fait analogue, le *naphtol*, qu'on prépare avec la naphthaline et qui est à la naphthaline ce que le phénol est à la benzine. Il se fait immédiatement une matière orange, appelée en France *orangé*, et en Angleterre *tropéoline*, du nom latin de la capucine, dont cette substance rappelle la couleur.

En remplaçant l'aniline par des bases analogues, et le naphtol par d'autres phénols, on obtient une foule de dérivés de teintes diverses ; tel est le *ponceau* qui peut remplacer la cochenille et qui se prépare avec le chlorhydrate de xylidine et le dérivé sulfurique du naphtol.

La fabrication de ces couleurs consomme aujourd'hui une notable quantité de la naphthaline produite par la distillation du goudron de houille.

La naphthaline est un corps cristallisé, blanc, volatil, d'une odeur désagréable qui, traité comme la benzine, donne une base possédant, comme l'aniline, la propriété de donner des couleurs de même ordre, mais sans éclat et ne pouvant être l'objet d'une fabrication industrielle.

La naphthaline se trouve aussi à l'état de vapeur, dans le gaz d'éclairage et contribue à son pouvoir éclairant ; pendant les froids de l'hiver, il arrive souvent qu'elle se congèle dans les conduites ; telle est la cause de l'engorgement des tuyaux.

Ainsi nous avons vu comment on utilise la benzine pure ou mélangée de toluène, le phénol, la naphthaline ; il nous reste à parler des emplois du toluène pur et de l'anthracène.

Le toluène pur sert à former de toutes pièces l'essence d'amandes amères, consommée par les parfumeurs et par les distillateurs qui fabriquent des liqueurs vendues sous le nom trompeur de *kirsch*. M. Canizzaro a le premier obtenu de l'essence d'amandes amères en partant du toluène, par une série assez longue de réactions : en 1867, M. Lauth et moi, nous avons indiqué un mode opératoire qui a pu être appliqué industriellement.

Le toluène bouillant est traité par le chlore, puis chauffé avec de l'eau et de l'azotate de plomb ; il se forme un corps, l'hydrure de benzoyle, doué d'une odeur très agréable et qui est la partie principale de l'essence d'amandes amères : en ajoutant à ce corps un peu d'acide prussique, on obtient un corps absolument identique avec l'essence d'amandes amères ; si au lieu d'azotate de plomb, on emploie l'acide azotique, il se forme un corps blanc, l'acide benzoïque qui existe dans la résine de benjoin et qui entre dans la fabrication des matières colorantes dérivées de l'aniline.

Bien plus, l'essence d'amandes amères, chauffée avec ce dérivé de l'aniline, la diméthylaniline, dont nous avons parlé tout à l'heure, donne une substance incolore qui, oxydée, donne un vert appelé vert malachite et découvert par M. E. Fischer. Le vert malachite très stable est employé dans la teinture des laines.

Il semble qu'après tant de merveilleux résultats, le champ des découvertes soit épuisé ; mais les efforts des chimistes ont tendu aussi à reproduire de toutes pièces et toujours avec les matériaux du goudron de houille, les principes colorants fournis par les végétaux, l'*indigo* et la *garance*. Je ne puis que signaler en quelques mots ces admirables découvertes.

L'indigo est cette belle matière retirée des plantes du genre *Indigofera*, et présentant une solidité qui en a fait, par excellence, ce qu'on appelle une couleur bon teint. Pendant quinze années, M. Baeyer a poursuivi ses recherches sur la reproduction de l'indigo, et après cette série mémorable de travaux en a réalisé la synthèse totale. Le point de départ est encore le toluène, qu'on transforme en hydrure de benzoyle, et celui-ci est converti en un acide, l'acide cinnamique, découvert il y a plus de quarante ans dans l'essence de cannelle, par MM. Dumas et Peligot, et par une série de réactions qu'un chimiste exercé pourrait seul suivre, M. Baeyer a pu, de l'acide cinnamique, arriver à l'indigo.

Comme les procédés sont complexes, et qu'il est difficile de lutter avec le prix peu élevé de l'indigo naturel, l'indigo artificiel n'est pas encore entré dans la consommation, mais avec les perfectionnements si rapides de l'industrie moderne, il n'y aurait rien d'étonnant à ce qu'il parvînt à remplacer entièrement l'indigo.

Quant aux principes colorants de la garance, on est parvenu à les produire dans des conditions telles que la culture de la garance n'étant plus rémunératrice, a dû être abandonnée ; c'est avec ce dernier produit du goudron de houille dont il me restait à vous parler, avec l'*anthracène*, qu'ils ont été reproduits.

L'anthracène est un corps solide qui distille à une très haute température, au-dessus de 300 degrés. Deux chimistes allemands, MM. Græbe et Liebermann, s'occupaient dans une suite de recherches de chimie pure, d'élucider la constitution d'une série de corps, les quinones. Ils arrivèrent ainsi à reconnaître que l'*alizarine*, le principe colorant de la garance le plus important, est une quinone dérivée de l'anthracène. C'est de l'anthracène qui a perdu de l'hydrogène et qui a pris de l'oxygène, et en mars 1868, ils transformèrent l'anthracène en alizarine. Aujourd'hui, les rouges, les violets, les noirs, toutes les couleurs si solides que produisait la garance, sont obtenues avec l'alizarine provenant de la transformation de l'anthracène.

Nous sommes arrivés au terme de cette exposition, où nous avons vu comment ont été utilisés les principaux corps qu'a fournis la distillation du goudron de houille.

J'espère avoir pu vous donner une idée de ces progrès admirables, accomplis dans l'espace d'un quart de siècle, vous avoir montré ce que de tels résultats dont profite l'humanité, ont coûté de patientes recherches, de travaux ingénieux, de puissance de

raisonnement, et quelle foule de travailleurs a contribué à ces pacifiques conquêtes.

Ce qui doit vous frapper par-dessus tout, c'est qu'il a fallu une alliance intime de la science pure et de la pratique industrielle : il apparaît clairement que les conditions de l'industrie sont toutes changées aujourd'hui. Pour diriger ces usines où se fabriquent tous les corps dont je vous ai parlé, il faut être un savant au courant de toutes les découvertes de la science et initié aux théories les plus délicates de la chimie moderne. Il ne s'agit plus de fabriquer tranquillement un produit qui se vend couramment, car chaque jour amène une découverte nouvelle qui vient transformer l'industrie. Il faut être toujours sur la brèche, attentif aux moindres travaux, combattre sans cesse pour l'existence.

VITICULTURE.

RAPPORT SUR LE SUCRAGE DES VINS AVEC RÉDUCTION DE DROITS, PRÉSENTÉ DANS LA SÉANCE DU 17 MAI 1882, A LA SOCIÉTÉ NATIONALE D'AGRICULTURE DE FRANCE (1), PAR M. J.-B. DUMAS, DE L'ACADÉMIE FRANÇAISE, MEMBRE DE LA SECTION DES SCIENCES PHYSICO-CHIMIQUES AGRICOLES.

La Société d'agriculture s'est occupée, il y a peu de jours, de la question du vinage des vins, et, donnant son approbation au Rapport de notre collègue, M. de Luçay, elle en a adopté les conclusions.

En remerciant la Société, à l'occasion de l'envoi de ce travail, M. le Ministre des finances, qui le trouve plein de faits et de documents, et qui considère l'adoption de ses conclusions par la Société comme étant de nature à influencer sur les décisions du Parlement, lui demande maintenant son avis sur la question du sucrage des vins, dans les conditions énoncées au projet de loi émané de l'initiative parlementaire.

Déjà, en 1879, on avait proposé à la Chambre des députés de réduire à 10 francs par cent kilog. le droit des sucres employés au vinage des vins à la cuve avant ou pendant la fermentation.

Le projet actuel ajoute à cette première disposition la condition suivante : ces sucres seront préalablement dénaturés, soit dans les fabriques, soit dans les entrepôts. Il laisse à un règlement d'administration publique le soin de déterminer les conditions de cette dénaturation.

(1) Ce rapport a été présenté au nom d'une commission spéciale composée de MM. Chevreul, Dumas, Barral, Lavallée, Passy, officiers de la Société ; de MM. de Parieu, Josseau, Baudrillart, Léon Say, Marie, d'Esterno, de Luçay, membres de la Section d'économie, de statistique et de législation agricoles ; de MM. Gaston Bazille, Bertin, Bouchardat, Boussingault, Raoul Duval, Jacquemart, Muret, Peligot, Teisserenc de Bort, désignés dans la séance du 5 avril 1882.

Les auteurs de la proposition font remarquer que les conditions d'infériorité faites à la viticulture française par les conventions conclues avec l'Espagne et l'Italie, ayant déterminé le Gouvernement à proposer de réduire à 25 francs par hectolitre, en principal et décimes, le droit sur l'alcool pur versé sur les vins, il est naturel dans l'intérêt des départements vinicoles, d'étendre cette faveur au sucrage qui constitue une des formes du vinage.

Ils font remarquer encore que le fisc ne perdrait rien à l'adoption de cette mesure, le sucre affecté au vinage ne se confondant pas avec celui qui passe dans la consommation usuelle, dont la marche ascensionnelle ne serait pas troublée.

Ils ajoutent que le sucrage constitue un procédé connu, apprécié des viticulteurs, entrant déjà dans les manipulations de nos vendanges pour 2 millions d'hectolitres de vins; qu'en lui fournissant des moyens d'étendre ses applications, on viendra en aide à des pays gravement atteints dans leurs forces productives par le phylloxera; enfin, qu'en augmentant dans une large proportion la consommation du sucre pour cet objet, on sera tout à la fois utile aux départements méridionaux, producteurs de vin, aux départements du Nord et même du Centre, producteurs de sucre, et aux consommateurs de vin dans l'ensemble du pays.

La Commission chargée d'examiner ce projet de loi s'est livrée à une discussion très attentive des principes scientifiques, cultureux ou économiques qui s'y trouvent engagés, et elle vient vous rendre compte du résultat de ses délibérations.

Comparaison du sucrage et du vinage. — Lorsqu'on admettait que la fermentation du sucre avait pour résultat de le convertir en alcool et en acide carbonique seulement, le vinage pouvait paraître l'opération la plus appropriée à l'amélioration du titre des vins, d'autant plus qu'en augmentant leur richesse en alcool, on diminuait leur acidité par la précipitation de la crème de tartre en excès. Depuis que les recherches d'un grand nombre de chimistes, et spécialement celles de M. Isidore Pierre, ont fait connaître les composés étherés toxiques, variables avec les circonstances : alcool amylique, éther acétique, aldéhyde, qui se manifestent au cours des fermentations alcooliques; depuis que M. Pasteur a reconnu, parmi les produits de la fermentation du sucre, la présence de deux substances exerçant une action très appréciable sur la saveur du vin, l'acide succinique et la glycérine, on n'est plus autorisé à envisager l'addition de l'alcool pur au vin comme ayant les mêmes effets qu'une production d'alcool correspondante, obtenue par la fermentation du moût. Le vinage peut bien être considéré comme une pratique devenue nécessaire; mais le sucrage mérite, dans les limites où il serait sage de le maintenir, le titre de pratique bienfaisante.

En effet, qu'une année froide ait laissé la vendange pauvre en matière sucrée, tout en lui fournissant les autres matériaux servant de base à la composition du vin, qui ne comprend l'utilité de l'intervention du sucre pour rétablir la composition normale d'un moût de qualité moyenne? De même n'est-il pas évident que, par une addition

d'eau sucrée sur les marcs, on peut déterminer une nouvelle fermentation, capable de mettre à profit des sels, des matières tannantes, extractives ou colorantes, que ceux-ci contiennent encore, et qui fourniront, à l'aide des produits de la fermentation du sucre, un vin acceptable dans la consommation courante !

A côté de l'usage légitime, sans doute, il y a l'abus. Séduit par la présence d'une quantité de matière colorante capable de donner à une troisième cuvée les apparences du vin, on a conseillé d'y avoir recours et quelques vigneronns semblent avoir mis cet avis en pratique. Mais il sera toujours facile de prévenir l'abus du procédé et de soumettre le commerce des vins à une surveillance capable de préserver le consommateur de l'intervention de ces piquettes n'ayant plus du vin que l'alcool et la couleur.

Le sucrage légitime, tel que nous l'avons défini, constitue une opération honnête, avouable et praticable au grand jour ; le sucrage exagéré ne serait plus qu'une fraude tombant sous le coup de l'article 423 du Code pénal, relatif à la tromperie sur la nature de la marchandise vendue.

Sans doute, il existe entre les vins naturels de crus différents, d'années diverses et de cépages variés, des modifications larges de composition, et l'analyse chimique pourrait laisser parfois les experts et les tribunaux incertains ; mais il arriverait souvent aussi que les excès du sucrage ou ceux du vinage, car les mêmes abus peuvent s'y produire, motiveraient des condamnations et la destruction des liquides suspectés. Quelques exemples suffiraient pour rendre les fraudeurs moins hardis et pour éclairer les propriétaires de bonne foi.

Quelle espèce de sucre convient-il d'employer au sucrage ? — Assurément, quand on sait que tous les raisins contiennent du sucre de raisin et non du sucre de cannes, l'idée qui se présente naturellement à l'esprit, c'est que, pour sucrer les vins trop pauvres en sucre, il faut les enrichir en sucre de raisin. Aussi, n'y a-t-il pas lieu de s'étonner qu'un des plus habiles manufacturiers de notre pays, Mollerat, voulant assurer jadis l'application étendue du sucrage des vins proposé par Chaptal, ait eu la pensée de l'effectuer au moyen du sucre de fécule. Il avait, à cette intention, monté sur une grande échelle la fabrication de ce sucre, et il l'obtenait dans un état de pureté qui paraissait à tous les chimistes véritablement parfaite et très remarquable. Mais, combien il faut être réservé et prudent lorsqu'il s'agit de produits organiques alimentaires, destinés à être conservés et à subir les actions lentes du temps ! Les vins sucrés par le sucre de fécule ou les glucoses ont amené des mécomptes fâcheux. Peu à peu, la finesse de leur saveur s'est perdue ; une amertume appréciable s'est manifestée, et le commerce a frappé les vins glucosés d'une dépréciation dont cette pratique ne s'est pas relevée.

Pour rester dans le vrai, il est juste de dire ici que la question n'a peut-être pas attiré suffisamment l'attention du commerce ou celle des chimistes.

En effet, le sucre de raisin nécessaire pour renforcer les moûts faibles, pourrait

être obtenu par la voie du commerce, si dans les pays où la vigne abonde encore et où la fabrication du vin n'est pas l'objet de transactions actives, on se contentait de concentrer les moûts et d'en fabriquer des moscouades, qui apporteraient à nos vins faibles tous les éléments dont ils manquent : sucre, tartre, sels, matières extractives, etc.

N'est-ce pas ce genre d'importation, du reste, qui sous la forme particulière de raisins secs, s'effectue aujourd'hui sur une échelle relativement considérable atteignant 60 millions de kilog. par an, comme l'indique le tableau suivant :

RAISINS SECS IMPORTÉS EN KILOGRAMMES.

PAYS.	ANNÉES		
	1881	1880	1879
Angleterre.	2 817 479	7 719 190	5 491 050
Espagne.	4 539 066	4 247 156	5 210 323
Turquie.	37 322 870	34 220 210	21 389 890
Autres pays.	23 265 576	32 103 414	17 917 532
	67 934 991	78 289 970	50 008 795

Personne n'admettrait, d'un autre côté, qu'il fût au-dessus des forces de la chimie actuelle, d'obtenir un sucre de fécule débarrassé des impuretés capables d'altérer le goût des vins et de leur communiquer l'amertume signalée par tous les vignerons qui ont fait usage des glucoses commerciaux. Mais, tout en considérant ce problème comme abordable et soluble, nous ne pouvons conseiller à personne de s'appliquer à sa poursuite. Les prix de revient du glucose et du sucre de cannes, sont trop rapprochés, quand on ne tient pas compte des droits, pour qu'on puisse espérer que la fabrication d'un glucose pur puisse lutter avec celle du sucre de cannes dans leur application au sucrage des vins.

Il faut donc en revenir au procédé conseillé par Chaptal. L'emploi du sucre de cannes a d'ailleurs fait ses preuves. Il est déjà mis en usage sur une échelle étendue, et si son intervention pour l'amélioration de nos vins n'est pas plus considérable, c'est que les droits dont le sucre de cannes est chargé viennent diminuer dans une large mesure les avantages résultant de son emploi.

C'est donc par des motifs sérieux, conformes aux doctrines les plus saines de la science et confirmés par une pratique irréfutable, que la viticulture réclame l'usage à prix réduit du sucre de cannes ou de betteraves, de ce sucre cristallisé qui, en ajoutant au vin l'alcool, la glycérine, l'acide succinique et quelques produits éthérés agréables de la fermentation, n'y fait rien intervenir qui puisse en altérer l'usage salubre, le bouquet ou la saveur (1).

(1) Dubrunfaut estime que pour produire 1 litre d'alcool absolu, il faut employer 1^k,7 de sucre

Comment réduire le prix du sucre cristallisé? — Les auteurs du projet de loi relatif au sucrage des vins, n'ont pas hésité à proposer la dénaturation du sucre cristallisé, comme moyen d'en assurer l'usage à prix réduit, en faveur des vignerons. Le sucre ainsi dénaturé, ne pouvant plus rentrer dans la consommation usuelle, serait livré à la viticulture en payant un droit fixe et unique de 10 francs par 100 kilog.

On a élevé diverses objections au sujet de cette dénaturation du sucre.

L'administration des finances considère comme plus difficile de suivre le sucre jusque chez les producteurs de vin que lorsqu'il s'agit de l'alcool. L'emploi du sucre dénaturé et converti en sucre incristallisable pour le sucrage, lui paraît d'ailleurs conduire à l'emploi direct ou détourné du glucose.

Il est certain que dans une question aussi délicate, il ne suffit pas de dire que le sucre de cannes introduit dans les moûts et y rencontrant des ferments et des acides, y éprouve bientôt l'intervention qu'il doit toujours subir d'ailleurs avant de fermenter. Cela ne suffit pas pour démontrer que ces réactions, se passant dans le moût même, pourront être remplacées par des opérations analogues effectuées préalablement sur le sucre destiné au sucrage.

Nous savons par une expérience répétée et par des résultats authentiques que les moûts, soumis au sucrage, donnent des vins tout à fait comparables aux vins naturels. Nous ne savons pas ce qu'il en serait si on opérât le sucrage avec des sucres dénaturés, c'est-à-dire, intervertis. Dire dans la loi qu'on autorise le sucrage avec des sucres dénaturés, et qu'un règlement d'administration publique déterminera le mode de dénaturation à mettre en usage, c'est poser à l'administration un problème qu'il n'appartient à personne de résoudre sans y mettre le temps. Nous savons ce que deviennent les vins sucrés au glucose après deux ou trois années de garde; leur qualité s'altère peu à peu. Nous savons ce que deviennent les vins sucrés au sucre de cannes après le même laps de temps; leur qualité s'améliore, quand on n'a pas abusé du procédé pour faire des vins fraudés. Nous ne savons pas ce que produirait le sucre dénaturé introduit dans les moûts. Quel chimiste voudrait garantir que le temps n'a-

cristallisé et qu'il convient d'ajouter environ de 3 à 5 kilog. de ce sucre par hectolitre de vin à bonifier, représentant deux ou trois centièmes d'alcool.

Les expériences de M. Boussingault confirment ces résultats. Elles montrent même que pour produire 1 litre d'alcool avec de l'eau sucrée ajoutée au marc, on peut avoir besoin d'employer 1^k,8 de sucre cristallisé.

Il résulte de ce qui précède que sous l'influence des ferments variés que le moût de raisin et surtout le marc peuvent contenir, une portion notable du sucre éprouve une fermentation différente de la fermentation alcoolique. La perte peut s'élever jusqu'à 15 ou 18 pour 100 du sucre employé. La partie du sucre qui ne se convertit pas en alcool semble éprouver la fermentation lactique. L'acidité du vin obtenu quand on opère sur le marc est, en effet, six fois plus grande que celle qui résulterait de la présence de la crème de tartre.

(BOUSSINGAULT, *Agronomie, chimie agricole et physiologie*, t. VI, p. 156.)

mènera pas des effets imprévus de l'emploi de ce sucre et de celui des agents employés à la dénaturation !

Avant d'accepter la responsabilité d'un avis sur un moyen quelconque de dénaturation, toute commission compétente réclamera probablement la faculté de faire des expériences et de les prolonger pendant trois ans avant de se prononcer. Les avantages qu'on se promet du procédé se trouveront donc bien compromis. Et, cependant, comment faire disparaître des doutes, qu'aucune expérience qu'on puisse citer ne permet d'écarter ? En effet, les vigneronns qui ont procédé au sucrage, n'ont employé jusqu'ici que du glucose ou du sucre de cannes ; dans le premier cas, ils s'en sont mal trouvés ; dans le second, ils se sont servis du sucre de cannes dans sa forme commerciale et nul ne s'est avisé, à quoi bon, en effet, de lui faire éprouver la dénaturation avant de s'en servir.

Nous n'avons donc absolument aucune donnée pratique sur les résultats que l'emploi du sucre dénaturé, introduit dans les moûts, produirait sur les vins après deux ou trois ans de tonneau ou de bouteille.

Ce que les auteurs du projet cherchent, d'ailleurs, c'est l'amélioration du sort des petits propriétaires de vignes du Midi, que la détresse causée par l'invasion du phylloxera frappe à la fois dans leurs intérêts, comme producteurs de vins pour la vente et comme consommateurs. Quand on sait quelle place considérable et saine la consommation du vin occupait jadis dans l'hygiène de la population ouvrière du Midi, on est frappé de l'affaiblissement qu'elle éprouve dans ses moyens de subsistance, par l'impossibilité où elle est aujourd'hui de continuer l'usage du vin. Mais, nous le craignons, le but des auteurs du projet ne serait pas atteint. Sans doute, un procédé convenable de dénaturation étant donné, les grands propriétaires qui voudraient s'en servir trouveraient le moyen de remplir les formalités nécessaires et de s'assurer, à l'heure dite, le concours des agents du fisc. Pour les petits propriétaires, disséminés sur toute la surface d'une contrée vinicole, ceux au profit desquels il y aurait lieu surtout d'organiser le sucrage, comme moyen de leur fournir, après la première cuvée destinée à la vente, une seconde ou même une troisième cuvée de consommation, ceux-là seraient bien empêchés de bénéficier de la faveur qui leur serait offerte.

Il n'en est pas, en effet, du sucrage comme du vinage ; ce dernier s'effectuant sur le vin fait, permet au propriétaire et à l'administration de choisir leur moment ; le sucrage ne peut être opéré que dans la cuve à fermentation et pendant le peu de jours consacrés à celle-ci. Toutes les cuves d'une contrée fermentant à la fois, les agents du fisc seraient dans l'impuissance d'exercer chez tous les petits propriétaires épars, s'il s'agissait de suivre le sucre jusqu'à la cuve. On serait donc obligé de livrer à ces propriétaires un sucre dénaturé par les soins de l'administration, ou bien de faire dénaturer par le propriétaire, sous les yeux des agents et au chef-lieu de la commune, les sucres destinés au sucrage. Mais, nous ne saurions trop le répéter, autant la responsabilité de l'administration est faible quand il s'agit de sucre versé en nature sous les

yeux des agents dans la cuve en fermentation, autant elle serait difficile à supporter s'il s'agissait de sucres dénaturés d'avance, conservés plus ou moins longtemps, exposés à l'action de l'air et employés à bonifier les vins. Dans le premier cas, tout est sûr; dans le second, tout demeure incertain. Les grands propriétaires employant le sucre en nature n'auraient rien à redouter; les petits propriétaires, forcés de recourir aux sucres dénaturés, auraient seuls des risques à courir. Tel n'a pas été, certainement, le but poursuivi par les auteurs du projet de loi.

Baisse générale des droits sur les sucres. — On est amené, par les considérations qui précèdent, à se demander s'il ne serait pas plus avantageux, pour mettre le sucre de cannes à la portée des vignerons, de procéder au profit de tous les consommateurs, par un abaissement général du droit, au lieu de réclamer une réduction spéciale de ce droit en faveur du sucrage.

Pour être efficace, cette baisse, il est vrai, devrait être importante, et nous supposons qu'il serait nécessaire de ramener le droit à 25 francs nets, par 100 kilog.

Il n'est pas nécessaire d'insister pour faire comprendre que cette réduction serait avantageuse au consommateur, qu'elle profiterait aux producteurs des colonies, aux fabricants de sucre de betteraves, à l'agriculture du Nord et du Centre de la France, aux constructeurs des machines et appareils nécessaires à la fabrication du sucre indigène ou colonial, et qu'elle deviendrait ainsi l'occasion d'un mouvement considérable d'impulsion pour l'esprit d'entreprise, d'excitation pour le travail national et de progrès pour le bien-être et même pour la santé des familles laborieuses. Le bénéfice spécial qu'en retireraient les vignerons serait donc accompagné d'autres et plus grands bénéfices, dont nous n'avons énuméré même qu'une partie.

Indépendamment de l'intérêt vinicole, examinons donc, à un point de vue général, si cette réduction large du droit qui pèse sur le sucre est nécessaire, si elle est possible.

La réduction du droit sur les sucres est possible. — Pour en apprécier la convenance, nous n'avons pas besoin de recourir à des raisonnements compliqués, d'invoquer les lois de la physiologie et d'exposer les doctrines, généralement acceptées, sur le rôle des aliments de diverse nature entrant dans le régime habituel de l'homme. Non! Il suffit de comparer les divers peuples entre eux et de s'assurer si la consommation du sucre ne s'élève pas constamment à mesure que la civilisation fait des progrès, que l'aisance augmente, que les besoins de bien-être se répandent et que le prix du sucre s'abaisse.

Il n'en est pas du sucre comme du sel; la consommation de ce dernier est limitée. Dans les familles anglaises, on n'en consomme pas plus, bien qu'il soit exempt de droit, que dans les familles françaises. Le sel est un condiment dont l'estomac peut avoir besoin comme stimulant et dont il réclame impérieusement une certaine dose, mais dont il repousse avec dégoût des quantités trop élevées. Le sucre est un aliment; c'est un aliment dont personne ne peut se passer, et dont on peut doubler, tripler,

quadrupler même la consommation constatée actuellement en France, sans dépasser la proportion acceptée en Angleterre ou en d'autres pays.

Le tableau suivant montre, en effet, que la consommation du sucre, par an et par tête, varie depuis 1 kilog. pour la Turquie jusqu'à près de 30 pour l'Angleterre, et peut s'élever à 50 en Australie et jusqu'à 60 dans l'intérieur des fabriques de sucre.

La France, avant l'abaissement du droit effectué en 1881, se trouvait placée au cinquième rang. On avait, en effet, l'Angleterre (29,3), la Suisse (9,9), la Suède (8,8), les Pays-Bas (8,4), la France (7,3); puis l'Allemagne, la Belgique et le Danemark (6,5); la Russie, l'Italie, l'Espagne, le Portugal et la Grèce (3,0); enfin, la Turquie (1). Aujourd'hui, la France est remontée au second rang (10,0).

N'oublions pas que la quantité de sucre suffisant, il y a moins de deux siècles, pour les besoins annuels de notre population, un million de kilog., répond à peine aux exigences d'un jour en ce moment.

CONSOMMATION MOYENNE DU SUCRE DANS LES ÉTATS DE L'EUROPE.

ÉTATS.	TONNES.	KILOG. par tête.
Grande-Bretagne.	900 000	29 350
France avant 1881.	265 000	7 350
Allemagne.	280 000	6 500
Russie.	250 000	3 090
Autriche-Hongrie.	200 000	5 550
Italie.	90 000	3 250
Espagne.	50 000	3 030
Pays-Bas.	30 000	8 400
Suède.	36 000	8 800
Norwège.	10 000	5 550
Turquie.	25 000	1 080
Belgique.	35 000	6 500
Portugal.	20 000	3 400
Danemark.	12 000	6 150
Suisse.	25 000	9 900
Grèce.	5 000	3 400
Total pour l'Europe. . .	2 233 000	7 300
États-Unis.	800 000	16 000

Depuis dix ans, cette consommation semblait stationnaire. Si elle progressait, elle le faisait avec une lenteur prouvant qu'au prix moyen réalisé, le sucre avait atteint toutes les couches de population capables de le faire entrer dans leur hygiène et que, pour en aborder de nouvelles, non moins dignes d'intérêt, il fallait procéder à un abaissement de droit d'une importance sensible. On en jugera par le tableau suivant :

CONSOMMATION DU SUCRE EN FRANCE.

ANNÉES.	KILOG.
1871.....	287 978 000
1872.....	185 437 000
1873.....	251 976 000
1874.....	231 191 000
1875.....	258 247 000
1876.....	266 384 000
1877.....	260 407 000
1878.....	271 341 800
1879.....	276 320 900
1880.....	
1881.....	374 000 000

Ce tableau prouve que la consommation, qui s'était arrêtée avant l'abaissement du droit, s'est élevée d'un saut de près de 100 000 000 kilog. en sus de son ancienne moyenne. C'est un indice de ce que produirait une nouvelle réduction ; car une partie importante de la population souffre encore dans une certaine mesure par l'impossibilité où se trouvent les familles pauvres de prendre part à la consommation du sucre ; d'un autre côté, les fabriques de sucre indigène ou colonial ne trouvent pas toujours, dans notre pays, le placement assuré de leurs produits, et sont souvent gênées pour leur exportation dans les autres contrées, par des concurrences commerciales, des conditions douanières ou des mesures législatives très compliquées et dont il serait inutile de nous occuper ici.

Les tableaux suivants, desquels on a déduit les chiffres de la consommation du sucre en France, énoncés dans le tableau précédent, nous font voir que la fabrication du sucre indigène dépassait notre consommation et qu'elle n'aurait plus laissé place à l'intervention des sucres coloniaux ou étrangers, si l'industrie du raffinage, par sa puissance et son habileté, n'était parvenue à maintenir un grand courant d'exportation à nos sucres raffinés.

ANNÉES.	SUCRES EXOTIQUES		SUCRE INDIGÈNE soumis aux droits.	A DÉDUIRE
	IMPORTÉS			SUCRES RAFFINÉS
	des colonies françaises.	de l'étranger.		exportés (quantités en sucre brut).
	Kilogrammes.	Kilogrammes.		Kilogrammes.
1871.	77 646 000	79 689 000	228 988 000	98 335 000
1872.	75 387 000	90 675 000	198 352 000	178 977 000
1873.	80 985 000	95 208 000	270 071 000	194 288 000
1874.	80 833 000	78 041 000	304 342 000	232 025 000
1875.	92 552 000	111 997 000	323 035 000	269 337 000
1876.	86 863 000	92 420 000	321 132 900	234 228 000
1877.	84 476 000	102 858 000	271 368 000	198 295 000
1878.	89 603 900	78 011 900	319 778 000	216 052 000
1879.	87 921 100	69 815 000	307 661 300	189 076 700

PRODUCTION DU SUCRE INDIGÈNE EN KILOGRAMMES.

ANNÉES.	QUANTITÉS DE SUCRE		DROITS PERÇUS.
	FABRIQUÉES.	ACQUITTÉES.	
	Kilogrammes.	Kilogrammes.	
1871.	336 249 000	179 102 000	87 millions de francs.
1872.	375 597 000	89 700 000	59 —
1873.	415 727 000	153 718 000	103 —
1874.	431 913 000	151 546 000	105 —
1875.	473 007 000	169 311 000	117 —
1876.	328 990 000	177 969 000	124 —
1877.	345 316 000	130 593 000	90 —
1878.	426 499 000	162 849 000	112 —
1879.	321 548 000	182 500 000	125 —
1880.	286 619 000	159 688 000	88 —

Il est à remarquer que, tandis qu'il était impossible à nos fabricants de sucre de betteraves de placer en France la totalité de leurs produits, sous le bénéfice des dispositions des traités en vigueur, nous recevions 92,800,000 kilog. de sucre de betteraves étranger.

La consommation du sucre a été, pendant bien des années, fixée vers 100 millions de kilog. pour la France. N'est-il pas digne de remarque qu'elle ait pu, par le seul effet de l'abaissement du droit, s'élever en une seule année d'une quantité presque égale? Une nouvelle réduction, atteignant des couches plus profondes de la population et donnant satisfaction à des besoins plus universels, serait suivie d'un accroissement plus rapide et plus considérable encore. La perte éprouvée par le fisc serait douteuse et limitée; les jouissances assurées aux consommateurs seraient comparativement bien supérieures.

Mais nous ne voulons envisager, pour le moment, que le côté fiscal de la mesure, et nous demeurons convaincus que l'augmentation de la consommation domestique du sucre, celle du café et du chocolat, celle du sucre pour le sucrage des vins, et l'essor donné à la confiserie et à l'emploi des aliments sucrés sous toutes les formes, dédommageraient bientôt le Trésor du sacrifice momentanément consenti par lui.

L'abaissement du droit des sucres est donc possible; il est facile de démontrer qu'il est nécessaire.

Nécessité de l'abaissement du droit des sucres. — Cette nécessité n'est que trop évidente. La vigne est exposée désormais à des malheurs tout autres et bien plus graves que ceux dont elle souffrait quand, protégée par des communications rares et lentes, elle avait seulement affaire à ses ennemis naturels: gelées, pluies ou sécheresses intempestives, insectes propres au pays. Aujourd'hui, des communications multipliées et accélérées lui ont apporté de loin: l'oïdium, le phylloxera, le mildew, et ces trois fléaux se sont abattus sur elle, en moins de trente années, portés par des

voies rapides. Il faut fournir au vigneron des armes nouvelles pour cette situation nouvelle, sous peine de voir disparaître la récolte et l'usage du vin, et celle de l'alcool en prendre la place.

Tandis que la consommation du sucre restait stationnaire, comment n'être pas effrayé de la rapidité avec laquelle s'élevait la consommation de l'alcool ! Prenons la ville de Paris comme exemple ; tandis que la consommation du vin y restait à peu près fixe à 4 millions d'hectolitres, celle de l'alcool y passait en dix années de 60,000 hectolitres à 132,000 ; elle avait donc plus que doublé, comme le prouve le tableau suivant :

ALCOOL PUR, ABSINTHE ET LIQUEURS CONSOMMÉES A PARIS, ALCOOLS DÉNATURÉS
NON COMPRIS.

ANNÉES.	HECTOLIT.
—	—
1872.	59 659
1873.	90 160
1874.	89 687
1875.	103 600
1876.	106 549
1877.	107 492
1878.	123 111
1879.	125 112
1880.	132 145

Quand on réfléchit à quelle somme de désordres cérébraux, de malheurs domestiques, de débauches, de délits et de crimes, d'infirmités incurables, de morts prématurées et de vices héréditaires correspond cet accroissement de la consommation de l'alcool, base des jouissances de cabaret, on n'en est que plus disposé à favoriser par le bas prix du sucre l'extension des boissons chaudes et celle des mets sucrés, base des jouissances de famille.

Il n'est pas contestable que l'abus des boissons alcooliques constitue l'un des plus grands dangers pour les nations modernes, et que cet abus a pris des proportions redoutables depuis le commencement du siècle. Il y a soixante ans, ce mal était inconnu dans la plus grande partie de la France ; aujourd'hui, il est peu de départements qui aient échappé à son invasion. Le prix élevé du vin contribue malheureusement à l'extension du fléau. Dans les départements méridionaux, par exemple, le vin était autrefois consommé de préférence à toute autre boisson alcoolique. Cette consommation se réduit tous les jours, et celle de l'alcool en prend la place. Voici les relevés faits pour les deux villes principales de l'Hérault et du Gard. Ils montrent que la consommation du vin s'y est réduite en huit années de plus du tiers, et encore n'avons-nous pas les chiffres correspondant aux trois dernières années.

CONSOMMATION EN VINS A MONTPELLIER ET A NÎMES, DE 1871 A 1878 INCLUSIVEMENT.

ANNÉES.	MONTPELLIER.	NÎMES.
	—	—
	CONSOMMATION	CONSOMMATION
	TOTALE.	TOTALE.
	Hectolit.	Hectolit.
1871.	112 565	75 459
1872.	112 565	82 991
1873.	100 246	76 912
1874.	76 658	69 034
1875.	101 715	100 034
1876.	94 231	96 201
1877.	74 275	90 807
1878.	70 941	63 395

La baisse générale du droit sur les sucres permettant d'accroître la production de vin, dans une proportion qu'on peut estimer raisonnablement au tiers ou à la moitié du produit de la récolte normale, en rendrait l'usage aux populations des pays de vignobles et viendrait compenser dans une certaine mesure les pertes dues à la présence du phylloxera. Ces pertes sont considérables.

En dix années, nos récoltes se sont réduites de 60 millions d'hectolitres à 30 millions, et si l'énergie des vignerons, heureusement réveillée par l'action persévérante de l'administration, n'était venue défendre les vignes encore sur pied et préparer la reconstitution des vignes disparues, le sinistre ne se serait pas arrêté à ces chiffres déjà cruellement éloquentes, puisqu'ils représentent 3 ou 400 millions de perte annuelle, et, pour la santé publique ou le bien-être des familles, un incalculable dommage.

PRODUCTION DU VIN EN FRANCE, DEPUIS 1870.

ANNÉES.	HECTOLIT.
—	—
1870.	54 535 000
1871.	59 025 680
1872.	54 920 181
1873.	36 000 000
1874.	69 937 266
1875.	78 202 088
1876.	44 306 172
1877.	55 273 193
1878.	50 636 968
1879.	25 806 243
1880.	29 677 000
1881.	34 139 000

Cet affaiblissement des forces productives de notre pays explique la rapide augmentation de l'importation des vins que l'Espagne et l'Italie nous fournissent, et qui est passée en trois ans de 3 millions d'hectolitres à près de 8 millions.

COMMERCE DU VIN (ESPAGNE ET ITALIE).

VINS ORDINAIRES.		1881.	1880.	1879.
		Hectolit.	Hectolit.	Hectolit.
En fûts ou en cercles.	Espagne.	5 639 483	5 036 945	2 232 846
	Italie.	1 552 299	1 502 377	522 336
	Autres pays.	506 878	473 946	83 236
		7 697 660	7 093 268	2 838 418
En bouteilles.		3 182	2 501	2 262
VINS DE LIQUEURS.				
— en fûts ou en cercles.		13 448	123 885	106 447
— en bouteilles.		1 124	920	983
Total général.		8 836 084	7 220 574	2 948 110

Tout indique, malgré cet accroissement rapide, que les importations des vins d'Espagne et d'Italie ne s'arrêteront pas à ces chiffres et que le courant commercial, né des circonstances fâcheuses où se trouvent nos départements les plus riches autrefois en vignes de grand rapport, ne cesserait pas, même au cas où leur ancienne prospérité reprendrait son cours. Il est donc urgent de leur assurer des conditions favorables de lutte.

Mais les pays vinicoles ne seraient pas seuls à bénéficier de l'abaissement du droit des sucres. Toutes les parties de la France agricole en profiteraient. Nos fruits, dont la consommation en nature constitue déjà une ressource si précieuse pour l'alimentation publique, convertis en conserves, en marmelades, en confitures, en gelées, y prendraient une part plus large encore. On augmenterait ainsi les jouissances et le bien-être des familles. On généraliserait un commerce dont quelques départements se sont fait un privilège. On fournirait aux femmes une main-d'œuvre appropriée à leurs forces ou à leurs habitudes en réalisant de très grands profits.

Il y aurait donc, dans une réduction du droit des sucres à 25 francs, l'avantage de donner satisfaction à la fois : aux vignerons, pour l'amélioration de leurs vins ; aux agriculteurs en général, pour un emploi plus lucratif de leurs récoltes en fruits ; aux producteurs de sucre colonial ou indigène, pour le placement de leurs récoltes ; aux constructeurs de machines, pour le développement ou la création de nouveaux engins ou de nouvelles usines ; à la population tout entière, et surtout à la classe la moins favorisée, appelée à aborder ou à prendre une plus large part à la consommation du sucre et à celle du vin.

La betterave, dont la racine pivotante va chercher sa nourriture dans les profondeurs du sol, dont le sarclage purifie les terres, qui les prépare à fournir d'abondantes récoltes en blé, tout en donnant les pulpes nécessaires à l'engrais du bétail et à la production de la viande, constitue un moyen si puissant de progrès cultural, qu'on peut considérer comme le procédé le plus sûr de venir en aide à l'agriculture française, celui qui consisterait à élever à 6 ou 700 millions de kilog. notre consommation annuelle de sucre.

Le sucre n'est pas un objet de luxe que les délicats seuls aiment à voir figurer sur leur table; c'est un aliment dont la participation à notre nourriture est justifiée dans tous les pays, par les conditions dans lesquelles la nature nous a placés ou par les circonstances que la civilisation a fait naître. Quel est l'homme qui ne fasse entrer à dessein ou sans le savoir, le sucre dans son alimentation? Le lait, qu'il a sucé dans sa première enfance, les fruits sucrés dont il fait un si large usage, jusqu'au pain qui l'alimente pendant sa vie, et qui se convertit si facilement en sucre dans les organes digestifs, tout dans son régime l'invite à considérer la matière sucrée comme une partie nécessaire de sa nourriture. Comment ne pas reconnaître que, de toutes les substances saccharines connues, c'est le sucre de cannes qui est l'objet de la préférence universelle, qui s'accommode le mieux aux satisfactions de notre palais et aux besoins de notre estomac? Il est beaucoup d'aliments dont on se lasse; le pain et le sucre de cannes résistent seuls, pour ainsi dire, à l'épreuve d'un usage journalier.

De même qu'il est d'une bonne politique d'épargner au blé, à la farine et au pain toute redevance fiscale, de même, n'hésitons pas à le dire, toute redevance exagérée imposée au sucre de cannes est un contresens économique, moral et social. S'il est vrai qu'à mesure que la richesse d'un pays s'élève, la consommation du sucre augmente, il ne l'est pas moins que le droit prélevé sur les sucres doit s'abaisser et même disparaître avec les progrès de la civilisation.

L'Angleterre nous a montré le chemin. Après avoir abaissé successivement le droit des sucres, elle l'a supprimé, se conformant à la généreuse politique de la vie à bon marché, inaugurée par M. Peel. Lorsque, rompant avec d'anciennes traditions, il consacrait la libre introduction des matières alimentaires dans son pays, il en espérait un grand résultat, mais combien ses espérances ont été dépassées! L'ouvrier de Londres ne dépense pas plus, dépense même moins pour sa nourriture que l'ouvrier de Paris. En moins de vingt années, les populations exsangues et anémiques qu'une hygiène insuffisante avait produites ont fait place, en quelque sorte, à une race nouvelle au teint généreux et coloré.

De toutes les mesures provoquées par M. Peel dans sa longue carrière, il n'en est aucune qui ait plus contribué à faire bénir sa mémoire, à la rendre chère aux familles laborieuses, à consolider la constitution et le trône au service desquels il avait voué sa noble vie.

Ce serait mal connaître les intérêts de l'agriculture française et les sentiments de

l'éminent Ministre des finances par qui nous sommes consultés, que de les supposer contraires ou même indifférents à la poursuite du but élevé offert à notre exemple et à nos méditations par l'illustre homme d'État anglais.

En conséquence des diverses considérations qu'on vient de résumer, la Commission est d'avis de répondre aux demandes formulées par M. le Ministre des finances dans sa lettre du 31 mars 1882 :

1° Qu'il y a lieu de favoriser le sucrage des vins;

2° Que ce sucrage exige l'emploi du sucre cristallisé de la canne ou de la betterave ;

3° Que la dénaturation de ce sucre présente des difficultés qui ne permettent pas de recourir à cette pratique, en l'état de l'expérience acquise;

4° Qu'une réduction du droit des sucres à 25 francs nets par 100 kilog. permettrait au sucrage de prendre une grande extension, donnerait un nouvel élan à l'industrie sucrière et serait un grand bienfait pour la population tout entière, sans causer, dans ces limites, un dommage sensible au Trésor.

Attendu qu'aucun membre ne demande la parole pour faire opposition aux conclusions, que quarante-deux membres, dont trente-quatre titulaires, sont présents, et que M. le Président ayant demandé si le vote secret est requis, personne ne l'a proposé, les conclusions précédentes, mises aux voix, sont adoptées à l'unanimité.

La Société décide ensuite que le Rapport de M. J.-B. Dumas sera adressé à M. le Ministre de l'agriculture, en même temps qu'à M. le Ministre des finances.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Fabrication de nattes en Chine. — Le consul des États-Unis rapporte que la fabrication des nattes se fait sur une très grande échelle en Chine, spécialement vers le Sud, où elle constitue une des industries les plus importantes. On fabrique d'énormes quantités de nattes, tant pour l'exportation que pour la contrée même, où elles sont employées comme voiles sur les embarcations du pays, parce qu'elles sont bien moins chères, sinon plus durables, que les toiles ordinaires à voiles. On s'en sert aussi pour recouvrir les boîtes et les ballots dans lesquels on exporte le thé, le sucre, la canne, etc. On en fait également des sacs à argent, qui permettent de manier plus facilement les dollars, surtout lorsque ces pièces sont réduites en petits morceaux par l'usage qui existe en Chine de les poinçonner et de les couper. La plante avec laquelle on fabrique les nattes pour la navigation, etc., si répandues en Chine, est une plante aquatique ou un jonc. C'est une lypéracée, connue des botanistes sous le

Tome IX. — 81^e année. 3^e série. — Juillet 1882.

47

nom de *Lepironia mucronata*, Rich. On la trouve, poussant naturellement dans l'Archipel Indien, en Australie et à Madagascar. Sa couleur est d'un brun pâle. Elle est cultivée dans le département Shnihing, sur la Wert-River, à soixante-quinze milles environ à l'intérieur du côté de Canton. Sa culture demande peu de soins, car elle se propage par éclats de la racine et atteint une hauteur de six à huit pieds. On la porte au marché en bottes d'environ douze pouces de diamètre, et si elle est de longueur convenable et de bonne qualité, elle se vend environ 20 centimes la botte, chaque botte étant suffisante pour faire quatre nattes de lit ou six nattes comme celles dont on se sert dans la navigation. Le district de Tung Kuan produit de grandes quantités de cette herbe, mais d'une espèce qui sert presque entièrement à la confection des nattes de plancher. On dit qu'elle pousse mieux dans le voisinage de l'eau salée, dans les endroits où l'eau est un peu saumâtre. On la plante ordinairement au mois de juin avec des boutures, qu'on laisse pousser environ deux mois et qu'on repique ensuite en rangées. Le sol ayant reçu un engrais abondant de tourteaux de fèves, la plante demande près de douze mois pour arriver à maturité; lorsqu'elle est coupée, on en divise les tiges ou pailles en deux avec un couteau, et après un séchage partiel au soleil, on les réunit en bottes et on les convertit en nattes dans la ville même de Tung Kuan, à moins qu'on ne les porte à Canton, où se trouvent plusieurs manufactures considérables. Arrivée à la fabrique, l'herbe est triée et assortie avec soin; on en fait des bottes de deux ou trois pouces de diamètre qu'on met dans de grandes jarres en terre, contenant environ 50 litres d'eau; on les y laisse tremper pendant trois jours, après quoi on les fait sécher au soleil pendant un jour. La couleur rouge a été celle qui a été le plus employée pour les teindre pendant longtemps; cette teinture liquide se compose d'eau, dans laquelle on fait macérer des copeaux de bois de sapan rouge. On laisse les pailles dans ce bain pendant cinq jours, puis on les fait sécher tout un jour; on les retrempe ensuite dans la teinture pendant trois jours, et elles sont alors convenablement préparées pour la fabrication des nattes. Ce n'est que depuis deux ou trois ans qu'on emploie d'autres couleurs telles que le vert, le jaune et le bleu. On produit la solution pour colorer en jaune avec les graines et les fleurs d'une plante commune en Chine, le *hui fâ*. Les feuilles et les graines de cette plante n'ont pas permis de la déterminer. On compose aussi une autre matière colorante jaune en faisant bouillir, pendant plusieurs heures, 25 livres de *Saphora Japonica* dans cent gallons d'eau, et ajoutant, après refroidissement, une livre d'alun par dix gallons de la solution. On produit le vert et le bleu avec les brindilles et les feuilles de la *lamyip* ou plante bleue, qui croît abondamment près de Canton; elle appartiendrait, suivant le D^r Hanre, à l'ordre des *Acanthéacées*. Maintenant on ajoute ordinairement à la solution de ce genre une petite quantité de teinture chimique. Pour teindre en ces couleurs, on fait tremper la paille dans l'eau pendant sept jours, et puis on l'immerge dans la solution bouillante de matière colorante pendant quelques heures seulement. Le consul Lincoln dit qu'il a trouvé, dans une des plus grandes fabriques

qu'il a visitées, cinquante métiers de tissage en action, huit grands et quarante-deux petits. Les grands sont exactement semblables aux métiers ordinaires pour la soie, ils servent aux grandes largeurs et exécutent les dessins damassés ou de tapis. Trois hommes travaillent à chaque métier, et leur salaire est de 1 fr. 55 à 1 fr. 80 par jour. Chaque métier produit en moyenne, par jour, une pièce nattée d'environ 8 mètres. Les petits métiers sont grossiers et peu compliqués; chacun d'eux est mis en œuvre par deux petits garçons, qui gagnent par jour de 70 centimes à 1 franc, et qui confectionnent, dans ce même temps, 5 mètres de natte parfaitement régulière et conforme aux modèles les plus ordinaires. Le métier se compose de deux montants plantés dans le sol et distants l'un de l'autre d'environ 1^m50; ils ont 1^m20 de hauteur et portent deux traverses fixées dans des douilles, l'une au sommet et l'autre à 9 centimètres environ du sol. La chaîne se compose de ficelles de chanvre chinois; celles-ci ayant 2^m30 de longueur, sont passées par-dessus la barre supérieure, contournent par-dessous la barre inférieure et traversent les trous pratiqués dans le battant; puis elles sont tendues et attachées par leurs deux extrémités à une longue et mince pièce de bambou, parallèle au battant et placée tout juste au-dessous de la traverse inférieure. Le battant, la partie la plus importante du métier, consiste en une pièce de bois dont la longueur varie suivant la largeur des nattes à exécuter, et dont le corps a environ 13 centimètres carrés. Il est percé à différents intervalles de petits trous dans lesquels passent les fils de la chaîne, alternant du sommet à la base, et peut être manœuvré de haut en bas de la chaîne au moyen de poignées disposées à ses deux bouts. Les trous sont agrandis ou formés en rainures qui convergent vers le centre du bâton. Lorsque les fils de chaîne ont été ainsi disposés et que des bottes de paille de différentes couleurs, suffisamment humide, ont été mises à portée du métier, l'un des enfants lève le battant au sommet de la chaîne, en l'inclinant en avant; les fentes pratiquées dans la barre permettent aux fils alternants de la chaîne de rester perpendiculaires, et les trous portent les autres en avant, de façon à les séparer les uns des autres suffisamment pour laisser passer entre eux une paille. Cela se fait au moyen d'un long morceau plat de bambou, percé près de son extrémité d'un œil dans lequel on assujettit une paille et dont on se sert comme d'une navette. Les mouvements successifs du battant de bas en haut et de haut en bas, combinés avec le passage du bambou-navette, sont répétés jusqu'à ce que la chaîne entière soit garnie. On retire alors la natte dont la longueur est de 2 mètres, et l'on établit une nouvelle rangée de fils de chaîne. Lorsque la natte est ainsi tissée, on la fait sécher au soleil et à feu lent. Le rétrécissement qui résulte de ce séchage est de près de 4 mètres sur 40. Lorsqu'elle est sèche on l'étend sur un cadre et on l'étire avec les mains de manière à la rendre uniforme; puis on l'envoie au magasin, où des hommes s'occupent de réunir ensemble les longueurs de 2 mètres, car il faut 20 longueurs pour former un rouleau ordinaire. Cette opération se fait en faisant passer au moyen d'une grosse aiguille en bambou les fils libres de la chaîne

d'une pièce à travers les pailles de l'autre natte, en effectuant, dans le fait, une véritable couture. On recouvre ensuite soigneusement chaque rouleau des quarante métiers d'une natte en paille grossière et compacte, et après les avoir marqués et numérotés, on les expédie aux navires chargés de l'exportation.

D'après un tableau de l'exportation des nattes du port de Canton de l'année 1870 à 1877, il paraît qu'après l'Amérique du Nord, Hong-Kong importe les plus grandes quantités; vient en troisième rang la Grande-Bretagne. En 1872, l'année la plus productive, l'exportation a été de 115,220 rouleaux.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 9 juin 1882.

Présidence de M. Edmond BECQUEREL, vice-président,

En ouvrant la séance, M. le *Président* annonce à la Société la perte nouvelle qu'elle vient d'éprouver en la personne de M. SALVETAT.

M. le *Président* rappelle les services rendus par M. *Salvetat* aux arts céramiques et à l'enseignement, par ses Rapports à la Société d'encouragement, par ses additions aux éditions du *Traité des arts céramiques* de Brongniart, par ses cours à l'École centrale des arts et manufactures, enfin par ses recherches comme chef des travaux chimiques à la manufacture de Sèvres, recherches dont l'Exposition de 1878 a fait ressortir toute l'importance.

Ancien président de la Société des ingénieurs civils, M. *Salvetat* était membre du comité des arts chimiques de la Société d'encouragement depuis 1851. Sa perte sera vivement ressentie par tous ses collègues.

CORRESPONDANCE. — M. Eugène *Peligot*, Secrétaire, présente au nom de M. *Dumas*, Président, un exemplaire du Rapport qu'il a fait devant la Société d'agriculture de France, sur le sucrage des vins avec réduction des droits. (Commission du *Bulletin*.)

M. *Brull* (A.), ingénieur, rue Saint-Lazare, 6, fait hommage à la Société d'une Note qu'il a publiée sur les qualités du ciment de Portland. (Remerciements à l'auteur et dépôt à la bibliothèque.)

M. *Soumard* (Joseph), hôtel de l'Union, rue du Château-d'Eau, 65, à Paris, demande l'examen par la Société d'un projet de four pour fondre les cristaux et la verrière, qu'il a fait breveter mais qu'il n'a pu encore mettre à exécution. (Arts économiques.)

M. *Tragel*, ex-membre de la Société centrale d'agriculture de Meurthe-et-Moselle,

rue de Sèvres, 69, à Paris, fait part à la Société de ses expériences pour la destruction des larves ou vers blancs. (Agriculture.)

L'Association des anciens élèves de Grignon a institué un comité pour faire exécuter un buste de M. Dutertre, qui serait placé dans l'école de Grignon et pour faire élever au cimetière de Thiverval un monument funèbre sur sa tombe. (Agriculture.)

MM. Heilmann-Ducommun et Steinler adressent de Mulhouse, à la Société, un Mémoire sur une nouvelle peigneuse pour matières filamenteuses qu'ils construisent dans leur usine, à Mulhouse. (Arts mécaniques.)

M. Perrolaz, mécanicien, à Thonon (Savoie), boulevard des Vallées, n° 17, soumet à l'examen de la Société un procédé de son invention résolvant, dit-il, le colossal problème de la trisection élémentaire de l'angle.

Les publications suivantes sont déposées à la bibliothèque :

Le *Vulgarisateur*, journal hebdomadaire, à Paris, rue de Seine, 56.

M. Heuzé (Louis), architecte. Chemin de fer métropolitain en élévation et à l'air libre, brochure in-8°.

Les *Proceedings* et les *Transactions* de la Société royale d'Édimbourg. Session de 1880-81.

M. Collignon (E.). Mémoire sur la cubature des solides de révolution, lu au Congrès d'Alger de l'association française pour l'avancement des sciences, brochure in-8°, 1881.

CANDIDATS POUR ÊTRE NOMMÉS MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — M. Lebourhis est présenté par MM. Eug. Peligot et Vincent.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Culture de la vigne phylloxérée*. — M. Risler lit, au nom du comité de l'agriculture, un Rapport sur les procédés que M. Maistre, de Villeneuve (Hérault), emploie pour soutenir la végétation de la vigne malgré l'attaque du phylloxera.

Le comité propose de remercier M. Jules Maistre de la communication des résultats qu'il a obtenus et d'insérer le présent Rapport dans le *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Ferrure à glace des chevaux. — M. Adolphe Dailly présente, au nom du comité d'agriculture, un Rapport sur une communication faite à la Société, le 24 février 1882, par M. Delpérier, médecin-vétérinaire, à Paris, rue de la Barouillère, 3, relativement à un système de ferrure à glace dont il est inventeur.

Le comité d'agriculture, pensant que le système de ferrure à glace dont il est question peut rendre d'utiles services aux personnes ayant à entretenir des chevaux, propose de remercier M. Delpérier de sa communication et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Ferrure à glace des chevaux. — M. Adolphe Dailly présente, au nom du comité d'agriculture, un Rapport sur deux brochures relatives à la ferrure à glace des

chevaux, adressées à la Société par M. *Decroix*, vétérinaire principal en retraite de l'armée, le 24 mars 1882.

Le comité pense qu'il y a lieu de remercier M. *Decroix* de sa communication et de lui demander de tenir la Société au courant des expériences sur l'emploi des crampons chevillés et de crampons vissés, qui doivent être faites cette année en France, par ordre du Ministre de la guerre, dans tous les régiments de cavalerie.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Traitement du cuivre dans la cornue Bessemer.* — M. *Gruner*, membre du Conseil, présente, au nom de M. *Manhès*, rue Childebert, 1, à Lyon, le procédé par lequel il fabrique l'acier dans l'appareil *Bessemer*, en se servant de procédés analogues à ceux par lesquels on traite les mattes de cuivre.

M. le *Président* remercie M. *Gruner* et M. *Manhès* de cette intéressante communication, qui est renvoyée à l'examen du comité des arts chimiques.

Production de la laine en Australie. (Suite.) — M. *de Savignon* présente à la Société la fin de sa communication sur la production de la laine dans le New-South-Wales, dont il a commencé la lecture dans la séance du 12 mai dernier.

M. le *Président* remercie M. *de Savignon* de cette intéressante communication, qui est renvoyée au comité d'agriculture et à la Commission du *Bulletin*.

NOMINATION D'UN MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ. — M. *Berlier*, ingénieur civil, est nommé membre de la Société.

Séance du 23 juin 1882.

Présidence de M. l'amiral de CHABANNES, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Lechien* (C.-F.), constructeur-mécanicien à Mons, rue du Séminaire, 13, demande l'envoi des statuts et du programme des prix proposés par la Société.

M. *Delaunier*, rue Daguerre, 71, à Paris, annonce qu'il a constaté un mouvement de translation des aiguilles aimantées vers le Nord, qu'il croit indépendant de leur mouvement de direction, et il demande s'il ne serait pas possible de tirer parti de cette force. (Arts mécaniques.)

M. *Robin* aîné, plombier-couvreur, rue de Provence, 99, à Paris, annonce qu'il a construit un appareil pour un nouveau système de chauffage instantané des eaux de conduite sous pression, qui fonctionne dans son magasin; il demande à la Société d'en faire l'examen. (Arts économiques.)

M. *Eliaou Taïb*, teinturier à Orléansville, rue de Rome (Algérie), demande l'appui de la Société pour l'exploitation d'une machine à mouvement continu qu'il a inventée.

Cette lettre est la reproduction d'une demande de brevet et de subvention que le

même inventeur avait présentée, sans signature, dans la séance du 26 mai de la Société. (Arts mécaniques.)

La *Rédaction du Centralblatt* pour l'industrie des textiles, à Berlin, demande la publicité du *Bulletin* de la Société pour l'exploitation, par une maison de Berlin, du brevet d'une machine à carboniser les étoffes de laine.

M. *Cacheux* (E.), ingénieur, quai Saint-Michel, 25, envoie à la Société la première partie de l'*Economiste pratique*, supplément de l'ouvrage sur les habitations ouvrières en tous pays, qui a été adressé à la Société en 1879. La deuxième partie de ce supplément est sous presse, et contiendra les crèches dont M. *Cacheux* a pu obtenir les plans. (Remerciements à l'auteur de cet envoi et dépôt à la bibliothèque.)

M. le *Ministre de l'instruction publique et des beaux-arts* fait connaître que les publications dont l'Institut Smithsonian avait annoncé l'envoi à la Société ne sont pas encore arrivées, et qu'il adressera, par la prochaine expédition de son ministère aux États-Unis, la collection du *Bulletin*, dont la Société d'encouragement fait l'envoi à l'Institut Smithsonian.

M. *Raulin*, professeur de chimie à la Faculté des sciences de Lyon, cours d'Herbouville, 34, envoie à la Société une Note sur un moyen de distribution uniforme d'un liquide dans une colonne verticale. (Arts mécaniques.)

M. Robert *Dietrich*, à Aussersihl-Zurich, Zewierstrasse, 17 (Suisse), demande l'envoi du programme des prix proposés par la Société.

M. le *Ministre du commerce* envoie, pour la bibliothèque de la Société, deux exemplaires des numéros parus récemment du Catalogue des brevets d'invention pris en 1881. (Bibliothèque.)

M. le *Président* du comité de la souscription pour ériger un monument à la mémoire de *Poitevin* envoie à la Société une circulaire pour cette souscription. (Comité des beaux-arts.)

M. *Letorey*, architecte, place des Vosges, 2, à Paris, et à Sucy-en-Brie, envoie à la Société le prospectus et le programme pour la fondation d'une école supérieure libre destinée à développer les applications des arts du dessin, de la peinture et de la sculpture à Sucy-en-Brie (Seine-et-Oise). (Constructions et beaux-arts.)

M. *Audinet* (J.), maître à l'École municipale d'apprentis du boulevard de la Villette, envoie à la Société un exemplaire d'un ouvrage qu'il vient de publier sur les principes de la construction des instruments de précision, Paris, 1882, un volume grand in-18, cartonné. Librairie du *Dictionnaire des arts et manufactures*, rue de Madame, 60. (Bibliothèque.)

Après le dépouillement de la correspondance, M. F. *Le Blanc* remet, au nom de M. *Melsens*, membre de l'Académie royale de Belgique et membre correspondant de la Société d'encouragement, une Note complémentaire sur les paratonnerres construits suivant son système. M. le *Président* remercie M. *Le Blanc* de cette présentation et renvoie cette Note à la Commission du *Bulletin*, avec le résumé de la conférence que

M. *Melsens* a faite sur les paratonnerres au Congrès international des électriciens.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Balance-compteur*. — M. le colonel *Sebert* lit, pour M. *Tresca*, au nom du comité des arts mécaniques, un Rapport sur la balance-compteur de M. *Vincent*. Cet instrument étant destiné à rendre service à l'industrie, le comité propose l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin*, avec figure explicative.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Habitations ouvrières. — M. Charles *Lavollée* fait, au nom du comité de commerce, un Rapport sur diverses communications relatives aux habitations ouvrières.

Le comité propose d'insérer au *Bulletin* le présent Rapport, en demandant d'exprimer à la Compagnie immobilière de Lille, représentée par M. *Dequoy*, président du conseil d'administration, ainsi qu'à MM. *Muller* et *Cacheux*, les remerciements et les félicitations du Conseil à raison des communications pleines d'intérêt qui ont été faites. Un hommage est dû à la mémoire de M. *Violette*, à qui revient l'initiative de communications qui ont été présentées au sujet des maisons ouvrières.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Amélioration du sort des aveugles*. — M. *Lavenuchy-Clarke* (F.-H.), rue Vernier, 38, aux Ternes, Paris, fait à la Société une communication sur l'amélioration désirable du sort des aveugles.

M. le *Président* remercie M. *Lavenuchy-Clarke* de cette communication, qui est renvoyée à l'examen du comité du commerce.

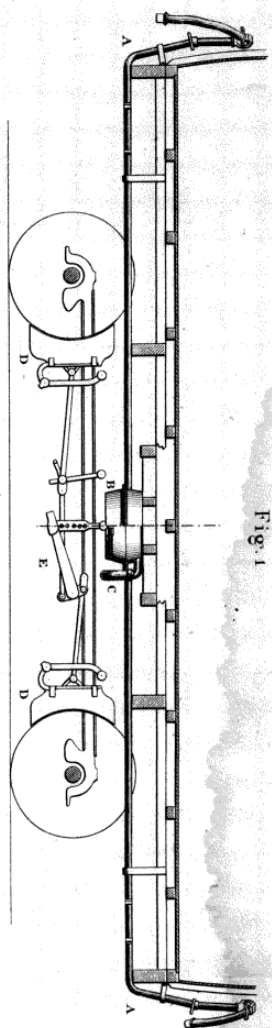


Fig. 1

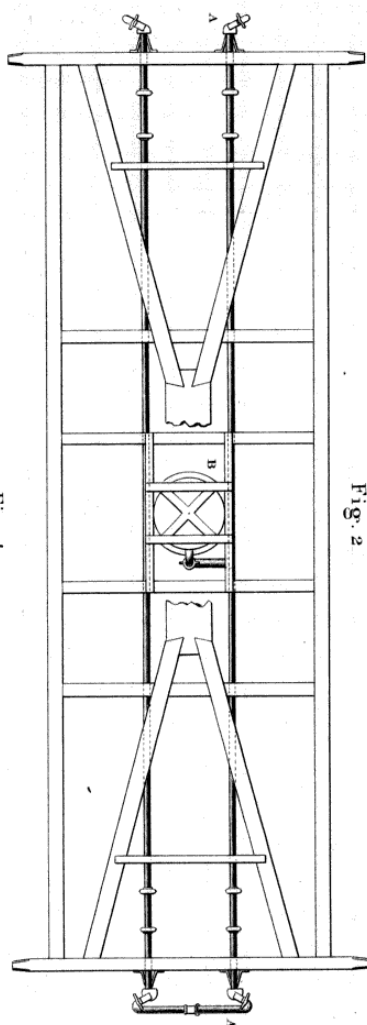


Fig. 2

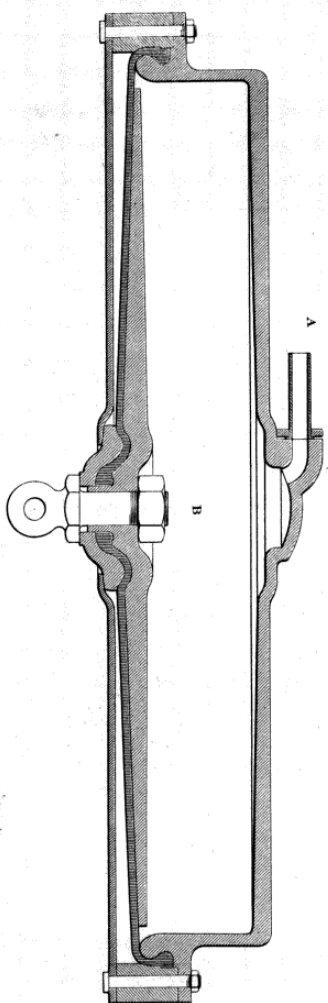


Fig. 4

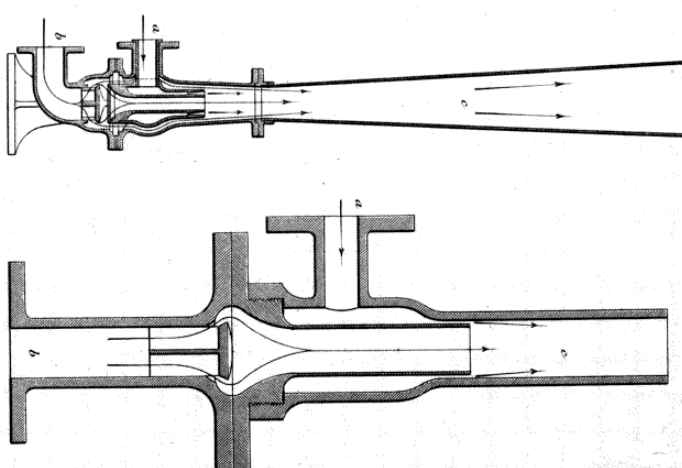


Fig. 5

Fig. 6

Echelle de 3 centimètres p. 1 Mètre.
5 1 2 Mm.

Ing. R. Tisserand.

L. Chausson et Bérard, sc.

FREINS À VIDE SYSTEME MARTIN ET DU TREMBLAY SYSTEME SMITH ET HARDY.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT présenté par M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, membre du Conseil, au nom du comité des arts mécaniques, SUR LES ANÉMOMÈTRES ENREGISTREURS de M. Eugène BOURDON.

Messieurs, l'un de vos lauréats, dont les remarquables créations ont bien des fois déjà paru dans vos séances, M. Eugène Bourdon, vient encore de soumettre à votre appréciation des appareils dans lesquels votre comité de mécanique a vu tout à la fois avec intérêt, un principe, important à un point de vue général, et en même temps une utile application particulière.

Ce principe général, déjà ancien, car M. Bourdon l'a fait breveter en 1857, n'a pas, croyons-nous, été suffisamment remarqué jusqu'à ces dernières années. C'est celui de la *multiplication* des effets de succion que produisent les ajutages convergents-divergents. On obtient cette multiplication en disposant autour d'un même axe une *batterie* de ces tubes dont chacun a son débouché placé dans la section d'étranglement de celui qui l'environne (fig. 1). La propriété essentielle de ce tube étant de développer dans son étranglement une pression moindre que celle dans laquelle il débouche, on conçoit que cette pression diminue successivement, au fur et à mesure qu'on remonte par la pensée, de l'extérieur dans l'étranglement du grand tube, puis de là dans l'étranglement du second et dans celui du troisième et ainsi de suite (1).

(1) Depuis que ce principe a été formulé par M. Bourdon, un autre, tout à fait analogue, a été proposé en ce qui concerne les ventilateurs; et, sans vouloir y insister ici, nous le citerons cepen-

Le tube convergent-divergent a été étudié avec le plus grand soin par M. Bourdon en vue de déterminer par tâtonnement les meilleures dimen-

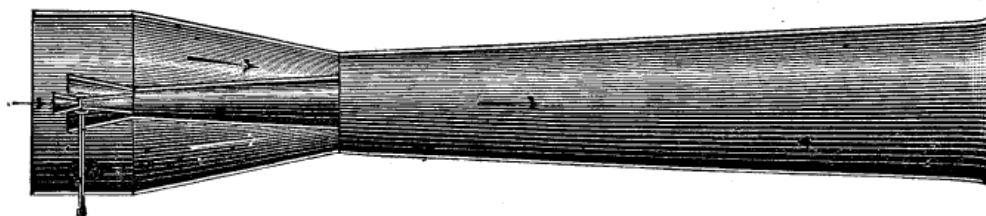


Fig. 1.

sions à donner à toutes ses parties pour augmenter, autant que possible, l'effet à produire (fig. 2). Quand il s'agissait d'un tube isolé, l'épaisseur du métal restait naturellement sans importance. Elle a pris elle-même une influence, dès l'instant que chaque tube vient encombrer l'intérieur du précédent dans sa section la plus étroite et la plus essentielle. Avec les ajutages établis d'après

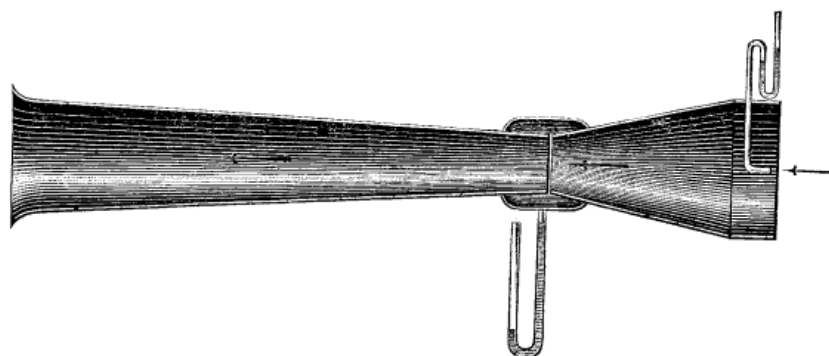


Fig. 2.

ces règles précises, que je ne saurais détailler ici, les effets produits sont les suivants.

Pour une vitesse de 4 mètres environ, le tube classique de Pitot accuserait une dénivellation de 1 millimètre d'eau. Dans une batterie de trois tubes convergents-divergents (1), le premier produit déjà une succion quadruple, c'est-à-dire égale à 4 millimètres; le second multiplie lui-même par 4 ce

dant, en raison de son analogie, afin que tous les deux s'éclaircissent l'un par l'autre. Il consiste, pour augmenter la dépression produite par des ventilateurs peu susceptibles de pressions élevées, comme les ventilateurs de mines, par exemple, à faire fonctionner une succession de ces appareils, de manière que chacun d'eux puise dans le résultat du refoulement ou de la raréfaction produits par le précédent.

(1) M. Bourdon n'a pas cru jusqu'ici utile de construire des systèmes composés de plus de trois tubes.

degré de vide et le porte à 16 millimètres; et le troisième, quadruplant encore ce résultat, arrive à soulever dans le tube en U, qui communique avec l'étranglement du petit tube, une colonne d'eau de 64 millimètres environ.

Mais l'amplification que nous venons d'indiquer n'est pas constante quand la vitesse vient elle-même à varier. Elle est, pour les grandes vitesses, plus accusée que nous l'avons dit tout à l'heure, et elle l'est moins pour celles qui sont plus faibles. La différence à cet égard peut aller jusqu'à 50 pour 100. Ainsi, à la vitesse de 1 mètre environ par seconde, le premier tube multiplie par 3 (et non plus comme tout à l'heure par 4) la dénivellation du tube de Pitot qui est alors d'un dixième de millimètre. Pour la vitesse de 12 mètres à peu près, il multiplie, au contraire, par 4,5 cette dépression, qui est alors de 1 centimètre.

C'est à dessein d'ailleurs que je viens de présenter ces résultats *en nombres ronds*, du reste très approchés, les regardant comme plus capables de présenter à l'esprit des idées nettes. Mais le tableau suivant fera, à cet égard, connaître avec précision les résultats observés par M. Bourdon.

Vitesses du vent et dépressions observées à chacun des trois tubes.

VITESSE du vent en mètres par seconde $V = \sqrt{2gH}$	PRESSION en millimètres d'eau contre un tube ouvert $H = \frac{V^2}{2g}$	DÉPRESSION EN MILLIMÈTRES D'EAU		
		au premier tube.	au deuxième tube.	au troisième tube.
		mm.	mm.	mm.
1,10.	0,1	0,3	0,9	4
1,50.	0,2	0,6	1,8	6
1,90.	0,3	0,9	3,6	11
2,30.	0,4	1,3	4,6	17
2,60.	0,5	1,7	6,0	21
3,00.	0,6	2,1	7,5	28
3,20.	0,7	2,5	9,2	35
3,50.	0,8	3,0	10,8	44
3,70.	0,9	3,5	14,0	56
3,90.	1,0	4,0	16,0	65
5,70.	2,0	8,0	32,0	135
6,90.	3,0	13,0	52,0	210
8,00.	4,0	17,0	70,0	290
9,00.	5,0	21,0	87,0	370
9,80.	6,0	26,0	110,0	450
10,50.	7,0	30,0	126,0	530
11,30.	8,0	35,0	149,0	620
12,00.	9,0	40,0	168,0	710
12,70.	10,0	45,0	190,0	800

On remarquera que dans les circonstances les plus favorables, c'est-à-dire au troisième étranglement et pour des vitesses de 12 à 13 mètres, l'effet est quatre-vingts fois plus sensible avec cette batterie ternaire qu'avec le simple tube cylindrique de Pitot. Rien n'est plus propre à donner une idée de l'importance de cette invention de M. Bourdon, soit comme moteur, soit comme

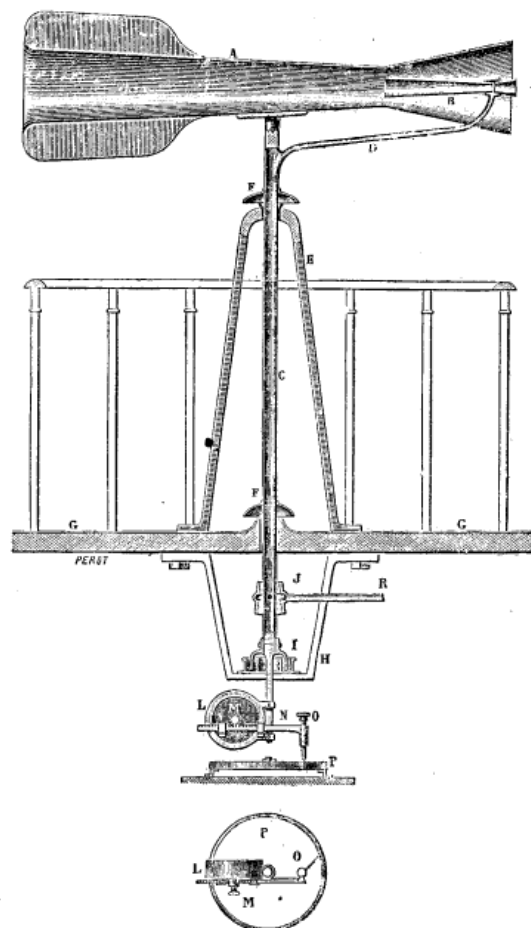


Fig. 3.

actuel est de 900 francs, fournit des diagrammes plans et circulaires ; l'autre, plus compliqué et deux fois plus cher, enregistrant sur des cylindres, donne après développement des tracés rapportés à deux axes rectangulaires, et plus conformes à la pratique ordinaire des observatoires météorologiques.

indicateur. Ce sont, en effet, deux ordres d'applications distincts dont cet organe est susceptible, soit pour créer des éleveurs d'eau par exemple, soit pour former des appareils destinés à fournir des mesures de précision. Ces dernières pourraient d'ailleurs concerner : soit la vitesse des courants d'eau, soit celle des courants d'air, artificiels comme dans les mines (1), ou naturels comme dans l'atmosphère. Nous n'avons pas à toucher ici à tous ces ordres d'idées, mais uniquement au dernier d'entre eux que nous allons aborder dans la seconde partie de ce Rapport.

M. Bourdon vous présente à la fois deux modèles d'anémomètres-enregistreurs : l'un, le plus simple, et dont le prix

(1) On consultera avec intérêt, en ce qui concerne cette application du tube multiple Bourdon, le travail de M. Aguillon, ingénieur des mines, relatif aux appareils de contrôle et de surveillance de l'aérage des mines (*Annales des Mines*, 5^e livraison de 1881).

L'un et l'autre, d'ailleurs, fournissent, à la fois, la direction et la vitesse du vent.

Le plus simple des deux est représenté par la figure 3, et les figures 4, 5 et 6 et ses diagrammes par les figures 7 et 8. Pour enregistrer la direction de la vitesse, on a monté le tube A B (fig. 3) formant une batterie double et muni d'ailettes qui le transforment en girouette, au sommet d'un axe tournant F F, sur le pied duquel se trouve embranché un bras muni d'un crayon qui trace sur un disque. Ce bras se trouve à chaque instant dans le même plan que le tube A B; il tourne donc comme le vent. Un mouvement chro-

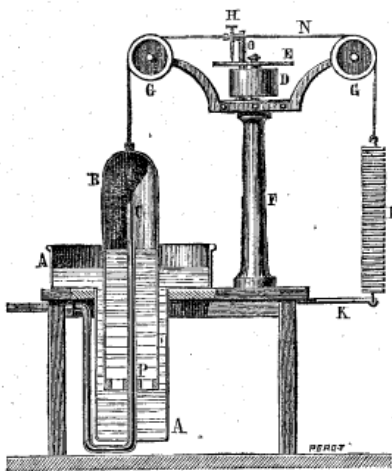


Fig. 4.

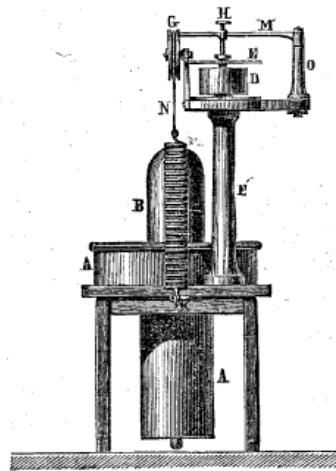


Fig. 6.

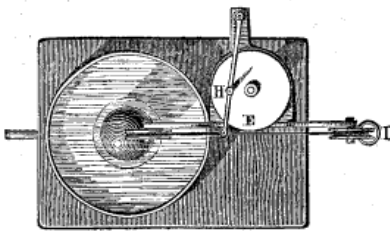


Fig. 5.

nométrique, porté sur le pied de l'axe et tournant avec lui, fait avancer uniformément, pendant vingt-quatre heures, le crayon le long de ce bras, depuis un point rapproché de l'axe jusqu'à une région voisine de la circonférence du disque de papier. Pour faire la lecture du diagramme, on lui superpose un rapporteur en verre, qui a la forme d'un

disque et sur lequel sont tracées les vingt-quatre circonférences correspondant aux diverses heures. La figure 7 représente un de ces tracés.

Quant à la mesure de la vitesse, l'influence de la raréfaction qu'elle produit à la gorge du tube B se transmet dans le canal D, dans l'intérieur de l'axe creux F F et enfin dans un tube qui s'y embranche à l'aide d'une genouillère de bec à gaz. Elle se propage ainsi jusque dans l'intérieur de la cloche B (fig. 4).

L'eau s'élève par suite dans cette cloche, qui augmente de poids d'autant. Le ressort I se trouve donc tendu proportionnellement au carré V^2 de la vitesse. D'après sa flexion, la corde N se meut elle-même en raison de ce carré. Elle

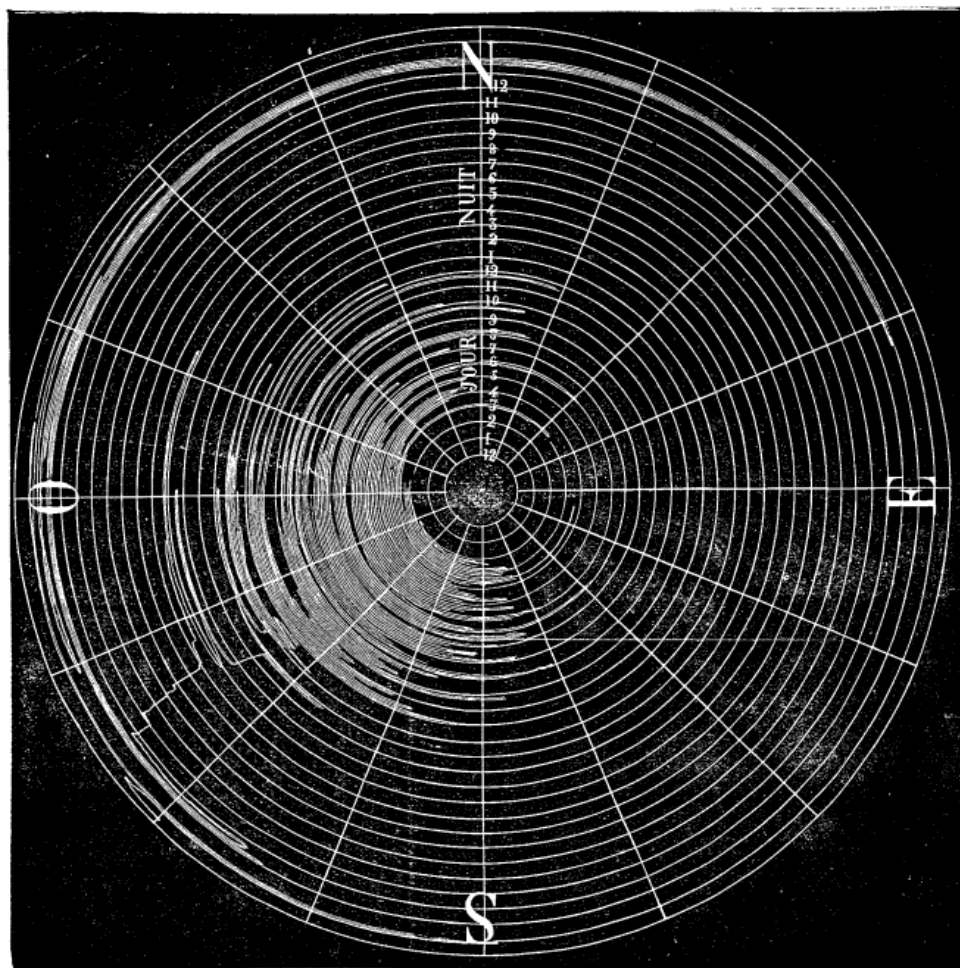


Fig. 7.

manœuvre un levier sur lequel se trouve implanté un crayon H (1) qui s'éloignera ou se rapprochera du centre proportionnellement à V^2 (2).

(1) Pour plus de précision, M. Bourdon fait aussi porter ce crayon par un petit parallélogramme d'Évans, pour assurer le déplacement rigoureusement rectiligne suivant le rayon du disque de papier.

(2) Cette explication est conforme à la figure. Mais depuis qu'elle a été gravée, M. Bourdon trouve préférable de placer le levier tangentiellement au disque au lieu de le faire passer par son

On interprétera encore le tracé résultant tel que celui de la figure 7 à l'aide d'un rapporteur de verre analogue au précédent et qui est d'ailleurs gradué numériquement en fonction de la vitesse V directement, et non pas de son carré, pour éviter des calculs inutiles. Des expériences exécutées par M. Murgue, ingénieur des mines de Bessèges, avec sa haute compétence bien connue dans ce genre de questions, lui ont montré, qu'à l'air libre (1), la

relation de la vitesse avec la dénivellation h produite par une batterie double n'est pas exprimée par la simple racine carrée, mais par une fonction linéaire de cette racine carrée :

$$V = 0,75 + 0,975 \sqrt{h}.$$

Tels étaient du moins les coefficients pour l'appareil que M. Murgue avait à sa disposition. Il est probable que, pour d'autres, la forme de la fonction resterait la même, mais avec des valeurs numériques différentes, qu'il faudrait dé-

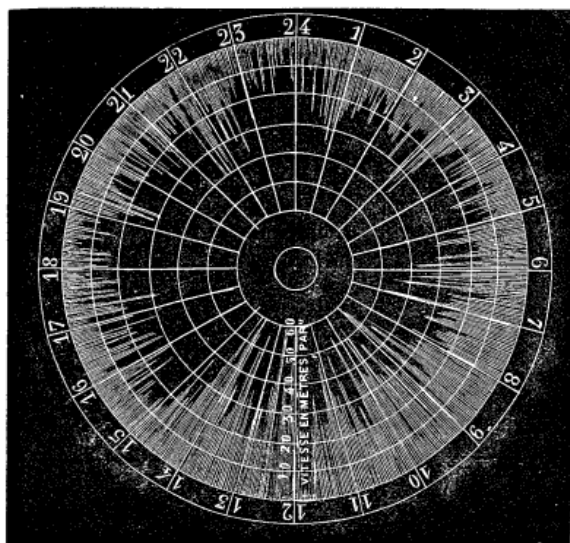


Fig. 8.

terminer pour chacun d'eux par un tarage direct. Cette opération a, du reste, été toujours nécessaire pour tout anémomètre et on en connaît les procédés généraux.

Le second anémomètre construit par M. Bourdon est représenté par les figures 9, 10, 11, et ses diagrammes par les figures 12 et 13. Il enregistre, comme nous avons dit, sur des cylindres tournants H et h , et non plus sur un disque plan, la direction et la valeur de la vitesse.

En ce qui concerne la direction, une girouette en forme de batterie double est, comme dans le cas précédent (fig. 3), montée sur l'axe vertical A de la

centre, de manière que les excursions du crayon se comptent, non plus à partir de ce centre, mais à partir de la circonférence, où l'espace est plus grand et prête moins à la confusion.

1 Et non pas dans les mines, où la question change de face.

came en cœur A B (fig. 9, 10, 11). Une moitié de cet excentrique sert pour la moitié de l'horizon qui va du Nord au Sud en passant par l'Est, et l'autre pour celle qui passe par l'Ouest. Deux crayons C, C se meuvent solidairement, de manière à ce que leurs leviers Cg, Cg, unis par le ressort D, restent tous les deux tangents au profil. Mais ils ne tracent pas tous les deux à la fois; il n'y en

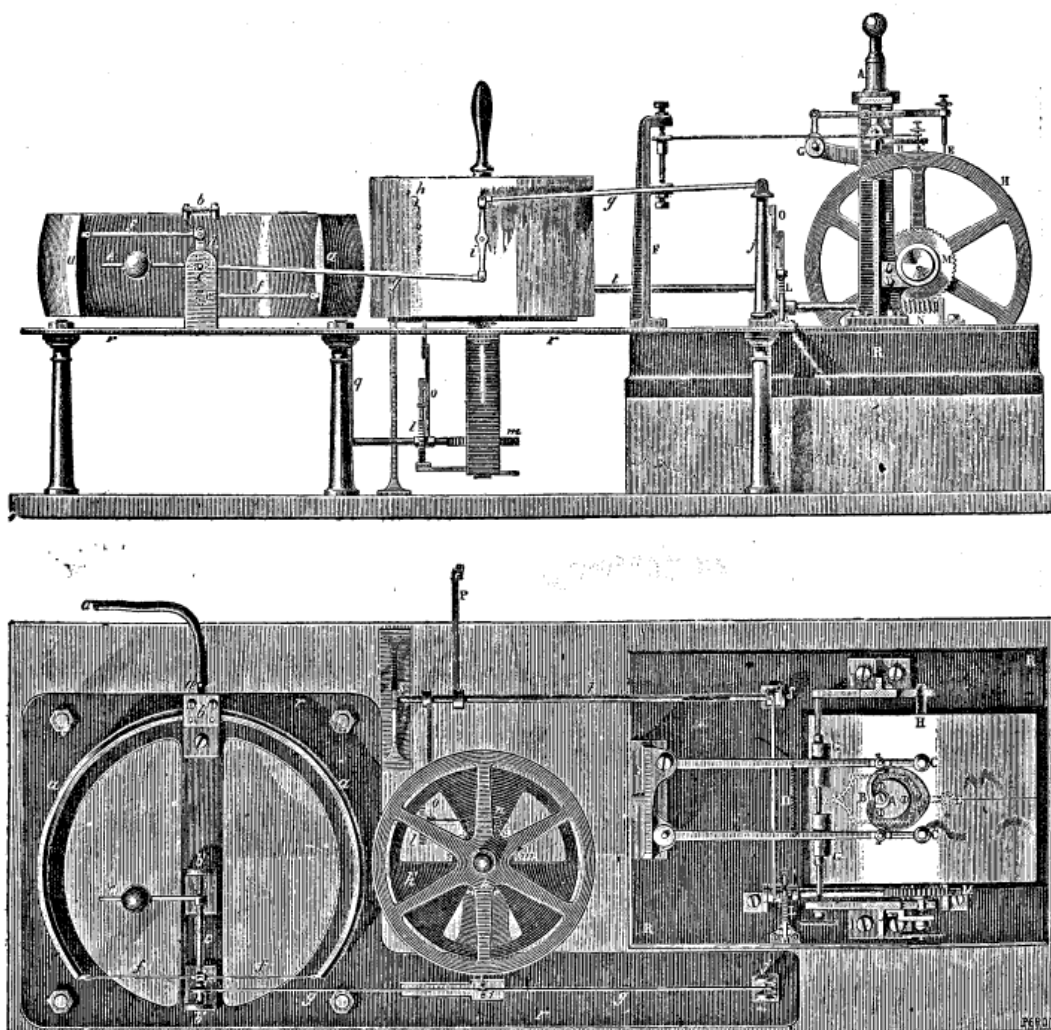


Fig. 9.

a jamais qu'un seul qui remplisse cette fonction, afin que l'on puisse distinguer les vents d'Est des vents d'Ouest, suivant que le tracé passe d'un côté à l'autre de la ligne neutre qui partage en deux parties égales la bande de pa-

pier (fig. 12). A cet effet (fig. 10 et 11), la came, symétrique quant à son profil, manque cependant de symétrie en ce qu'une moitié *bib* de son contour est d'épaisseur double de celle de l'autre moitié; soulevant, par suite, le galet

Fig. 10.

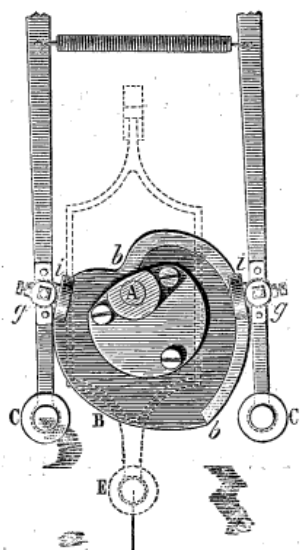
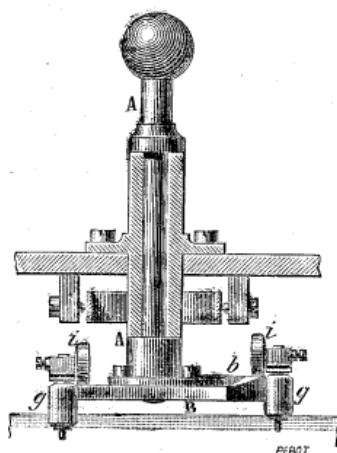


Fig. 11.

partiennent à la plupart des productions de leur auteur; en même temps qu'elles forment une utile application d'un organe essentiel, sur lequel on ne saurait trop appeler l'attention. Pour ces raisons, nous avons l'honneur de vous proposer de remercier M. Eugène Bourdon de sa très intéres-

i qui y roule, et empêchant ainsi celui des deux crayons auquel appartient ce galet de se trouver au contact du papier.

Quant à la valeur de la vitesse, elle s'accuse par une compression variable dans le tube spiral élastique *aa* (fig. 9), imaginé depuis longtemps par M. Bourdon, et dont il a déjà tant varié les applications. Les extrémités de ce tube se déplacent sous cette influence. Ils font basculer, à l'aide des bielles *ffd*, le levier autour de l'axe *C*. Sur cet arbre se trouve monté le balancier du parallélogramme simple de Watt *gkg*, dont le point *k* décrit une génératrice rectiligne du cylindre *h*, pendant que celui-ci tourne chronométriquement. On obtient ainsi un diagramme tel que celui de la figure 13.

Tels sont, Messieurs, les ingénieux appareils soumis par M. Eugène Bourdon à votre examen. Ils présentent sur les anémomètres déjà connus cet avantage, que la plupart de ces derniers se dérèglent aux grandes vitesses, tandis que c'est surtout pour ces dernières, comme nous l'avons répété deux fois, que s'accuse davantage la sensibilité du tube multiple à ajutages convergents-divergents.

Il a semblé à votre comité de mécanique que ces nouvelles créations de M. Bourdon présentent le cachet de précision et d'élégance qui ap-

sante communication, et d'ordonner l'insertion du présent Rapport dans

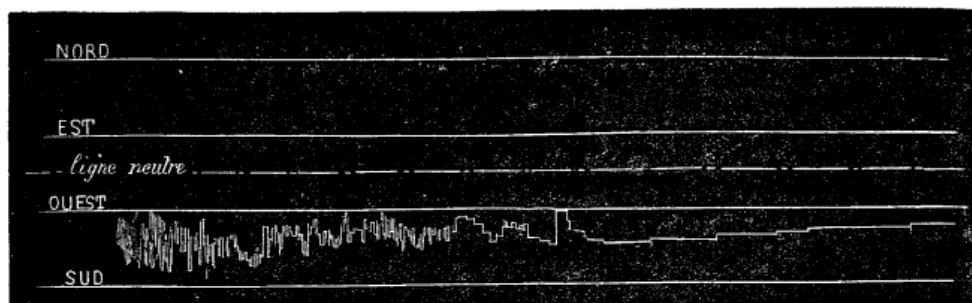


Fig. 12.

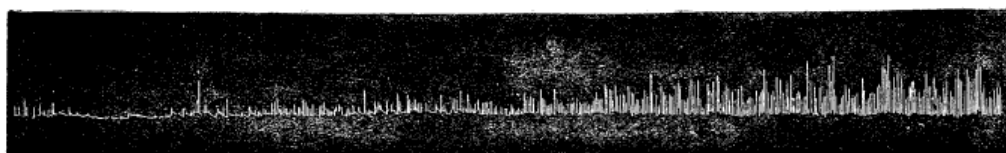


Fig. 13.

le *Bulletin* de la Société, avec les bois nécessaires à l'appui.

Signé : HATON DE LA GOUPILLIÈRE, rapporteur.

Approuvé en séance, le 14 avril 1882.

LÉGENDE DES FIGURES REPRÉSENTANT LA GIROUETTE ET LES APPAREILS ENREGISTREURS
DE LA DIRECTION ET DE LA VITESSE DU VENT.

Girouette. — Fig. 3. A, tube convergent-divergent fixé à l'extrémité supérieure d'un axe vertical creux sur lequel cette sorte de girouette tourne librement.

Deux lames rivées sur le bout évasé du tube divergent servent à orienter l'appareil suivant la direction que le vent lui imprime.

B, tube de même forme que le précédent, mais de dimensions beaucoup plus petites et fixé concentriquement au tube A par trois petites entretoises.

D, tuyau servant à mettre en communication le manchon creux du tube B avec l'intérieur de l'axe tubulaire C de la girouette.

E, E, trépied en fer dans lequel tourne librement l'axe tubulaire C.

F, F, calottes soudées à l'axe C pour abriter les parties frottantes de l'axe C.

G, G, plancher de la terrasse.

H, chaise en fer boulonnée sous le plancher G.

Elle porte une crapaudine annulaire I dans laquelle tourne une pièce en bronze en forme de cloche, faisant fonction de pivot, et percée dans son milieu pour laisser passer la partie prolongée de l'axe C, auquel le rouage d'horlogerie est fixé.

J, manchon légèrement conique ajusté sur la partie renflée de l'axe C et creusé intérieurement en forme de gorge circulaire, pour établir une communication étanche et permanente entre l'axe tubulaire C et l'appareil enregistreur de la vitesse du vent.

C'est la disposition employée pour les genouillères des becs à gaz.

Appareil enregistrant sur des disques la direction et la vitesse du vent.

Direction du vent. — Fig. 3. L, barillet fixé à l'extrémité inférieure de l'axe C et contenant un rouage d'horlogerie.

N, crémaillère terminée par une douille verticale dans laquelle se met le crayon O, ou la plume qui trace le graphique de la direction du vent.

M, pignon qui conduit la crémaillère et fait avancer le crayon du centre du plateau vers sa circonférence. La marche du rouage est réglée pour que ce parcours s'effectue en vingt-quatre heures.

Le pignon est ajusté à frottement doux sur son axe, mais il peut devenir solidaire avec lui en serrant l'écrou qui est en avant. Il suffit donc de desserrer cet écrou pour rendre le pignon libre sur son axe lorsqu'on veut ramener la crémaillère à son point de départ.

P, plateau fixé sur une table concentriquement avec l'axe de la girouette.

Le disque en papier sur lequel s'inscrit la courbe de la direction du vent est fixé au moyen d'un écrou de serrage qui se visse au centre du plateau.

Vitesse du vent. — Fig. 4, 5 et 6. A, bassin, avec appendice cylindrique au milieu, en forme de cuvette de baromètre.

B, cloche en cuivre mince, garnie au bas d'un anneau en plomb P pour la lester. Une entretoise, percée au milieu, est fixée à l'anneau en plomb et glisse librement sur le tube vertical C qui lui sert de guide.

C, tuyau en forme d'U établissant la communication entre l'intérieur de la cloche et le tuyau qui est au bas de la tige creuse du tube-girouette.

D, barillet contenant le rouage d'horlogerie qui fait tourner le plateau.

E, plateau en cuivre fixé sur l'axe moteur du rouage d'horlogerie. C'est sur ce plateau qu'on fixe, au moyen d'un bouton à vis, le disque en papier sur lequel le graphique de la vitesse du vent est tracé par la plume H.

F, colonne-support de l'appareil moteur.

G, G, poulies tournant librement sur des goujons rivés aux extrémités des deux cols de cygne.

H, petite plume métallique portée par le bras de levier M. Son extrémité pose sur la feuille de papier et y trace une série de lignes dont les longueurs sont proportionnelles aux variations de la vitesse du vent qui traverse le tube girouette.

I, ressort en hélice attaché par une de ses extrémités à la chaînette N et par l'autre au point fixe K.

M, levier porteur de la plume H. Il tourne sur un axe ajusté au sommet de la colonnette O et son extrémité opposée est attachée à la chaînette N, qui lui communique tous les mouvements imprimés à la cloche par les variations de la vitesse du vent.

Appareil enregistrant sur des cylindres la direction et la vitesse du vent.

Direction du vent. — Fig. 10 et 11. A, axe vertical terminé au sommet par une rotule sur laquelle on ajuste le manchon qui relie la girouette à l'enregistreur.

B, excentrique en cœur, à côtés symétriques, fixé sur l'axe A.

b b, sur-épaisseur rivée sur un des côtés de l'excentrique et formant saillie sur la moitié de son développement.

C C, styles ou crayons ajustés aux extrémités des lames d'acier montées à charnière sur le support F.

D, ressort en hélice qui tient les deux galets *g g*, en contact avec l'excentrique B.

E, crayon-traceur de la ligne neutre.

F, support des petites lames d'acier auxquelles les crayons sont fixés.

G G, rouleaux excentriques servant à lever les crayons, afin de faciliter le remplacement de la bande de papier enroulée sur le cylindre H (fig. 9).

i i, petits galets verticaux servant à soulever celui des deux crayons dont la pointe doit être isolée du papier.

Fig. 9. I, support en forme d'arcade placé à cheval au-dessus du cylindre H et dans lequel pivote l'axe de l'excentrique B.

L, roue à dents de rochet actionnée par un cliquet que commande le levier vertical O.

M, roue dentée engrenant avec la vis sans fin N.

P, levier claveté sur l'arbre *t*. Ce levier est relié par articulation avec une horloge qui lui transmet un mouvement de va-et-vient toutes les minutes et par suite fait tourner simultanément les deux cylindres H et *h* au moyen des cliquets et des roues L et *l* qui les commandent.

R, socle en fonte sur lequel l'appareil est monté.

S S, ponts en cuivre dans lesquels pivote l'arbre horizontal *t*.

Vitesse du vent. — *a*, tube flexible en cuivre mince, à section elliptique très allongée, courbé circulairement et fermé par des bouchons en cuivre soudés aux deux extrémités.

Il est fixé par le milieu à un support vertical *b*, de façon que ses deux bras puissent s'écarter ou se rapprocher librement.

a', tubulure soudée au milieu du tube *a* pour le mettre en communication avec l'axe creux de la girouette.

b' b', ponts en cuivre qui supportent l'arbre horizontal *c*.

c, levier à contrepoids équilibrant les pièces du parallélogramme *gg i*.

ff, petites bielles articulées d'une part avec les extrémités du tube flexible, et de l'autre avec le balancier vertical *d*.

gg, longues bielles constituant avec la pièce *i* le parallélogramme simple de Watt. C'est au point *i* qu'est fixé le crayon qui trace les lignes de longueurs variables correspondant aux vitesses du vent.

h, cylindre sur lequel on enroule la bande de papier.

h', plateau horizontal servant de support au cylindre tournant *h*.

j, petite colonne qui porte la longue bielle *g*.

l, roue à dents de rochets actionnée par un cliquet que commande la bielle *o*.

m, roue dentée engrenant avec la vis sans fin *n*.

r r, plaque en cuivre sur laquelle toutes les pièces de l'enregistreur sont fixées.

q, support de l'axe de la roue *l*. L'autre bout de cet axe a son point d'appui sur la grande chaise qui porte l'axe vertical du cylindre *h*.

AGRICULTURE.

RAPPORT fait par M. BOITEL, au nom du comité d'agriculture, sur les DOCUMENTS FOURNIS PAR M. JUS, directeur des sondages algériens, AU SUJET DE L'IRRIGATION PAR Puits ARTÉSIENS ET DE LA CULTURE DU DATTIER DANS L'ALGÉRIE ORIENTALE.

M. Jus, ingénieur civil, directeur des travaux de sondages de la province de Constantine a adressé à la Société :

1° Une Notice sur les oasis du Zab occidental et oriental du département de Constantine ;

2° Une Notice sur les oasis du Souf du même département ;

3° Quatre tableaux représentant et décrivant les animaux vivant dans les puits artésiens de l'Oued-Rir et dans les sources jaillissantes du Zab occidental :

4° Une brochure intitulée : *les Oasis de l'Oued-Rir en 1856 et en 1881* ;

5° Trois cartes du Sahara oriental.

Ces documents sont d'autant plus instructifs et plus importants qu'ils se

rapportent à une partie de l'Algérie assez mal connue jusqu'à présent, et où les explorations ne sont pas sans offrir quelques dangers et de sérieuses difficultés.

Dans sa Notice sur les oasis du Zab occidental et oriental (Sahara du département de Constantine), M. Jus rassemble des documents historiques sur les oasis d'une partie du cercle de Biskra. Il indique quelles ont été les parties du Sahara occupées par les Romains. Biskra aurait été le siège principal de la domination romaine. C'est de là que partaient les routes militaires les plus importantes et les plus utiles pour relier entre eux les postes militaires où les légions tenaient garnison. Des ruines de fermes indiquent que le pays était plus peuplé et plus cultivé qu'il ne l'est aujourd'hui.

Il serait trop long d'indiquer ici les différents peuples qui ont occupé cette contrée depuis les Romains jusqu'à nos jours.

Je dois me borner dans ce Rapport aux renseignements qui se rapportent à l'exploitation du sol et aux productions agricoles du pays. Ce sont surtout les recherches d'eau et la statistique des sources, des cours d'eau et des nappes souterraines qui sont l'objet principal du travail de M. Jus. Sous le ciel brûlant d'Afrique, et dans un pays réputé pour ses sables mouvants et arides, on comprend que l'eau doit être la base essentielle de toute production agricole.

M. Jus apporte une attention toute particulière à décrire les oasis de cette partie de l'Algérie ; il mentionne les cours d'eau qui ont donné naissance à chaque oasis ; tantôt ce sont des eaux jaillissantes qui proviennent des formations crétacées ; tantôt elles sortent, en bouillons sableux, des terrains quaternaires. D'autres fois les sources sont situées dans des affleurements souterrains de rochers d'où l'eau vient remonter à la surface.

Quelquefois les eaux restent dans la couche quaternaire perméable et y forment de nouvelles rivières souterraines qui descendent vers le Sud. Elles sont souvent situées à une faible profondeur et se révèlent de temps en temps par un affaissement du sol gypseux et sableux qui les recouvre. Cet affaissement les fait reconnaître par les Arabes. Il suffit alors qu'ils fassent un petit déblai en aval pour les amener à la surface.

Ces eaux qui viennent des rivières souterraines sont plus fraîches que celles qui proviennent des sources arrivant à la surface du sol.

Pour chaque oasis M. Jus indique l'altitude, sa distance de Biskra, sa population, le nombre des maisons, le nombre des palmiers, les ressources en eau d'arrosage, le débit des sources par minute, la température de l'eau et sa profondeur par rapport au niveau moyen de l'oasis.

Parfois les sources ne donnent pas à l'oasis toute l'eau qui surgit à leur point de départ. Une partie se perd dans les sables couverts de dys et de gynerium dont les racines, en soulevant le sol, y produisent des crevasses où l'eau s'engouffre pour reparaître plus loin dans des terrains situés plus bas que l'oasis. Ce fait se reproduit pour toutes les sources qui arrosent le Zab-Guebli et le Zab-Dahan.

M. Jus ne manque pas de mentionner en outre le goût des eaux, les sels anhydres qu'elles contiennent et les animaux aquatiques qui vivent dans ces eaux.

M. Jus résume ainsi la valeur des deux Zabs les plus rapprochés de Biskra. Ils comprennent deux groupes de villages disposés en ligne droite et s'échelonnant le long des sources et des eaux souterraines qui existent dans cette région : On y compte 17 centres, 6,248 habitants, 1,633 maisons, 390,611 palmiers et environ 2,000 arbres fruitiers (abricotiers, pêcheurs, figuiers, grenadiers, vignes, etc.)

	francs.
Les 1 633 maisons sont estimées.	219 650
Les 390 611 palmiers.	3 124 888
200 000 arbres fruitiers.	200 000
	3 544 538

Un palmier rapporte en moyenne 15 kilog. de dattes, ce qui fait 5,859,165 kilog. pour les 380,611 palmiers, à 0,30 sur place, ce qui représente un produit brut de 1,757,749 francs ; ce serait 4 fr. 50 par arbre et par année.

Les terrains plantés en palmiers s'appellent des jardins.

Ces jardins arrosés à l'eau courante produisent des légumes et des fruits obtenus des arbres qui vivent sous l'abri protecteur des palmiers.

Parmi ces jardins, il en est où les palmiers ayant le pied dans l'eau ne sont pas soumis à l'arrosage des eaux superficielles.

Le palmier ne se sème pas. Pour être sûr de ne planter que des individus femelles, on transplante les rejetons qui poussent au pied des grands palmiers.

Le jeune palmier commence à produire à sept ans et peut vivre deux ou trois cents ans.

Parmi ces oasis, celles du Zab-Guebli sont peu florissantes ; elles paraissent abandonnées. Cela tient, dit M. Jus, à ce que tous les propriétaires n'ont

pas droit aux parts d'eau qui ont dû se transmettre de génération en génération.

M. Jus conseille au gouvernement de tenter des recherches d'eaux jaillissantes dans le Zab-Guebli. Il est probable qu'on trouverait de nouvelles eaux qui rendraient à cette région la prospérité qu'elle possédait sous la domination romaine.

Cet ingénieur énumère les poissons, les crustacés et les coquilles qui vivent dans les rivières jaillissantes du Zab occidental.

La seconde Notice de M. Jus est consacrée aux oasis du Souf (Sahara oriental), province de Constantine.

On nomme Souf le désert des Dunes. C'est la région des sables mouvants qui ressemble, selon M. Jus, à une mer qui se serait solidifiée pendant une grande tempête. Ces dunes sont composées uniquement de sable siliceux très fin, et sur quelques points on retrouve le grès friable qui leur a donné naissance. Elles ont donc été formées sur place et non amenées par les vents de la région montagneuse.

Comme il ne règne que deux vents dans le désert, celui du Nord-Ouest et du Sud (mistral et sirocco), leurs effets se contre-balancent de sorte que l'un ramène ce que l'autre déplace.

L'auteur de la Notice cite les itinéraires suivis par les caravanes qui vont de Tougourt en Tunisie, il indique les puits où elles s'arrêtent pour avoir de l'eau, notant exactement ceux de ces puits qui ont été envahis par les sables et qui, pour ces motifs, ont été abandonnés et ne peuvent être d'aucune utilité pour les voyageurs. Les oasis de l'Oued-Souf forment un petit groupe à part sur la frontière de la Tunisie, à l'extrême limite des possessions françaises et au beau milieu des dunes. La facilité avec laquelle les maraudeurs peuvent gagner le territoire tunisien, est cause que dans cette région la sécurité est moins grande que dans le reste de l'Algérie.

Les villages sont bâtis dans le voisinage des plus grandes dunes, leurs maisons offrent une forme originale et n'ont rien de commun avec les habitations des autres oasis. Ce sont des espèces de cubes recouverts d'une demi-sphère surmontée d'un cône tronqué.

Les matériaux employés pour la construction de ces maisons sont des cristaux de gypse collés ensemble par du plâtre fabriqué avec ces mêmes cristaux. Ces cristaux de gypse sont extraits d'un banc fort remarquable qui se trouve à 3 ou 4 mètres de profondeur.

Leurs dimensions varient depuis l'infiniment petit jusqu'à 50 et 60 centimètres cubes.

Ici les oasis se constituent d'une façon toute spéciale sans le secours des eaux de source ou des eaux courantes. Dans ces oasis l'eau repose dans les profondeurs de la terre, et aussitôt qu'on la ramène à la surface, elle est immédiatement absorbée par le sable. Ces habitants n'ayant pas la notion de l'eau courante sont à l'abri des graves inconvénients que présente l'irrigation au point de vue sanitaire dans d'autres régions du Sahara.

Les jardins de ces oasis sont isolés et contiennent 20 à 60 palmiers suivant les dimensions des cuvettes de ces emplacements.

Il est curieux de voir comment sont établies ces oasis d'une forme toute particulière. Je cite textuellement la Notice de M. Jus :

« Lorsqu'on veut établir un nouveau jardin, on commence par creuser
« une grande cavité dans le sol. La cavité déblayée, on fait un trou pour
« chaque jeune palmier jusque près du niveau de l'eau que l'on rencontre
« ordinairement entre 3 et 5 mètres de profondeur, de manière à ce que ses
« racines puissent facilement plonger dans l'humidité. Ces cavités qui por-
« tent le nom de Ghitan (prononcez Ritan) ont parfois 8 à 10 mètres de pro-
« fondeur. On entasse les déblais autour de la cavité, de manière à former un
« bourrelet qu'on consolide au moyen de cristaux de gypse et de feuilles de
« palmiers dans le but de la préserver de l'invasion du sable. »

Pendant l'été, lorsque le vent du Sud et du Nord soufflent avec violence, la plupart des jardins sont envahis par les sables malgré les abris qu'on élève sur la crête des dunes, c'est une sorte de petit muraillage à pierres sèches et garni de branches de palmiers. Les sables qui pénètrent dans les jardins sont enlevés de suite dans des couffins à bras d'hommes et très économiquement. Le pied dans l'eau et la tête dans le feu, ces palmiers du Souf sont dans des conditions exceptionnelles de végétation et produisent des fruits qui passent pour les meilleurs de l'Afrique.

Leurs régimes atteignent souvent 25 kilog. chacun ; on en trouve qui pèsent jusqu'à 50 kilog. Ces dattes sont expédiées sur Tunis.

Dans l'Oued-Rir un bon dattier ne dépasse pas 50 kilog. ; dans l'Oued-Souf on l'échange souvent pour une chamelle.

A l'ombre des dattiers, on cultive des abricotiers, des pêchers, des figuiers, des grenadiers, des plantes potagères, du coton, de la garance et du tabac d'une grande réputation.

Ces produits divers ne peuvent s'obtenir que par l'arrosage, il pleut encore moins dans le Souf que dans l'Oued-Rir.

La richesse de la région de l'Oued-Souf, peut être évaluée ainsi :

	francs.
2 769 maisons.	505 000
4 144 puits.	50 000
151 361 palmiers.	2 540 000
50 000 arbres fruitiers.	50 000

Chaque palmier-dattier produit en moyenne 20 kilog. de fruits valant 0,50 le kilog. Pour 151,361 palmiers, c'est un produit total de 1,543,610 francs.

Les habitants du Souf ne font de commerce qu'avec les Tunisiens.

Les oasis de l'Oued-Rir en 1856 et 1880 sont décrites par M. Jus dans une brochure imprimée pleine de renseignements intéressants sur la partie occidentale du Sahara de Constantine; on y trouve un tableau complet des forages artésiens exécutés de 1856 à 1881. On y a marqué l'altitude au-dessus de la mer de quelques régions des cercles de Batna et de Biskra, les coordonnées géographiques des principaux points situés dans le Sud du département de Constantine, les classifications des eaux de Batna et de Biskra avec l'indication du poids total des sels par kilogramme d'eau, enfin, les différents itinéraires à suivre dans cette partie du Sahara avec l'indication des distances kilométriques pour se rendre d'un point à un autre.

La première partie de la brochure donne des détails sur la culture du palmier, détails empruntés à un Mémoire de M. Charles Martin, professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

D'après ce savant, la négligence apportée par les Arabes dans l'assainissement des terrains marécageux situés au-dessous des oasis donne lieu à des fièvres qui déciment cruellement ces populations imprévoyantes. A propos du dattier, M. Charles Martin fait remarquer que cet arbre nourricier du désert, qui demande de très hautes températures (45 à 50 degrés) pour la maturité de ses fruits, supporte cependant sans souffrir un froid nocturne de 6 degrés au-dessous de zéro. Il prospère à Tougourt et à Ouargla où des années entières se passent sans qu'il tombe une goutte d'eau; il suffit qu'on l'arrose avec des eaux saumâtres qui seraient mortelles pour les autres végétaux. Il reste vert quand tout autour de lui se torréfie, résistant aux vents qui courbent jusqu'à terre sa tête flexible. La tête du palmier s'élève environ à 15 mètres au-dessus du sol. On cultive sous les palmiers, le figuier, le grenadier, l'abri-

cotier, quelquefois la vigne, l'olivier, plus rarement le pêcher, le poirier et l'abricotier.

Les légumes sont communément cultivés pendant l'hiver ; ce sont les navets, les choux, les oignons, les carottes, le piment, les potirons, les courges et les pastèques. On y voit, en outre, de petits carrés de luzerne. Le blé et l'orge se cultivent aussi dans les clairières des oasis ou dans les terres fraîches qui sont les plus rapprochées.

Je passe les détails historiques concernant Tougourt et les expéditions qui ont précédé la conquête de cette partie du Sahara par les armées françaises.

La comparaison des oasis de l'Oued-Rir en 1856 avec celles de 1880 démontre que dans cet intervalle, par suite du développement des moyens d'arrosage, ces oasis sont passées d'une valeur de 1,654,000 à 5,549,018 francs.

Un tableau indique la moyenne d'irrigation par minute et par palmier pour 30 oasis avec la comparaison des quantités d'eau dépensées en 1856 et 1880.

M. Jus a remarqué que le palmier dont la moyenne d'irrigation était de 0 litre 30 à 0,33 était vigoureux et d'un rapport supérieur à celui dont la moyenne était au-dessous de ces chiffres ; que le palmier dont la moyenne était de 0,40 à 0,50 était d'une vigueur exceptionnelle et d'un rapport supérieur de 20 pour 100 sur ceux dont la moyenne n'était que de 0 litre 30 à 0,33.

Quand la moyenne d'irrigation atteint 0,40 à 0,50, on a des arbres très vigoureux, et de plus toute la terre des jardins peut être cultivée en céréales.

Suivent d'autres tableaux résumant les travaux de sondages exécutés en 1879-80 à Batna et dans les oasis de l'Oued-Rir. On y indique la profondeur du sondage, le diamètre final des puits, le nombre de nappes ascendantes ou jaillissantes rencontrées, le débit total des nappes ascendantes (à l'heure), la qualité des eaux et les endroits où les sondages ont été effectués, la température de l'ensemble des nappes, la moyenne d'avancement par séance de vingt-quatre heures de travail, la dépense totale d'exécution, le prix de revient du mètre courant de forage tubé.

Un autre tableau indique le nombre de palmiers par oasis, le débit total de l'irrigation en 1879 et en 1880 (par minute) et la moyenne d'irrigation par minute et par palmier en 1879 et 1880.

De 1856 à 1880 on a exécuté dans le département de Constantine :

1° 179 recherches d'eaux jaillissantes représentant une longueur forée de 15,035^m,99 qui ont fourni 224 nappes ascendantes et 330 jaillissantes débitant ensemble 175,757 litres par minute, desquels on a capté 160,288 litres.

2° 297 recherches d'eaux ascendantes représentant une longueur forée de 5,931^m,74 qui ont fourni 225 nappes potables et 37 saumâtres.

Au 1^{er} juin 1880, la profondeur totale forée dans le département, représentait donc une longueur de 20^m,957^m,73.

Ces sondages ont sauvé de la ruine plusieurs oasis sur le point de s'éteindre et amené la paix à un pays toujours en guerre, avant notre occupation ; de plus, ils ont considérablement augmenté le bien-être matériel des populations.

Les oasis comprises dans la région de Biskra, de l'Oued-Rir, de l'Oued-Souf et Ouargla représentent une valeur foncière de 18,380,564 francs. Ces oasis rapportent annuellement 10,370,315,50 francs de dattes, et 2,315,820 francs de blé, d'orge, de fruits et de légumes.

Les sondages se sont continués en 1881 sous la direction de M. Jus sur d'autres points du département de Constantine. Au 10 juillet 1881, la profondeur totale forée dans le département représentait une longueur de 22^m,044^m,7.

A ces Notices fort intéressantes M. Jus a joint des cartes où sont marqués tous les points de sondages avec des couleurs distinctes suivant les résultats obtenus, et des photographies qui représentent les poissons, les crustacés et les coquilles qui vivent dans les eaux ascendantes et jaillissantes de cette partie du Sahara.

Votre comité d'agriculture attachant une très grande importance aux travaux dirigés par M. Jus, et aux renseignements consignés dans les Notices qu'il a transmises à la Société d'encouragement, vous propose de le remercier de sa très intéressante communication et d'insérer le présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : BOITEL, Rapporteur.

Approuvé en séance, le 28 avril 1882.

NÉCROLOGIE.

DISCOURS PRONONCÉ SUR LA TOMBE DE M. DUTERTRE, DIRECTEUR DE L'ÉCOLE D'AGRICULTURE DE GRIGNON, PAR M. J.-A. BARRAL, SECRÉTAIRE PERPÉTUEL DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE D'AGRICULTURE DE FRANCE, AU NOM DE CETTE SOCIÉTÉ.

Messieurs, la consternation a été presque indescriptible lorsque tout d'un coup ce bruit se répandit : Une attaque d'apoplexie vient d'enlever M. Dutertre en quelques minutes. Ce fut une profonde douleur, non seulement parmi ses parents et ses amis les plus intimes, mais encore parmi ses confrères, ses élèves, ceux qui le secondaient ou le servaient, parmi les cultivateurs ses voisins et, de proche en proche, parmi les agriculteurs de tous les pays. Il avait un cœur si bon, une âme si généreuse et si dévouée, qu'il s'emparait aussitôt de tous ceux qui entraient en communication avec lui. Il était l'homme auquel on s'attache par l'effet d'une sorte d'attraction vers un foyer où les affections se concentrent. Durant les jours qui ont précédé l'heure cruelle qui l'a anéanti, il se montrait si plein de vie, si rayonnant d'espoir, si rempli de projets pour l'avenir, après avoir été par deux fois courbé par de douloureux accidents, que cette nouvelle sonnant comme un glas funèbre : *Dutertre est mort*, ne pouvait être crue. Il fallait qu'on la répétât pour qu'il y fût enfin ajouté foi. Et encore aujourd'hui, après avoir suivi le cortège funèbre qui nous a conduits au bord de cette tombe prête à se refermer, nous nous disons que le malheur qui est si fatalement vrai, eût dû être impossible. Un homme si essentiellement bon eût mérité une longue vie, bienfait, non pas pour lui peut-être, mais pour l'agriculture, et pour cette Ecole dont il a grandi la renommée et assuré la prospérité.

Charles-Florent Dutertre était né à Boulogne, dans le Pas-de-Calais, le 26 juillet 1828 ; son père était pharmacien dans cette ville ; il avait épousé la sœur d'Auguste Yvart.

Il fut élevé au lycée de Boulogne et y fit de bonnes études ; il devint de bonne heure bachelier ès lettres. Mais, neveu des Yvart et appartenant ainsi à une famille dont l'illustration était due à l'agriculture et à l'élevage du bétail, il avait compris que c'était pour lui un devoir de se livrer à des études complètes sur les choses rurales. Il entre à Grignon dont il devient un des élèves les plus distingués. Cela ne pouvait encore lui suffire. Il se fait régisseur intéressé du domaine de Charentonneau, près d'Alfort, et il suit

comme élève libre, jusque vers la fin de 1852, les cours de l'Ecole vétérinaire.

Notre ancien confrère, Auguste Yvart, lui avait communiqué ses profondes connaissances sur les animaux domestiques et particulièrement sur ceux de l'espèce ovine. Il est des choses qu'on n'apprend pas dans les écoles, ni même dans les fermes. Il faut avoir des aptitudes particulières pour y devenir un maître; il faut aussi avoir été initié par un maître à la méthode expérimentale appliquée à l'étude de l'économie animale. Cela était particulièrement vrai dans un temps où la zootechnie n'avait pas encore trouvé son formulaire scientifique et n'avait ni vérifié ni même établi les lois de la reproduction des qualités du bétail. Dutertre avait le coup d'œil, il eut rapidement la science. Déjà, dans les soins qu'il avait donnés au troupeau dishley-mérinos de Charentonneau, il avait montré une grande sûreté de jugement dans la solution de toutes les questions relatives à l'élevage. Aussi était-il appelé, dès le 17 octobre 1852, à diriger la bergerie nationale de Montcavrel; il éleva très haut la réputation du troupeau qu'il y forma, et son autorité ne fit que s'accroître, en devenant universelle, lorsque, en 1859, il eut à créer la bergerie du Haut-Tingry qu'il dirigea jusqu'en 1871, c'est-à-dire jusqu'au moment où il fut désigné pour prendre à l'Ecole d'agriculture de Grignon la succession des deux Bella.

Il était bien digne de remplir ce nouveau poste. Vous tous, vous l'avez vu à l'œuvre, et vous avez apprécié à la fois sa bonté et sa fermeté dans la conduite des jeunes gens, difficiles à mener quand le tact manque chez les chefs, toujours sensibles aux bons procédés, aux sentiments de justice, et aimant, en fin de compte, à obéir à celui qui sait bien commander et qui a donné les preuves d'une autorité fondée sur la science et l'expérience. Dutertre, d'ailleurs, eut toujours l'excellent esprit de montrer aux élèves son propre respect pour ses prédécesseurs. En donnant des marques de piété envers la mémoire d'Auguste Bella, le fondateur de Grignon, et des preuves d'affection à François Bella, le second directeur de l'Ecole, il savait rendre justice au passé et assurer à son propre gouvernement de la jeunesse un succès qui, tous les ans, s'accroissait pour le grand avantage de l'agriculture française. Beaucoup, quand ils arrivent au pouvoir, ne cherchent qu'à innover, en courant le risque de tout compromettre; Dutertre a eu le mérite de continuer en améliorant.

La République sut apprécier le directeur de Grignon. Il fut successivement inspecteur général-adjoint de l'agriculture en 1864, chevalier de la Légion

d'honneur en 1869, inspecteur général de l'agriculture et des bergeries de l'Etat en 1875. Il fut d'ailleurs envoyé comme membre de jurys, en Angleterre, en Autriche, dans les diverses Expositions internationales de bétail où l'appelait la grande notoriété attachée à son nom.

La Société nationale d'agriculture, au nom de laquelle je paye à sa mémoire en ce moment un tribut de profonds regrets, l'avait nommé correspondant en 1863 ; elle l'a appelé en 1880 à remplir une place de membre associé national vacante dans la Section d'économie des animaux, pour rendre hommage à ses connaissances exceptionnelles dans cette branche spéciale de l'activité agricole. La Société d'encouragement pour l'industrie nationale l'avait élu en 1876 membre de son Conseil d'administration dans le Comité d'agriculture. Plusieurs gouvernements étrangers et un grand nombre d'associations agricoles de tous les pays lui avaient envoyé des témoignages d'estime et de reconnaissance pour les services qu'il rendait sans cesse et aux hommes et aux choses de l'agriculture.

Quelle merveilleuse et féconde activité il déployait dans l'accomplissement de ses nombreux devoirs ! Mais combien surtout il manifestait la promptitude de son intelligence et la solidité de ses connaissances, lorsqu'il était au milieu des béliers ou des brebis, les palpant, les mesurant, les jugeant avec précision jusque dans leurs générations futures, et annonçant les résultats qu'on en obtiendrait ; l'avenir venait plus tard vérifier ses prédictions. Dutertre, revêtu d'un long tablier blanc, de ses mains maniant un bélier et disant sa valeur, c'est un tableau que n'oublieront jamais ceux qui l'ont rencontré dans des bergeries ou dans les nombreux concours où l'on estimait ses avis à un haut degré. Tous les éleveurs recherchaient ses appréciations pour y trouver des guides certains.

J'ai eu le bonheur de connaître Dutertre dès ses débuts dans la vie agricole. Durant plus de trente années, je l'ai vu à l'œuvre. Je ne suis que l'écho de l'opinion unanime des cultivateurs en proclamant la droiture, la générosité, la loyauté et même la bravoure chevaleresque de son caractère. Il n'hésitait pas à se compromettre au besoin pour servir la vérité et la liberté sans laquelle la vérité ne peut s'asseoir. Et en même temps, comme il était affectueux pour ses amis, pour les siens, pour tous ceux qui l'approchaient ! Nous le pleurons, et la douleur de tous sera peut-être, nous en avons le plus sincère désir, une consolation suprême pour sa digne compagne qu'il associait à ses travaux, à ses aspirations vers le bien, et qui le secondait avec tant de charme et de dévouement.

De tout ce passé heureux, dont on était en droit d'espérer un long prolongement, il ne reste plus, hélas ! que le souvenir. Sans doute, ce souvenir vivra dans cette Ecole, berceau de nombreuses générations de cultivateurs reconnaissants envers un maître aimé. Mais la mort, toujours dure, a été cette fois trop dure et trop cruelle ; elle a frappé sans avertir. Nos adieux courent inutiles à travers les airs, emportés par le vent. Il était là, il n'est plus. Néant du bonheur, néant des jouissances de ce monde ! Faut-il ajouter encore néant de la science ? Je ne puis m'y résoudre, et je dis à l'ami qui est parti : Tout n'est pas néant, puisque tu as fait le bien pendant ta vie et puisque tu as cherché la science. Adieu donc, cher confrère et ami, quel que soit le secret du rôle de l'humanité sur cette terre et dans l'infini de l'univers !

NÉCROLOGIE.

DISCOURS PRONONCÉ AUX OBSÈQUES DE M. FRANÇOIS BELLA, ANCIEN DIRECTEUR DE L'ÉCOLE D'AGRICULTURE DE GRIGNON, PAR M. J.-A. BARRAL, SECRÉTAIRE PERPÉTUEL DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE D'AGRICULTURE, AU NOM DE CETTE SOCIÉTÉ.

Messieurs, le cimetière de Thiverval devient de plus en plus une terre sainte pour les amis de l'agriculture. C'est, coup sur coup, qu'ils y sont appelés pour rendre les derniers devoirs à des hommes dont la juste renommée a été fondée entièrement sur un dévouement complet aux progrès du labourage, en prenant ce mot comme l'expression la plus haute du grand art de la production de la subsistance de l'homme. Voici trois fois que, courbés sous l'affliction, nous venons ici saluer des confrères aimés, au moment de leur descente dans la terre : Auguste Bella, Dutertre, François Bella, noms désormais unis dans la mort, sous le drapeau de Grignon qui, à mesure qu'il devient plus glorieux, compte un plus grand nombre de deuils, comme c'est la loi dans ce monde.

Louis-François Bella naquit à Chambéry en 1812. Son père était alors voué à la carrière des armes, mais il se préparait à donner une impulsion qu'il sentait nécessaire aux affaires agricoles. La France avait besoin que ses cultivateurs fussent débarrassés des ténèbres de l'ignorance. Déjà de grands efforts avaient été faits par la science pour dégager les causes immédiates

des phénomènes multiples de la production des champs et des étables. On apercevait ce qu'il fallait faire pour transformer la routine par des progrès féconds. Mais il importait encore de gagner les cultivateurs eux-mêmes aux nouveautés tenues en méfiance dans les campagnes. Un seul moyen d'action : l'instruction. Mathieu de Dombasle à Roville, Auguste Bella à Grignon, créèrent les premiers foyers de lumière.

On était en 1827, lorsque Bella père vint dans ces contrées en amenant avec lui ses jeunes enfants. Les commencements de cette glorieuse maison de Grignon ont été difficiles. François Bella y prit l'habitude de se méfier de tous les programmes, de critiquer longtemps, avant d'adopter. Il perfectionna d'ailleurs son instruction à l'École centrale des arts et manufactures, où de fortes études achevèrent d'en faire un digne collaborateur de l'œuvre entreprise sous la direction d'Auguste Bella par la Société agronomique de Grignon. Il est juste de rappeler ce fait historique que Grignon a été créé par l'initiative collective d'hommes dévoués aux choses rurales, avant de devenir une grande école adoptée enfin par le Gouvernement.

En 1869, la Société agronomique de Grignon était arrivée au terme des quarante ans pour lesquels elle avait été créée ; le rôle exclusif de l'État allait commencer. La direction de l'École et de la ferme devaient changer de main. Mais le Conseil d'administration de la Société agronomique a tenu à donner alors aux deux Bella un témoignage de haute satisfaction en confiant à M. de Dampierre le soin de dire combien la liquidation de l'entreprise faisait d'honneur à ses promoteurs et à ses directeurs. En ce qui concerne celui auquel nous rendons en ce moment les derniers devoirs, M. de Dampierre s'est exprimé dans des termes constituant le plus honorable témoignage du respect qu'il mérite :

« M. François Bella, dit le rapporteur de la Commission de liquidation, « succéda à son père en 1856, et, pénétré des mêmes idées que lui, élevé « dans l'amour et le légitime orgueil de Grignon, il a consacré à sa direction « un dévouement sans bornes. Ses préoccupations constantes ont été la réa- « lisation des promesses de son père et l'heureuse liquidation de l'entre- « prise, double but qu'il a toujours considéré, avec raison, comme l'hon- « neur de sa famille. A la dernière heure, les mécomptes ne lui ont pas « manqué ; il a puisé dans sa piété filiale la force de surmonter tous les « obstacles. »

En quittant Grignon, en 1869, François Bella entra comme administrateur délégué pour la direction des fermes à la Compagnie générale des omni-

bus. Dans cette grande Compagnie, il rendit des services considérables, en sa qualité d'agriculteur profondément versé dans tout ce qui concerne l'alimentation et la conduite des animaux domestiques, aussi bien que dans la direction des exploitations rurales.

François Bella succéda aussi, en 1856, à son père dans la Section de grande culture de la Société d'agriculture; il était devenu un de nos doyens. Pendant vingt-six années, nous avons pu constater combien il était dévoué à tout ce qui pouvait rendre notre pays plus prospère, et sa production agricole plus abondante; il a fait de nombreux rapports, et pris part fréquemment à nos délibérations sur la culture des céréales, notamment sur la verse, sur les semis en lignes, sur l'adoption des machines nouvelles, sur l'amélioration du bétail et l'emploi de toutes les matières d'origine animale, sur les divers procédés d'extraction du sucre des betteraves, sur la production fourragère, et particulièrement sur les questions économiques relatives à la prospérité des fermes. Il s'occupait plus particulièrement du sort des fermiers et des propriétaires du Nord; il voyait leur situation sous des couleurs sombres. Nous le disons pour l'en honorer, il faut dans les assemblées des esprits qui discutent et qui s'opposent. Sans la critique, sans l'opposition, ceux qui poussent en avant seraient certainement exposés à faire fausse route.

Lorsque nous émettions quelque idée nouvelle, lorsque nous propositions un système quelconque, nous aimions à nous tourner vers notre ami, car nous étions amis même lorsque nous pensions différemment, et nous aimions à entendre ses objections; nous le provoquions à parler, s'il se taisait. Et nous avons eu profit à l'écouter. D'ailleurs, c'était un homme sûr et dévoué, et ce serait ingratitude de la part du directeur du *Journal de l'agriculture* de ne pas le remercier du concours qu'il lui a constamment donné depuis la fondation de ce recueil. A la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, à l'Association amicale des anciens élèves de Grignon, il se montra le même, d'une assiduité exemplaire, d'un commerce sûr, d'un dévouement éprouvé.

Il avait été promu officier de la Légion d'honneur, lorsqu'il s'était retiré de Grignon et il avait été nommé directeur honoraire de sa chère école. Ces légitimes récompenses n'étaient qu'une marque de l'estime qu'il inspirait. Quant à lui, il allait simplement, sans arrière-pensée, sans rien attendre, il allait où il croyait qu'était le vrai, que se trouvait le bien. Le dire aux bords de cette fosse, est, pour le Secrétaire perpétuel de notre Compagnie, un devoir, pour l'ami un devoir aussi, et puis une tristesse amère : les hommes dont j'ai été

le compagnon durant de longues années disparaissent tour à tour, hélas ! et le vase de la douleur se remplit ! Adieu, François Bella ; tu rejoins ton père. Tous deux, vous avez fait œuvre utile dont l'histoire de l'agriculture se souviendra éternellement.

ASTRONOMIE :

CONFÉRENCE SUR LES PASSAGES DE VÉNUS DEVANT LE SOLEIL

FAITE A LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE, LE 20 MAI 1882,
PAR M. C. WOLF, ASTRONOME DE L'OBSERVATOIRE.

Mesdames, Messieurs,

Le 6 décembre de la présente année 1882 verra se reproduire le passage de Vénus sur le Soleil, qui a déjà été observé par les astronomes le 8 décembre 1874. Après ce passage, il faudra attendre cent vingt-deux ans, c'est-à-dire jusqu'à l'année 2004, avant que pareil phénomène se renouvelle.

Cette date vous dit assez de quelle importance est l'observation du passage de 1882, et quels soins nous devons y apporter pour que nous puissions laisser à nos successeurs une solution nette de cette question : l'observation du passage de Vénus, par tous les moyens dont dispose aujourd'hui l'astronomie, peut-elle utilement servir à déterminer la distance de la Terre au Soleil ?

Depuis que Halley, en 1716, a montré le parti qu'on en peut théoriquement tirer pour cette détermination, trois fois le phénomène s'est reproduit, en 1761 et 1769, au mois de juin, et, en 1874, au mois de décembre ; trois fois il a été observé, avec tout le soin possible, par de nombreux astronomes, disséminés dans les stations les plus favorables et munis des meilleurs instruments que la science et la mécanique ont pu mettre à leur disposition.

Quels ont été les résultats obtenus ? Sont-ils de nature à justifier et les espérances de l'auteur de la méthode et la grandeur des efforts déployés par les astronomes et par les gouvernements ?

Je vais essayer de vous montrer avec impartialité ce qui a été fait et ce que l'on aurait pu faire, et, comparant les résultats obtenus par diverses méthodes, je tâcherai d'en déduire les règles à suivre pour l'observation du prochain passage. Vous verrez que, malgré quelques insuccès, les astronomes de tous les pays, et en particulier ceux de France, ont été en 1874 à la hauteur de leur mission. Vous n'oublierez pas, Messieurs, et la postérité n'oubliera pas que si, à cette époque, la France s'est trouvée prête, malgré les malheurs des temps, si, en 1882, elle va renouveler la même tenta-

tive, avec des moyens plus perfectionnés encore, elle le doit aux efforts de l'illustre Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, Président de la Société d'encouragement, à sa persévérance, que ni les succès partiels, ni l'indifférence ou les résistances même n'ont jamais pu lasser !

Depuis dix ans que les journaux et les revues, même les moins savantes, vous parlent du passage de Vénus, vous êtes familiarisés, Messieurs, avec la théorie du phénomène et ses conséquences. Vous connaissez le but des observations, la manière de les exécuter, vous savez ce qu'on entend par parallaxe du Soleil, et vous appréciez à sa valeur l'intérêt que nous présente la connaissance exacte de la distance de la Terre au Soleil. Moi-même, il y a neuf ans, presque jour pour jour, j'avais l'honneur, dans cette même salle, de parler de ces passages de Vénus devant la Société des Amis des sciences ; et je le faisais avec l'espoir, trop tôt déçu, de pouvoir participer, autrement que par la parole et l'enseignement théorique, au progrès de nos connaissances sur cet important sujet. Je pourrais donc, sans autre préambule, passer immédiatement à l'examen de ce qui a été fait en 1874 ; permettez-moi cependant quelques détails rétrospectifs.

L'astronomie pure peut, par les seules observations des positions des astres dans le ciel, faites dans un observatoire fixe, en déterminer les mouvements et construire le plan de l'univers ; j'entends par là qu'elle peut sur ce plan poser chaque astre dans sa position relative, qu'elle peut tracer l'orbite de chaque astre avec sa grandeur et dans sa position relatives. Mais, c'est un plan sans échelle, par conséquent incomplet ; et, pour le compléter, il faut, à côté de l'astronomie d'observation et de la mécanique céleste, une autre science qui s'occupe de mesurer l'univers avec une unité connue. Dès que Kepler et Newton eurent fixé les lois des mouvements des astres, les astronomes sentirent le besoin d'en déterminer les distances *absolues* ; et cette détermination fut, au ^{xvii}^e et au ^{xviii}^e siècle, la principale préoccupation des astronomes français et de l'ancienne Académie des sciences.

On a beaucoup reproché à nos prédécesseurs d'avoir laissé aux Anglais la gloire de bâtir ce qu'on appelle les fondements de l'astronomie ; Biot et Leverrier surtout se sont faits souvent les échos de ces reproches : les anciens Directeurs de l'Observatoire de Paris n'ont presque pas observé dans l'enceinte de cet établissement ; ils n'ont pas fait les catalogues d'étoiles ni les observations du Soleil et des planètes que les théoriciens d'aujourd'hui sont obligés d'emprunter à Bradley et aux astronomes de l'Observatoire de Greenwich. Cela est vrai, mais ils ont fixé les dimensions de cet édifice céleste dont d'autres étudiaient l'ordonnance ; et ce n'est pas là un mince mérite ni une œuvre de petite importance. Elle a été jugée tout autrement que par Biot et Leverrier, par le plus illustre des astronomes anglais, M. Airy. Celui-ci, dans une leçon qu'il faisait à Ipswich aux ouvriers anglais, leur disait : « Honneur à la France, Messieurs ! c'est à elle que nous devons la mesure de l'univers ; » et, rappelant un mot de

M. Guizot, qui disait, dans ses leçons à la Sorbonne, que la France avait toujours été le pionnier de la civilisation, il ajoutait : « Oui, cette parole est vraie, et elle est vraie surtout en matière de science. »

Pour mesurer l'univers, il fallait mesurer d'abord la Terre ; et, dès ce premier pas, l'intérêt immédiat de l'œuvre apparaissait indéniable.

Voici la carte de France, que les meilleurs géographes traçaient vers 1670, pour l'éducation du Dauphin, fils de Louis XIV, et sur laquelle Sanson, en 1679, apportait les corrections nécessitées par les observations de Messieurs de l'Académie des sciences, treize ans à peine après la fondation de l'Académie, huit ans après la fondation de l'Observatoire. Dans l'ancienne carte de la France, Brest est à plus de quarante lieues dans l'Océan ; Cherbourg est dans la Manche ; toute la côte de la Gascogne est en pleine mer ; à la partie inférieure, Montpellier, Marseille et Toulon sont dans la Méditerranée.

Mais ce n'est là que la moindre utilité des observations des Cassini et de leurs collaborateurs. La Terre, bien mesurée, servait de base pour mesurer l'univers.

Dès 1672, Richer est envoyé à Cayenne pour mesurer la distance de Mars à la Terre ; vous comprenez qu'une seule ligne, mesurée sur le plan de l'univers que l'astronomie a tracé, suffit à déterminer les dimensions de toutes les autres. De 1750 à 1753, l'abbé de Lacaille, au Cap de Bonne-Espérance, mesure un arc de méridien et la distance de la Terre à la Lune. A trois reprises, la triangulation de la France, jointe à des déterminations semblables faites au Pérou, en Laponie et à la pointe australe de l'Afrique, fixent les dimensions et la forme de notre globe par des méthodes qui ont servi de modèles à toutes les opérations récentes, et avec une précision que celles-ci ont peine à dépasser.

Ce n'est pas tout. Au milieu de ces opérations purement géodésiques, devaient survenir, en 1761 et 1769, des passages de Vénus sur le Soleil, et, dès 1716, Halley avait montré le parti qu'on en pouvait tirer pour mesurer la distance de la Terre à ces deux astres.

Qu'est-ce donc qu'un passage de Vénus ? En quoi consiste-t-il ? Oh ! ce n'est pas, Messieurs, un phénomène grandiose comme une éclipse totale de Soleil, comme celle qu'on a observée il y a quelques jours en Égypte et qui a déjà donné de si beaux résultats. Non ; le passage de Vénus sur le Soleil, vous allez le voir. Sur ce disque qui vous représente la surface même du Soleil, nous apercevons subitement, en un point de son contour, une encoche formée par un petit corps noir qui s'avance, qui marche progressivement ; l'encoche croît de plus en plus. Le moment où elle a paru, c'est celui du premier contact extérieur. Puis, ce corps noir avance de plus en plus : c'est Vénus qui va passer sur le Soleil. Bientôt le bord de la planète se détache du bord du Soleil, c'est le moment du premier contact intérieur ; puis elle continue sa marche en ligne droite et met de quatre à six heures pour traverser le disque entier du Soleil ; nous ne la ferons par conséquent pas marcher avec cette lenteur.

Au bout de cinq ou six heures, elle atteint l'autre côté; le bord noir de Vénus va toucher le bord du Soleil, se confondre avec lui, c'est le deuxième contact intérieur; puis Vénus, continuant à marcher, finira par disparaître; la dernière petite encoche s'effacera, et nous aurons le second contact extérieur. Voilà tout le phénomène; vous en pourrez voir la première moitié le 6 décembre prochain, à partir de deux heures six minutes trente-six secondes du soir.

Comment, de là, pouvons-nous déduire la distance de la Terre au Soleil?

La figure que vous avez sous les yeux représente une portion de ce plan de l'univers

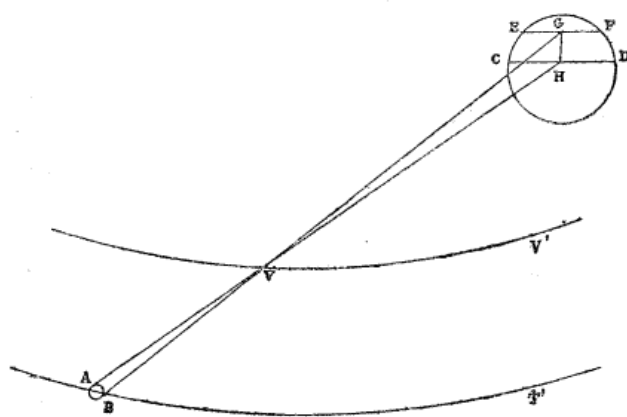


Fig. 1.

vers dont je vous parlais tout à l'heure; c'est une portion qui comprend la Terre, Vénus et le Soleil.

Pendant le passage, un observateur, placé au centre de la Terre, verrait le centre de Vénus parcourir une corde du disque solaire; et nous savons que le rayon qui, passant par le centre de la Terre et celui de Vénus, va tracer cette corde sur le So-

leil, est coupé par le centre de Vénus en deux parties qui sont entre elles dans le rapport de 28 à 72. Plaçons deux observateurs aux extrémités du diamètre terrestre perpendiculaire à cette ligne des centres. L'un d'eux A (fig. 1) verra la planète parcourir une corde CD différente de la première, l'autre B verra la planète parcourir une troisième corde EF, et la distance GH de ces deux cordes extrêmes sera la représentation du diamètre terrestre AB, agrandi dans le rapport de 28 à 72 (1 à 2,5). Si cette distance était peinte sur la surface du Soleil, un observateur terrestre y verrait donc une grandeur absolue égale à cinq fois le rayon de la Terre, et il la verrait à la distance à laquelle est le Soleil: l'angle sous lequel il la verrait serait donc cinq fois la parallaxe du Soleil.

Pouvons-nous mesurer cet angle, nous aurons la parallaxe cherchée. Or, pour cela il faudra, en chaque lieu d'observation, mesurer avec des micromètres convenables la distance de la corde parcourue au centre du Soleil; ou bien nous pourrions, pendant toute la durée du passage, prendre des images photographiques du Soleil, rapporter sur l'une d'elles toutes les positions successives de Vénus que présentent toutes les autres épreuves, y tracer les deux cordes et en mesurer la distance. Voilà déjà deux procédés de mesure, qui seront d'un haut degré d'exactitude, puisque nous mesurerons un multiple de la quantité cherchée.

La méthode de Halley est plus simple, et elle introduit dans le procédé de mesure,

en le simplifiant, un degré plus haut encore d'approximation. La longueur de la corde parcourue en apparence sur le disque solaire par le centre de la planète dépend de la distance de la corde au centre du Soleil. Donc, la différence de longueur des deux cordes dépend de la différence de leurs distances au centre; à la mesure de la distance des cordes, nous pouvons donc substituer la mesure de la différence de leurs longueurs. Mais le mouvement de Vénus sur chacune d'elles est uniforme, les temps employés à les parcourir sont proportionnels à leurs longueurs; si l'une est parcourue en quatre heures, l'autre en quatre heures vingt minutes, cette différence de vingt minutes est la mesure proportionnelle de leur différence de longueur. Vous le voyez, l'observateur n'a plus à s'embarrasser d'appareils micrométriques: une lunette et une horloge, voilà tout le bagage dont il a besoin. Si les deux observateurs placés aux extrémités d'un diamètre terrestre parviennent à déterminer à une seconde près la durée du passage en chaque lieu, la différence des durées sera connue à $\frac{4}{2000}$ près, d'où la parallaxe solaire avec une précision de $\frac{4}{2000}$.

Il est vrai qu'en 1882 la différence ne sera pas aussi grande; elle pourra s'élever tout au plus à 15 minutes, entre les observateurs placés au détroit de Magellan et ceux qui se trouveront au-dessus de New-York. Mais, si les observations sont suffisamment précises, cette différence déjà assez considérable d'un quart d'heure, pourra nous donner encore une assez grande approximation.

Telle était la méthode, dite des contacts, préconisée par Halley en 1716. Plus tard, un astronome français, de l'Isle, a montré qu'il n'était pas nécessaire d'observer les deux contacts extrêmes, c'est-à-dire la longueur même de la corde, mais qu'il suffisait de déterminer la différence des temps auxquels Vénus entre sur le Soleil ou en sort, en deux points de la surface de la Terre dont la différence de longitude est bien connue. C'est une seconde méthode des contacts que nous réunirons à la première.

Les observateurs de 1761 et de 1769 ont employé la méthode de Halley, celle de de l'Isle et quelques-uns firent des mesures micrométriques. Je ne vous rappellerai pas aujourd'hui les noms de ces observateurs, les fatigues et les dangers qu'ils eurent à affronter, la mort lamentable de plusieurs d'entre eux. J'ai hâte d'arriver au passage de 1874 et de vous présenter les observateurs de ce passage, dont plusieurs me font l'honneur de m'écouter et qui, plus heureux que leurs devanciers, nous sont tous revenus sains et saufs, prêts à braver les périls d'une nouvelle expédition.

Nos missionnaires étaient outillés pour les trois méthodes d'observation dont je vous ai parlé. Les stations françaises avaient de grandes lunettes, les unes de 21 centimètres, les autres de 16 centimètres d'ouverture; ces lunettes étaient montées équatorialement, c'est-à-dire qu'elles pouvaient se mouvoir autour d'un axe de manière à suivre, une fois dirigées sur un astre, le mouvement de celui-ci pendant sa course diurne. A l'aide de ces lunettes, munies d'un simple oculaire, et des appareils nécessaires pour regarder le Soleil sans que sa lumière blesse l'œil, nous pouvons observer

les contacts. Il suffit ensuite de munir cette lunette, à son extrémité oculaire, d'un appareil que les astronomes appellent un micromètre ; pour appliquer la seconde méthode, c'est-à-dire mesurer la distance de Vénus aux bords du Soleil pendant toute la durée du passage.

Voici enfin l'appareil au moyen duquel, dans toutes les stations françaises, ont été prises les photographies : c'est une grande lunette d'à peu près 4 mètres de long, pouvant, par conséquent, donner des images du Soleil de 36 millimètres de diamètre ; l'objectif doit être achromatisé pour les rayons chimiques. Comme la lunette est très longue et qu'il eût été difficile de construire un pied qui pût la porter, de façon à ce qu'elle fût à l'abri de toute agitation, on l'a placée horizontalement sur deux piliers fixes et en avant, à une certaine distance, on a placé un miroir absolument plan. Foucault nous a appris à tailler de pareils miroirs. Ce miroir est argenté sur sa surface extérieure, de sorte qu'il réfléchit, sur la lunette, la lumière qui vient tomber sur sa surface. Ce miroir pouvant se déplacer, la lunette regarde successivement tous les points du ciel où se trouve successivement le Soleil. L'image de celui-ci vient se former au foyer de l'objectif ; c'est là que se trouve fixée la boîte dans laquelle on place les plaques sensibles. C'étaient des plaques argentées et sensibilisées par le procédé de Daguerre ; l'image daguerrienne est d'une finesse beaucoup plus grande que l'image obtenue sur collodion humide ou sec ; et la sensibilité est encore telle qu'il suffit d'une pose extrêmement courte, moins d'un centième de seconde, pour que le Soleil imprime une image bien venue. On pouvait donc espérer, malgré le petit diamètre du disque solaire, obtenir des épreuves assez nettes pour se prêter aux mesures qu'elles devaient supporter à leur retour.

Outre ces deux appareils, équatorial et lunette photographique, chaque station était pourvue d'un cercle méridien, d'une horloge et des chronomètres nécessaires pour déterminer la longitude et la latitude du lieu d'observation. C'était un observatoire complet, plus complet même que beaucoup d'observatoires fixes, que nos missionnaires avaient à transporter, souvent par des routes et des mers dangereuses, et à installer en quelques jours, parfois sur des îlots déserts, au milieu des difficultés de tout genre que leur suscitaient la nature du sol et l'inclémence du ciel.

Les Anglais avaient aussi des lunettes parallactiques, mais de petite ouverture — elles n'avaient pas plus de 5 pouces anglais — et des appareils photographiques, mais très différents des nôtres. C'était des lunettes de petites dimensions, avec monture équatoriale, dans lesquelles l'image du Soleil était reprise et agrandie par un oculaire spécial avant de tomber sur la plaque sensible. Celle-ci était revêtue de collodion sec d'après des procédés longuement étudiés par le capitaine Abney.

Les Allemands et les Russes, en outre des lunettes pour l'observation des contacts, et des appareils photographiques semblables à ceux des Anglais, possédaient encore des *héliomètres* : ce sont des lunettes d'une construction particulière, très propres à la mesure du diamètre entier du Soleil et des positions successivement occupées par

Vénus sur le disque de cet astre. Ils s'attachaient donc surtout à la méthode des mesures micrométriques.

Les Américains, au contraire, mettaient presque toute leur confiance dans l'emploi de la photographie, et ils s'étaient outillés d'une manière absolument différente des autres, un peu comme nous, mais, je puis le dire dès à présent, mieux que nous. Ils se servaient, comme nous, d'un miroir plan, espèce d'héliostat réfléchissant la lumière du Soleil et la renvoyant horizontalement dans une direction déterminée sur un objectif photographique, ayant à peu près la même ouverture que les nôtres ; ces objectifs étaient même un peu plus petits, mais ils avaient une distance focale énorme, 12 mètres ; par conséquent, au lieu d'une image de 36 millimètres, ils ont obtenu des images de 11 centimètres de diamètre, et, de plus — c'est là un point très important — ils ont déterminé sur toutes leurs images photographiques ce qu'on appelle l'angle de position de Vénus, c'est-à-dire l'angle que fait la ligne qui passe par le centre du Soleil et de Vénus avec une certaine ligne prise arbitrairement, mais parfaitement déterminée, par exemple la verticale. Cela n'était pas bien difficile ; plusieurs astronomes avaient demandé qu'on le fit avec nos appareils français. Les Américains l'ont fait et vous verrez qu'ils ont eu parfaitement raison.

J'arrive maintenant à la distribution des stations des différents pays sur la surface de la Terre. Voici la carte du passage de Vénus en 1874 ; c'est un planisphère dressé suivant la projection de Mercator. Sur le globe terrestre on a tracé deux grands cercles qui, sur le planisphère, sont représentés par des lignes sinueuses. Ils limitent les régions dans lesquelles on peut voir le phénomène soit partiel, soit entier. L'une de ces lignes, en effet, représente la série des points de la surface de la Terre qui ont le Soleil à leur horizon, soit qu'il se lève, soit qu'il se couche, au moment où Vénus entre sur la surface du Soleil. L'autre cercle représente, au contraire, les points qui ont le Soleil sur leur horizon, soit qu'il se lève, soit qu'il se couche, au moment où Vénus sort de la surface du Soleil ; de telle sorte que, dans l'intervalle que vous voyez teinté en jaune, Vénus était visible au moment de son entrée, mais ne l'était pas au moment de sa sortie, le Soleil étant déjà couché.

Cette zone formait une bande qui commençait au sud de la Terre-de-Feu, et se terminait vers le Kamtschatka ; elle passait tout entière sur l'Océan Pacifique, entre les deux Amériques à l'Est, la Nouvelle-Zélande et le Japon à l'Ouest.

Dans tout l'espace blanc figuré sur la carte on pouvait apercevoir l'entrée de Vénus sur le Soleil et sa sortie, attendu que le phénomène se passait entre le lever et le coucher du Soleil. Cette zone comprenait le Japon, la Chine, l'Indoustan, la Cochinchine et l'Australie, en s'étendant au midi sur l'Océan depuis la Nouvelle-Zélande jusqu'à l'île Bourbon.

Enfin, dans une dernière zone qui s'étendait du Nord du lac Baikal au Sud de la Terre-de-Feu, en couvrant la Sibérie, la mer Noire, la Perse, l'Égypte et l'Arabie, et

la plus grande partie de l'Afrique, ou pouvait voir seulement la sortie; au Soleil levant, Vénus était déjà sur sa surface, elle en sortait avant son coucher.

Les observations, pour être utiles, doivent être faites en des points aussi distants que possible, par des méthodes et avec des instruments identiques. En 1874, aucune entente n'avait été établie entre les divers corps savants sur les moyens d'observation : de là pour chacun d'eux la nécessité d'occuper des stations pouvant se suffire à elles-mêmes et donner des résultats indépendants. Nous retrouverons donc les diverses nations représentées aux deux extrémités de la zone où le phénomène pouvait se voir en entier; et très souvent nous verrons leurs missionnaires réunis en un même lieu, condition évidemment défavorable à la multiplicité des résultats.

Les stations françaises principales étaient au nombre de quatre, deux au Nord, à Pékin et au Japon, deux au Sud, à l'île Saint-Paul et à l'île Campbell. Elles étaient renforcées de deux stations secondaires, destinées à les suppléer en cas d'insuccès, l'une à Saïgon, et l'autre à Nouméa (1).

La mission de Pékin, sous la direction de M. Fleuriat, lieutenant de vaisseau, atteignit heureusement le but de son voyage, malgré les difficultés d'une navigation labo-

(1) Personnel des Missions françaises :

PÉKIN. MM. *Fleuriat*, lieutenant de vaisseau, chef de Mission.

Blarez, lieutenant de vaisseau.

Bellanger, lieutenant de vaisseau.

Lapied, enseigne de vaisseau.

Huet, quartier-maître de timonerie.

JAPON. MM. *Janssen*, membre de l'Institut, chef de Mission.

Tisserand, directeur de l'Observatoire de Toulouse.

Picard, lieutenant de vaisseau.

Delacroix, enseigne de vaisseau.

Chimizou, chargé de la photographie.

SAÏGON. MM. *Héraud*, ingénieur hydrographe, chef de Mission.

Bonifay, enseigne de vaisseau.

NOUMÉA. MM. *André*, astronome adjoint de l'Observatoire de Paris.

Angot, professeur de physique.

CAMPBELL. MM. *Bouquet de la Grye*, ingénieur hydrographe, chef de Mission.

Hatt, ingénieur hydrographe.

Courrejolles, lieutenant de vaisseau.

Filhol, naturaliste du Muséum.

SAINT-PAUL. MM. *Mouchez*, capitaine de vaisseau, chef de Mission.

Turquet de Beauregard, lieutenant de vaisseau.

Rocheport, médecin de la marine.

Cazin, professeur de physique au lycée Fontanes.

Velain, naturaliste (Sorbonne).

De l'Isle, naturaliste (Muséum).

Lantz, naturaliste (Réunion).

rieuse sur le Peiho, fréquemment interrompue par des échouages sans importance, et d'un transport à bras des lourdes caisses d'appareils de Tientsin jusqu'à Pékin par des chemins défoncés. L'établissement de l'observatoire se fit rapidement dans le jardin de la Légation française. En même temps, MM. Fleuriais et Lapied utilisaient leurs rares loisirs au levé du plan de la ville ; grâce à leur travail, mené avec la prudence et l'adresse nécessitées par le caractère soupçonneux des Chinois, je puis mettre sous vos yeux le premier plan exact que nous possédions des trois villes qui constituent la capitale de l'Empire du Ciel.

Non loin de la mission française, sur un terrain loué, s'étaient établis les observateurs Américains, sous la direction de M. Watson, dont la science déplore la perte récente. Dès les premiers jours, les plus cordiales relations s'étaient formées entre les deux missions, et les emplacements des observatoires étaient reliés par une triangulation.

MM. Janssen et Tisserand avaient de leur côté heureusement débarqué à Yokohama, après avoir essuyé dans les mers de la Chine et à Shanghai deux épouvantables typhons, dont le second surtout a été terrible et sera cité, comme celui de Bourbon, dans les Annales maritimes. Pour augmenter les chances de succès, la mission se sépara en deux groupes ; MM. Janssen et Tisserand s'établirent à Nagasaki, sur la colline de Kompira Yama ; cette colline justifia trop bien son nom qui signifie montagne du dieu des tempêtes : par une violente bourrasque, l'équatorial de M. Tisserand fut renversé, son objectif et son micromètre brisés. Heureusement, le mal fut réparé, et les observations de Nagasaki compteront parmi les meilleures. Pendant ce temps, MM. Delacroix et Chimizou s'établissaient à Kobé avec une lunette et un appareil photographique. Une pyramide, élevée à Kompira Yama sur le lieu même de l'observation, consacre le souvenir des observations et rappelle le nom de M. Dumas, l'illustre promoteur de l'entreprise.

Les missions des mers du Sud avaient une tâche plus rude encore à remplir, et devant eux, la perspective peu encourageante d'un insuccès très probable, en raison des conditions climatologiques des îlots sur lesquels elles devaient s'établir. A Campbell, MM. Bouquet de la Grye et Hatt débarquaient sur une plage déserte, dont le sol tourbeux était détrempé par des pluies continuelles. Il fallut faire des déblais énormes, sous des avalanches incessantes de pluie et de neige, pour établir les cabanes des instruments et les logements des observateurs. La persévérance de nos missionnaires eut raison de tous les obstacles : tout un village s'éleva, auxquels les matelots, presque tous bretons, donnèrent le nom de Ker Vénus ; les équatoriaux, les instruments méridiens furent montés et réglés pendant les rares éclaircies ; un marégraphe fut installé sur la côte, et les observations météorologiques, magnétiques et du pendule poursuivies avec la régularité de service d'un observatoire fixe.

Tant et de si vaillants efforts ne furent pas récompensés : le jour même du passage, une pluie torrentielle empêcha toute observation. Mais M. Bouquet de la Grye n'est

pas revenu les mains vides : de beaux Mémoires sur les marées, sur la salure des mers, sur l'intensité de la pesanteur ont été les fruits de son long et périlleux voyage.

Saint-Paul, où devait s'établir la quatrième station française, sous la direction du commandant Mouchez, est une petite île perdue au milieu de l'Océan Indien et d'une forme, vous le voyez, toute particulière. C'est le cratère d'un volcan éteint, dont une des parois s'est effondrée probablement sous l'action des vagues, ouvrant ainsi une porte par laquelle la mer pénètre dans le cratère lui-même qui forme maintenant une rade assez sûre. Mais cette rade est fermée par un seuil de rochers au-dessus desquels les gros bâtiments ne peuvent pas passer; de telle sorte que le navire qui amenait le personnel de la mission avec tous ses instruments dut rester en dehors de la rade. Il fallait traverser ce seuil sur de petits canots pour pouvoir aborder sur le point où l'on voulait disposer l'observatoire. Ce fut un atterrissage d'une difficulté extrême, en raison des gros temps qui ne cessèrent d'assaillir le vaisseau. Trois de ses ancres sont successivement brisées par la tempête. Il est emporté au large à plus de quarante lieues du point où l'on voulait débarquer, laissant à terre un des observateurs, M. Cazin, seul en compagnie de quelques pêcheurs malgaches. Au bout de trois ou quatre jours, forçant la vapeur et les voiles jusqu'à la limite extrême de résistance des chaudières et des mâts, le commandant Mouchez, par des prodiges d'audace et d'habileté, peut enfin revenir à son point d'observation. En quelques heures, tous les bras aidant à la manœuvre, les énormes caisses d'instruments sont transportées à terre et l'installation de l'observatoire peut commencer. Sur quel terrain et au prix de quelles fatigues, les vues photographiques que je mets sous vos yeux vous en donnent une faible idée.

Enfin les instruments sont en place; pendant que les astronomes règlent leurs appareils et déterminent la position géographique de l'île, MM. Cazin et Rochefort se livrent aux observations météorologiques et de physique du globe. Les naturalistes, M. Velain, de la Sorbonne; M. de l'Isle, du Muséum; M. Lantz, de l'île Bourbon, explorent le rocher et les côtes. La flore n'en est pas riche: il n'y pousse que de hautes herbes analogues à l'alfa d'Afrique. La faune terrestre se réduit à quelques rats, quelques chats sauvages et de nombreux cabris, apportés là par les navires, et à des troupes de pingouins qui sont les maîtres de l'île et dont la familiarité est telle, que les observateurs sont obligés souvent de les écarter à coups de pied. Mais la mer fournit d'abondantes récoltes; le sol trahit son origine volcanique par des sources sulfureuses et chaudes; et nos naturalistes complètent par de curieux échantillons et de nombreuses observations les riches collections d'objets et de faits qu'ils ont déjà recueillies à Aden, à Bourbon, à l'île d'Amsterdam et aux Seychelles.

Enfin le jour du passage arrive: il semble que tout est perdu, l'île Saint-Paul est assaillie par un cyclone qui verse des torrents de pluie. Mais au moment où Vénus entre sur le Soleil, le centre même du cyclone est au-dessus de l'île; et à travers ce trou du ciel, cet *œil de la tempête*, comme l'appelle Victor Hugo, le commandant Mouchez et ses collaborateurs ont l'immense joie de pouvoir observer le phénomène

dans toute sa pureté. Le ciel avait récompensé tant de persévérance et de dévouement ; et quelques mois après, l'Académie, en ouvrant ses portes à M. Mouchez, lui payait, à son tour, la dette que la science avait contractée envers lui.

Les Anglais avaient un bien plus grand nombre de stations. Voulant observer par la méthode de de l'Isle, ils avaient distribué leurs observateurs depuis une extrémité jusqu'à l'autre des zones où l'on pouvait apercevoir soit la sortie, soit l'entrée de Vénus. Il y avait des Anglais en Egypte, et même deux Anglaises, Miss Newton et Mistriss Campbell. Dans l'Inde, où le passage entier était visible, les officiers ingénieurs anglais avaient établi de nombreux observatoires. Les îles Sandwich, où le capitaine Cook avait autrefois, en 1769, observé le passage de Vénus, la Nouvelle-Hollande, pourvue de grands et nombreux observatoires, la Nouvelle-Zélande, la Tasmanie, l'île de Kerguelen, l'île Rodriguez, et enfin l'île Maurice et le Cap, tels étaient les lieux d'observation choisis par les Anglais.

Les Américains occupaient au Sud à peu près les mêmes stations que les Anglais ; au Nord, ils s'étaient élevés beaucoup plus haut, jusqu'en Sibérie, à Pékin, au Japon.

Les Russes s'étaient réservé une région où, seuls, ils pouvaient aller observer : la Sibérie. Rappelez-vous qu'on était au mois de décembre ; les Russes pouvaient seuls braver utilement les froids de ce pays. Leurs stations formaient une longue ligne presque continue, depuis Jassy en Moldavie, à travers la Russie et la Sibérie, jusqu'au Japon. Les Allemands étaient en Egypte, en Perse, en Chine, au Japon, et au Sud, à Kerguelen, Maurice et Auckland ; les Hollandais, à la Réunion ; les Italiens, dans l'Indoustan, et les Mexicains, à Yokohama.

Vous voyez que tous les points accessibles de la zone terrestre où pouvait se voir le passage de Vénus étaient occupés, et souvent par de nombreux observateurs. Malheureusement tous ne furent pas également favorisés. Tandis que presque partout sur les continents, le temps fut beau pendant la durée du passage, les îles du Grand Océan furent presque toutes enveloppées de brume ou inondées de pluie : c'est une circonstance dont on a dû tenir grand compte dans le choix des stations de 1882.

Malgré ces échecs partiels, les résultats obtenus seraient assez nombreux pour qu'il fût possible de les discuter utilement, si tous avaient été publiés. Vous aurez peine à me croire si je vous dis qu'aujourd'hui, sept ans après le retour des observateurs, nous ne sommes pas encore en possession de tous les documents obtenus. C'est là un fait grave et dont a dû se préoccuper la Conférence internationale des astronomes qui s'est réunie l'an dernier à Paris pour discuter les conditions d'observation du prochain passage. On peut espérer qu'il ne se reproduira pas après 1882, mais il n'y aura pas alors le même motif de désirer la publication rapide des résultats. Aujourd'hui, le retard de cette publication nous laisse dans l'inconnu et dans l'incertitude sur plusieurs points importants, au moment où il faudrait prendre une prompt décision pour l'observation du prochain passage. Je vais essayer cependant de résumer l'ensemble des faits rela-

tifs à chacune des méthodes d'observation. Je crois que sur plusieurs points les conclusions sont nettes et faciles à formuler.

En premier lieu, l'observation des contacts intérieurs, faite avec des lunettes de petite ouverture, c'est-à-dire moindre que 16 centimètres, a donné des résultats aussi discordants et aussi sujets à interprétations que ceux des passages observés en 1761 et 1769. L'apparition de phénomènes singuliers, goutte noire, ligament, éclaircissement ou obscurcissement graduel de filet lumineux, entre le bord de Vénus et celui du Soleil, a le plus souvent forcé les observateurs à noter, au lieu d'un instant net et précis pour le contact, plusieurs temps successifs correspondant à des apparences que chacun a décrites à sa manière. Et savez-vous ce qu'il en est résulté ? C'est que lorsque M. Airy, l'illustre directeur de l'Observatoire de Greenwich, a réuni et discuté les observations anglaises, toutes faites avec des lunettes de 5 pouces anglais au maximum, il a dû commencer par tâcher de comprendre ce qu'avait voulu dire chaque observateur, classer les apparences observées et combiner ensuite les temps qui semblaient se rapporter à la même phase du contact. Une première discussion lui a donné pour valeur de la parallaxe solaire le nombre $8'',75$. M. Stone, en discutant les mêmes observations, est arrivé à la valeur $8'',91$; un peu plus tard, M. Airy, par un nouveau calcul, a obtenu $8'',82$, et la capitaine Tupman $8'',84$. Les valeurs déduites des résultats individuels varient de $8'',40$ à $8'',93$.

Vous n'hésitez pas à penser, Messieurs, et à déclarer avec moi que des observations qui, suivant l'interprétation qu'on leur donne, conduisent à des résultats aussi divergents ne peuvent être qu'un embarras et un danger pour la science. A mon sens, toute observation doit être exclue de la discussion finale, si elle ne se résume pas, pour l'instant du contact, en un nombre ferme, que le calculateur ne peut ni interpréter ni modifier suivant des idées préconçues. Mais est-il possible d'obtenir de pareilles observations ?

Les stations françaises avaient été, à ma demande, munies de lunettes de 21 et de 16 centimètres d'ouverture. Eh ! bien, aucune des trois lunettes de 21 centimètres, de Pékin, de Nagasaki et de Saint-Paul, n'a montré ces apparitions de ligament, de goutte noire, ces déformations des bords de Vénus et du Soleil qui rendent impossible l'observation de l'instant des contacts intérieurs. La plupart des lunettes de 16 centimètres ont également montré un phénomène simple et d'apparence presque géométrique. Il paraît donc que l'ouverture de l'objectif joue un grand rôle dans la netteté du phénomène observé. Permettez-moi d'arrêter quelques instants votre attention sur ce point important.

Lorsque la Conférence internationale du passage de Vénus m'a fait l'honneur de m'appeler à prendre part à ses travaux, j'ai été de prime abord frappé de ce fait que, par un accord tacite, personne ne parlait des apparences singulières qui se sont produites au moment des contacts ; personne surtout ne parlait des explications qui en ont été données. La cause de ce silence était bien simple : il y avait, pour ainsi dire,

autant de théories différentes que d'astronomes présents à la réunion. Les uns tenaient pour l'irradiation, c'était, par exemple, M. Stone, le délégué de l'Angleterre ; d'autres, pour la diffraction, comme M. Van der Sande Backhuysen, le représentant de la Hollande ; j'avais moi-même montré que les qualités de l'objectif ont une grande part dans la formation du ligament ; enfin, quelques-uns faisaient intervenir l'atmosphère de Vénus et celle de la Terre. Le silence était donc de rigueur, si l'on ne voulait s'engager dans d'interminables discussions. La Commission a été très prudente. Permettez-moi de ne pas l'être autant ici et de vous dire ce que je pense des phénomènes qui ont accompagné l'observation des contacts en 1874.

On peut les ranger sous quatre chefs principaux : Il y a d'abord les phénomènes qui tiennent à la nature même de l'agent lumineux ; il y a ceux qui ont leur cause dans les défauts des objectifs ; puis, ceux qui tiennent à ce que nous observons à travers notre atmosphère. Il y a enfin les phénomènes qui proviennent de ce que Vénus est entourée d'une atmosphère et de ce que le Soleil a, lui aussi, une atmosphère.

Je n'analyserai pas à fond ces différentes causes ; je vous indiquerai seulement ce qu'elles peuvent produire.

Et d'abord, ce qui tient à la nature de l'agent lumineux ; c'est ce que les théoriciens appellent la diffraction, ce que d'autres appellent d'un autre nom, l'irradiation. En vertu de la nature même de l'agent lumineux, tout objet éclairé que nous regardons avec une lunette ou avec notre œil nous paraît plus grand qu'il n'est réellement ; il est d'autant plus grand qu'il est plus éclairé et qu'il se projette sur un fond moins lumineux. Il est d'autant plus grand que nous le regardons avec une lunette plus petite, de sorte qu'avec une grande lunette il n'est pour ainsi dire pas dilaté. S'il y a un corps noir au milieu de ce corps éclairé, tel que Vénus sur le Soleil, la région du Soleil qui entoure immédiatement Vénus se dilate ; par conséquent, Vénus se rétrécit ; de sorte qu'en raison même de la nature de l'agent lumineux, le Soleil est plus grand qu'il ne l'est et Vénus est plus petite. Il résulte de là qu'au moment où Vénus vient vers les bords du Soleil, le bord de Vénus se relie à celui du Soleil par un ligament noir : l'apparition de ce ligament est donc un phénomène nécessaire. Seulement, ceci n'a lieu d'une façon bien sensible qu'avec les petites lunettes inférieures à 16 centimètres d'ouverture. Dès que l'ouverture est plus grande, les phénomènes de diffraction deviennent presque insensibles ; ils le sont déjà presque avec 16 centimètres, ils le sont tout à fait avec 21 centimètres. Voilà pourquoi nos observateurs, munis de ces grandes lunettes de 21 centimètres d'ouverture, ont vu des contacts absolument exempts de ligament noir.

Maintenant, même avec les grands objectifs, je vous ai dit qu'il pouvait se produire parfois des phénomènes étranges. Cela tiendra à ce que ces objectifs sont affectés d'aberration, c'est-à-dire qu'ils ne font pas bien converger en un même point tous les rayons qui proviennent d'un même point du Soleil ; il en résulte que le disque de Vénus, au lieu d'être uniformément noir sur le fond brillant du Soleil, est lavé de lumière sur

ses bords, et que la lumière du Soleil se répand aussi sur le fond du ciel. Lorsque Vénus se rapproche du bord du Soleil, le filet lumineux qui l'en sépare, privé d'une partie de son éclat, qu'il a déversé à droite et à gauche, s'obscurcit trop rapidement; avant le contact réel, Vénus et le bord du Soleil paraissent réunis par un pont ou ligament noir.

Si l'aberration de l'objectif est très marquée, il arrive que l'astronome non prévenu, au lieu de mettre au point sur le vrai foyer, met au point de manière à voir Vénus parfaitement noire, parfaitement découpée, et également noire partout, sur un Soleil également bien limité. Il pointe alors sur ce plan que les opticiens appellent plan d'aberration minima. Or, ainsi vus, le disque de Vénus est contracté, celui du Soleil dilaté; il en résulte que, quand le Soleil et Vénus viennent à se rapprocher, un ligament noir se produit entre les deux.

L'ensemble de ces faits est aujourd'hui bien connu et universellement admis. La conclusion logique à en tirer, est qu'il ne faut employer à l'observation des contacts que de grands objectifs et des objectifs parfaits.

Mais, avec ces grands objectifs, les images seront encore troublées et compliquées par l'existence de notre atmosphère, de l'atmosphère de Vénus, et, enfin, de l'atmosphère du Soleil.

Il est d'habitude de dire que les phénomènes de contact, tels qu'on les observe dans la méthode de Halley, sont complètement indépendants de la réfraction atmosphérique, c'est-à-dire de la déviation que les rayons lumineux éprouvent en traversant notre atmosphère. Vous trouverez cela écrit dans tous les ouvrages didactiques. Je prétends vous démontrer qu'il n'en est pas ainsi, et cette démonstration nous conduira en même temps à l'explication d'un phénomène très curieux signalé par plusieurs observateurs au siècle dernier et en 1874.

Examinons ce qui se passe au moment du deuxième contact intérieur, lorsque le bord de Vénus, considéré comme un disque opaque, vient intercepter le dernier rayon du filet de lumière qui le séparait du bord du Soleil. Ce rayon, dans le vide interplanétaire, marchant en ligne droite, rase le contour de Vénus, et arrive à notre atmosphère; dès qu'il y a pénétré, il suit une courbe plus ou moins compliquée pour arriver à notre œil. Mais, quelle que soit cette courbe, tant qu'il pourra passer le long du bord de Vénus, le contact n'existera pas pour notre œil; dès qu'il sera intercepté par Vénus, le contact se produira. La réfraction atmosphérique n'intervient donc pas pour altérer les positions respectives du Soleil et de Vénus. Telle est la théorie habituelle.

Mais, à côté de ce rayon, tangent à la fois au Soleil et à Vénus, il en est d'autres, très peu distants, qui passent librement et viennent atteindre la limite supérieure de l'atmosphère, à quelques mètres seulement du point où tombait le premier. Qu'une réfraction anormale vienne à se produire, comme il s'en présente trop souvent dans les observations astronomiques, un de ces rayons peut être ramené dans la lunette et

pénétrer dans l'œil de l'observateur; de sorte qu'après que le contact a eu lieu, une ondulation atmosphérique peut lui ramener de la lumière qui fait disparaître ce contact; une autre ondulation reproduit le contact; une troisième ondulation ramène la lumière, et ainsi de suite.

Cela s'est-il produit?

M. Fleuriais a observé, à Pékin, qu'après le premier contact intérieur, comme avant le deuxième, le filet lumineux qui sépare Vénus du bord du Soleil s'est parsemé d'une série de franges, alternativement noires et brillantes, en mouvement continu et produisant sur l'œil l'effet d'un battement. A mon sens, ces franges ne sont pas autre chose que les alternatives d'ombre et de lumière qui sont amenées successivement dans ce petit espace par des réfractions anormales subies par des rayons encore non arrêtés par le bord de Vénus, et venant tomber sur des points différents des limites de notre atmosphère.

Ces franges sont extrêmement fines, attendu que Vénus est très loin. Si Vénus était sur le Soleil même, il n'y aurait plus rien, puisque la lumière ne passerait plus du tout. Éloignez un peu l'écran opaque, vous aurez des franges très étroites; éloignez davantage, vous aurez des franges plus larges; éloignez plus encore, vous aurez des franges très larges.

Eh bien! ces larges franges, on les a vues, on les connaît; elles se produisent dans les éclipses totales de Soleil. Au moment où la Lune passant devant le Soleil, finit par l'éclipser totalement, l'observateur voit s'avancer dans le ciel comme une colonne d'obscurité qui fond sur lui avec une rapidité foudroyante, et, devant elle, marchent en frémissant des ondes alternativement noires et brillantes, que presque tous les observateurs ont décrites, mais que personne n'a expliquées.

Pour moi, ces franges ne sont pas autre chose que l'agrandissement de celles qu'a vues M. Fleuriais dans ses observations de Pékin.

L'explication que je propose offre donc ce caractère essentiel d'une bonne hypothèse : celui de réunir, en les rattachant à une même cause, des phénomènes jusque-là inexpliqués et distincts. Je ferai remarquer encore qu'elle rapproche l'apparition des franges de Vénus et de la Lune de la scintillation des étoiles, qu'on explique aujourd'hui par un mécanisme tout semblable.

Mais il en résulte une conséquence d'un haut intérêt pour l'observation des contacts. Les ondulations atmosphériques font apparaître et disparaître le contact intérieur pendant un certain temps avant et après le moment du contact réel : quel instant l'observateur devra-t-il noter? Et je ne fais pas, en parlant ainsi, une hypothèse pure : pendant que M. Fleuriais remarquait les franges tremblotantes sur le filet lumineux, M. Lapied prenait, coup sur coup, des photographies du Soleil. Or, sur une de ces images, le contact a eu lieu; Vénus, en sortant, a déjà mordu le bord du Soleil; sur la plaque suivante, le contact n'existe pas, Vénus semble avoir rétrogradé!

Nous sommes donc en face d'une cause d'erreur, non signalée jusqu'ici, dans l'ap-

plication de la méthode de Halley à la détermination de la parallaxe solaire. Tant que l'on a cru l'observation des contacts affranchie de l'influence de la réfraction atmosphérique, une telle observation, bien faite, avec un instrument parfait, avait par elle-même une haute valeur; deux observations semblables, faites en deux stations éloignées, devaient suffire à donner une bonne valeur de la parallaxe solaire. Vous voyez qu'il n'en est rien : l'observation des contacts est, comme toutes les autres observations astronomiques, entachée d'une erreur de réfraction. Cette erreur, comme partout ailleurs, ne peut être éliminée que par la répétition des mesures; et comme le contact ne se reproduit pas, nous n'avons d'autre ressource que d'en multiplier les observations, en des stations différentes, mais avec des instruments identiques. En 1874, nous n'avions que quatre équatoriaux de 21 centimètres, pouvant donner de bonnes images exemptes des phénomènes perturbateurs qui sont la conséquence de l'emploi des petits objectifs. Trois seulement ont pu être utilement employés; nous n'avons donc que trois bonnes observations de contact; après ce que je viens de vous dire, vous ne pouvez vous étonner qu'on n'en puisse déduire une valeur de la parallaxe solaire.

Nous avons maintenant à parler de l'influence des atmosphères de Vénus et du Soleil.

Vénus est une planète assez semblable à la Terre; elle doit avoir, elle a une atmosphère. Quel en sera l'effet pendant le passage de la planète sur le Soleil? Cet effet a été vu par beaucoup d'observateurs, par aucun aussi bien que par M. Mouchez, qui observait, je vous l'ai dit, au centre d'un cyclone, par conséquent dans un ciel d'une admirable pureté. Je mets sous vos yeux le dessin qu'il a donné de Vénus quelques minutes après qu'elle a commencé à entrer sur le Soleil. Le disque entier de Vénus, dont la moitié environ est encore en dehors du Soleil, est rendu visible par une pâle auréole, plus brillante près du Soleil, et surtout du côté droit, que vers le sommet de la planète; le corps de la planète est très sensiblement plus noir que le fond du ciel sur lequel il se projette. L'auréole elle-même est composée de deux parties, un anneau extrêmement mince et très brillant bordant immédiatement la planète et tout autour une lueur pâle de deux à quatre secondes de largeur.

L'anneau brillant et mince a une origine bien connue. Il a été vu à plusieurs reprises autour de Vénus, lorsqu'elle est au voisinage du Soleil à sa conjonction inférieure, et son apparition est une des preuves de l'existence de l'atmosphère de Vénus. Les rayons du Soleil, qui pénètrent dans l'atmosphère de la planète, l'éclairent absolument comme ils illuminent notre propre atmosphère, lorsque le Soleil, déjà couché pour nous, projette encore ses rayons sur les couches d'air les plus élevées, les réfléchit sur toutes les particules de poussière, sur toutes les vésicules d'eau qui s'y trouvent, et prolonge ainsi pour nous le jour par la lumière crépusculaire. Ce qu'a vu M. Mouchez, ce n'est pas autre chose que la lumière crépusculaire de Vénus; ce sont des rayons qui ont traversé l'atmosphère de Vénus, s'y sont réfléchis et réfractés, et qui font de cette atmosphère une véritable source de lumière.

Quant à l'auréole pâle, M. Mouchez l'attribue à la couronne brillante du Soleil, rendue visible par effet de contraste. Il est certain que cette atmosphère coronale peut manifester sa présence en nous faisant voir Vénus lorsqu'elle est encore en dehors du Soleil : M. Janssen l'a constaté au Japon. En effet, l'éclairement du fond du ciel qui entoure immédiatement le Soleil se compose de l'illumination de notre atmosphère par les rayons mêmes de l'astre, superposée à l'éclat de l'atmosphère coronale du Soleil. Vénus, corps opaque et noir, supprime cette seconde partie ; elle devient donc visible sur le fond du ciel par une sorte de vision négative.

Cette vision ne pourrait que favoriser l'observation très incertaine en général du moment du premier contact extérieur. Mais il en est tout autrement de l'anneau brillant et de son effet sur les contacts intérieurs. Il semble repousser en dehors le bord réel du Soleil, et à l'entrée, il avance l'instant où les cornes se réunissent ; à la sortie, il retarde le moment de leur rupture, introduisant ainsi une cause d'erreur d'effet contraire à celui du ligament et de la goutte noire.

J'ai arrêté bien longtemps votre attention, Messieurs, sur la discussion un peu aride des circonstances qui accompagnent l'observation des contacts. Ma justification est dans les conséquences importantes qui en découlent relativement aux règles à suivre dans l'observation du prochain passage. La nécessité d'obtenir des temps de contact affranchis de toute possibilité d'interprétation nous conduit à rejeter toute observation faite avec des lunettes d'ouverture trop petite. Or, par une heureuse fortune, c'est le caractère du passage de 1882 de pouvoir être observé avec de grandes lunettes. Les stations françaises d'abord seront munies de huit équatoriaux de 21 centimètres de diamètre. Mais, en outre, la totalité du passage sera visible dans les deux Amériques : les nombreux et puissants observatoires de ces pays sont autant de stations toutes désignées et pourvues de grands instruments. L'entrée pourra être observée dans toute la partie occidentale de l'Europe, en Angleterre, en France, en Espagne, en Italie, en Allemagne, en Autriche et en Grèce ; la sortie sera visible à Sidney et Melbourne. Dans tous les observatoires, on pourra donc utilement diriger sur le Soleil les plus puissantes lunettes ; et *on devra le faire en leur laissant toute leur puissance, sans diaphragmer l'objectif* (1). A cette condition, le passage du mois de décembre prochain pourra nous fournir des données assez nombreuses pour que l'influence des réfractions anormales puisse être annulée, et ne portant plus que les traces des influences inévitables que j'ai signalées, de façon à nous donner enfin la réponse à la question que nous nous

(1) Une mince couche d'argent déposée sur l'objectif est le meilleur procédé hélioscopique à employer avec les grandes lunettes. Comme nous l'avons montré en 1873, une argenture à travers laquelle on voit aisément les étoiles de 8^e grandeur, donne au foyer une image du Soleil qui ne produit sur la main aucune impression de chaleur. On en atténue l'éclat avec des verres noirs appropriés.

sommes posée en commençant : l'observation des contacts peut-elle utilement servir à la détermination de la parallaxe solaire ?

Passons maintenant aux mesures micrométriques. J'ai malheureusement peu de chose à vous en dire. En France, nous n'avons que les distances mesurées à Pékin par MM. Fleuriais et Bellanger, et, à Saint-Paul, par MM. Mouchez et Turquet ; et encore ces mesures ont été faites avec des instruments peut-être trop légèrement construits, mais surtout exposés pendant l'observation à des rafales violentes. Il n'y a donc pas grande confiance à accorder au nombre $9''{,}05$ que M. Puiseux en a déduit ; mais surtout il ne faudrait pas conclure des divergences qu'elles présentent que des mesures nombreuses, prises dans de bonnes conditions avec des instruments stables, ne pourront rien donner. A ce point de vue encore, les observatoires fixes seront au mois de décembre prochain des stations précieuses.

Aucun résultat des mesures héliométriques n'a encore été publié.

Reste l'application de la photographie en 1874. Des épreuves photographiques nombreuses ont été obtenues dans les stations françaises, anglaises, américaines et allemandes. Je commence par les Anglais : ce sont les seuls qui, jusqu'ici, aient publié complètement leurs observations. Or, voici dans quels termes M. Airy rendait compte des résultats obtenus, dans la séance de la Société Royale Astronomique du 14 juin 1878.

Après avoir affirmé que toutes les précautions ont été prises dans la mesure des épreuves photographiques, il ajoute : « Quant au résultat, je dois dire que j'ai été douloureusement désappointé. J'avais été officiellement appelé à exprimer mon opinion sur l'opportunité de la dépense à faire pour les essais photographiques : je m'y suis montré favorable et je suis donc responsable de cette dépense..... La photographie nous donne une parallaxe d'environ $8''{,}2$; pourquoi ? Je n'en sais rien, mais tel est le résultat et j'en suis fort triste. »

Les résultats des mesures des photographies françaises n'ont pas été publiés ; je ne puis donc que vous répéter ce que disait notre Président devant la commission internationale. Voici ses paroles : « La discussion des mesures a été faite par M. Puiseux, qui a fait figurer dans ses calculs tous les résultats obtenus. Les épreuves photographiques prises dans leur ensemble, ont laissé subsister de grandes incertitudes sur la valeur de la parallaxe solaire. »

Après cette déclaration, M. Forster s'est levé et a déclaré que les photographies allemandes n'avaient absolument rien donné.

Restent donc les photographies américaines. Si l'on en croit les nombres qui ont été publiés par M. Newcomb et réduits par un autre astronome américain, M. Todd, ils conduisent à un résultat excellent, les photographies américaines seules auraient bien réussi.

Quelle différence y a-t-il donc entre les photographies américaines et les nôtres ?

Je vous ai dit tout à l'heure quels étaient les appareils dont se servaient les Améri-

cains : Un objectif achromatisé pour les rayons chimiques et de long foyer donnant une grande image de 11 centimètres de diamètre ; nous avons, nous, des images de 36 millimètres, première différence à notre désavantage. Je crois, en effet, que sur des images de 36 millimètres, il est absolument impossible de faire des mesures suffisamment précises pour en déduire une valeur un peu exacte de la parallaxe. Mais les Américains avaient, en outre, mesuré un élément qui avait été négligé chez nous, malgré les réclamations de plusieurs astronomes. Ils avaient mesuré ce que j'ai appelé l'angle de position, et cette seule circonstance aurait suffi pour leur assurer un résultat que nous n'avons pas obtenu.

Malheureusement l'annonce du succès des photographies américaines n'a eu lieu que très tardivement, alors que les Anglais, les Français et les Allemands avaient déjà décidé de ne point renouveler leurs essais infructueux de la première expédition. Aussi le nombre des stations qui seront pourvues d'appareils photographiques au mois de décembre prochain sera-t-il assez restreint. Les astronomes américains ont réussi une première fois, ils emploieront les mêmes appareils.

Encouragées et éclairées par ce succès de nos rivaux du nouveau monde, la plupart des missions françaises se sont décidées à emporter des lunettes photographiques ; la réussite ne me paraît pas douteuse, si les appareils donnent des images de dimensions suffisantes, s'ils permettent la mesure de l'angle de position, et si l'on a tenu compte des conclusions très nettes d'un excellent travail de M. Angot sur l'influence de l'ouverture des objectifs ; la photographie exige, plus impérieusement peut-être que l'observation directe, l'emploi d'objectifs de grand diamètre (1).

Vous voyez, Messieurs, que la discussion des opérations tentées en 1874 nous conduit, pour l'observation du prochain passage, à des conclusions d'une grande netteté. Aujourd'hui, comme au siècle dernier, le phénomène observé une première fois sert d'essai et de préparation à l'observation de celui qui se produit huit ans plus tard, et jamais la science n'aura mieux senti le prix de la précieuse ressource que la nature a, par ce double passage, ménagée à notre inexpérience.

Les essais de 1874 nous ont apporté encore d'autres enseignements. Vous avez vu, à cette époque, chaque nation établir ses observatoires temporaires d'une façon indépendante, sans s'inquiéter de ce que faisaient les autres. Il en est résulté que sur un même point, sur une même île très étroite, se sont rencontrés des Anglais, des Américains et des Allemands, et que souvent la même mauvaise fortune a rendu inutiles, d'un même coup, les efforts de nombreux astronomes qui, séparés, auraient pu ren-

(1) Le revolver photographique de M. Janssen, qui vient d'être appliqué si heureusement à l'étude des battements des ailes de l'oiseau, a été créé en 1873, pour l'observation du passage de Vénus. Associé à un objectif de grande ouverture, il peut donner les temps des contacts intérieurs avec une précision toujours facile à vérifier ; je crois qu'il pourrait être surtout très utile pour la détermination des contacts extérieurs, que l'observation directe ne donne que très imparfaitement.

contrer des chances de temps meilleur. L'expérience a fait voir également que les îles des mers du Sud sont en général des centres de condensation de nuages et de pluie, et par conséquent n'offrent que des stations très peu favorables à une observation astronomique. Il paraissait donc désirable qu'une entente pût s'établir entre les savants des diverses nations, afin de mieux utiliser les forces par un choix de stations discuté en commun, et par l'adoption de règles générales pour les observations. C'est dans ce double but que notre illustre Président a provoqué la réunion à Paris de la Conférence internationale du passage de Vénus. Cette assemblée, qui se composait des astronomes les plus compétents de l'Europe et de l'Amérique du Sud, dont la plupart avaient observé le passage de 1874, a discuté et déterminé le choix des stations, posé des règles précises pour l'observation des contacts, et enfin elle a pris une résolution très importante, en décidant qu'après le retour des expéditions de 1882, une Conférence internationale serait chargée d'établir une entente sur les moyens à prendre pour arriver au meilleur et au plus prompt emploi des observations.

Les stations françaises seront au nombre de huit, toutes pourvues de lunettes de 217 millimètres et 163 millimètres d'ouverture, montées équatorialement et munies de micromètres à fils d'araignée et de micromètres à prismes biréfringents. Au Nord, il était inutile d'occuper un point des États-Unis, où existent de nombreux observatoires fixes ; les quatre stations ont donc été réparties sur la côte de la Floride, la mer des Antilles et le Mexique. Dans l'hémisphère austral, les difficultés d'abordage des terres polaires, entourées de glaces et peu connues, la certitude presque absolue des mauvais temps dans ces parages et même sur l'îlot du cap Horn, ont fait sacrifier ces stations indiquées par les conditions géométriques du phénomène. Il a fallu remonter jusqu'au continent Américain et choisir les points les plus rapprochés du cap Horn, tout en conservant entre eux une distance suffisante pour assurer les chances de réussite (1).

Le personnel de ces stations est choisi : l'astronomie, la marine et la guerre se sont

(1) Voici la liste des stations françaises et de leur personnel :

- | | |
|----------------|--|
| 1° CUBA. | MM. <i>D'Abbadie</i> , membre de l'Institut.
• <i>Callandreau</i> , astronome adjoint de l'Observatoire de Paris.
<i>Chapuis</i> , lieutenant de vaisseau (photographie). |
| 2° FLORIDE. | MM. le colonel <i>Perrier</i> , membre de l'Institut.
Commandant <i>Bassot</i> .
Capitaine <i>Desforges</i> (photographie). |
| 3° MEXIQUE. | MM. <i>Bouquet de la Grye</i> , ingénieur hydrographe en chef de la marine.
<i>Héraud</i> , ingénieur hydrographe.
<i>Arago</i> , lieutenant de vaisseau (photographie). |
| 4° MARTINIQUE. | MM. <i>Tisserand</i> , membre de l'Institut.
<i>Bigourdan</i> , astronome adjoint de l'Observatoire de Paris.
<i>Puiseux</i> , astronome adjoint de l'Observatoire de Paris. |

coalisées pour envoyer des observateurs exercés sur tous les points où le passage est visible pendant toute sa durée.

Les Anglais, comme la dernière fois, appliqueront surtout la méthode de de l'Isle ; ils établissent une grande chaîne de stations qui commence aux Antilles, traverse tous les points où le phénomène est visible et va finir dans le grand Océan Australien, à Melbourne et Sydney.

Les Allemands enverront également des astronomes qui occuperont deux stations aux États-Unis et deux vers le détroit de Magellan et dans la République Argentine.

L'Autriche, le Danemark, l'Espagne auront aussi leurs observatoires en Amérique. Les astronomes italiens, particulièrement adonnés aux études spectrales, se joindront aux stations des autres peuples, pour observer les contacts par l'emploi d'un prisme dispersif.

Joignez maintenant à ces nombreux observatoires temporaires les observatoires fixes des États-Unis, de la Californie, du Mexique, du Brésil, de la République Argentine, du Chili et des divers États situés sur la côte occidentale de l'Amérique du Sud. Rappelez-vous que les observatoires de l'Europe, à l'exception de ceux de la Russie et de la Suède, pourront voir l'entrée de Vénus sur le Soleil. Et vous conclurez que jamais armée plus nombreuse d'astronomes n'aura été réunie et équipée pour surprendre un phénomène céleste.

Les instructions sont données pour que tous les corps de cette armée agissent avec ensemble et opèrent de la même manière. La première phrase de ces instructions, adoptées par la Conférence internationale, est celle-ci : « Il est désirable, au point de

- 5° CHILI. MM. *De Bernardière*, lieutenant de vaisseau.
Barnaud, lieutenant de vaisseau.
Favereau, enseigne de vaisseau.
- 6° SANTA-CRUZ. MM. *Fleuriais*, capitaine de frégate.
 (Rép. Argent.) *Le Pord*, lieutenant de vaisseau.
de Saint-Julien, lieutenant de vaisseau (photographie).
Lebrun, naturaliste du Muséum.
- 7° CHUBUT. MM. *Hatt*, ingénieur hydrographe.
 (Rép. Argent.) *Laigue*, lieutenant de vaisseau.
Mion, sous-ingénieur hydrographe (photographie).
- 8° RIO-NEGRO. MM. *Perrotin*, directeur de l'Observatoire de Nice.
 (Rép. Argent.) *Tessier*, lieutenant de vaisseau.
Delacroix, lieutenant de vaisseau.
Guénaire, de l'Observatoire de Paris (photographie).

L'Académie vient de décider, en outre, que la Mission scientifique, qui va être établie pendant un an au cap Horn, sous la direction de M. le commandant Martial, pour l'étude de la physique du Globe, serait pourvue des instruments nécessaires à l'observation du passage de Vénus. Ces instruments sont confiés à M. Courcelle-Seneuil, lieutenant de vaisseau.

vue théorique, que les lunettes employées aient la plus grande ouverture possible. » La Conférence aurait pu s'en tenir là, s'il n'avait fallu avoir égard aux préparatifs déjà faits et à la difficulté du transport des grands instruments. Elle a donc cherché à rendre utiles même les observations faites avec de petites lunettes, en définissant, le mieux possible, une phase du phénomène que tous les astronomes devront noter. Il n'est pas douteux que les savants appartenant aux nations représentées à la Conférence n'adoptent la définition posée par un tribunal aussi compétent, et l'on peut espérer que cette adoption aura l'heureux effet d'éliminer toute possibilité d'interprétation après coup des résultats de l'observation. Malheureusement l'accord n'est pas unanime : Voici que les astronomes américains, qui n'étaient pas représentés à la réunion d'octobre, viennent d'adresser à la Société Royale Astronomique de Londres, par l'organe du plus autorisé d'entre eux, une critique assez vive des instructions de la Conférence. Messieurs, j'ai lu, avec la plus grande attention, la note très intéressante de M. Newcomb, et je suis complètement de l'avis de l'illustre Président de la Société Royale Astronomique, M. Stone : *Most of professor Newcomb's criticisms are criticisms of mere verbiage*. C'est une pure question de mots, qui ne se serait même pas élevée, si les Américains avaient bien voulu prendre part aux discussions de la Conférence. Espérons que, mieux informés, les astronomes des États-Unis, qui représentent à eux seuls la division la plus nombreuse et la mieux placée des forces scientifiques de l'expédition, se rallieront au plan de campagne généralement adopté et voudront ainsi coopérer au succès commun.

Enfin, quoique déjà instruits pour la plupart par l'expérience du passage de 1874, nos missionnaires n'ont rien négligé pour s'habituer à l'observation d'un phénomène, où l'émotion produite par l'apparition d'une circonstance imprévue peut jouer un si grand rôle. Nous avons établi à l'Observatoire un appareil représentant, aussi fidèlement que possible, l'entrée et la sortie de Vénus sur le Soleil. Sans doute, je n'ai pu reproduire la planète avec son atmosphère et la faire passer devant un Soleil entouré de sa couronne lumineuse. Mais, à part les effets résultant de l'existence de ces atmosphères, qui ne se font sentir d'ailleurs que dans des conditions exceptionnelles de pureté du ciel, toutes les circonstances de l'observation réelle, influences de l'ouverture et des défauts des objectifs, des défauts de mise au point, de vivacité de l'éclairage, des ondulations de l'air, se laissent aisément voir à l'appareil des passages artificiels. Les observateurs ont consacré plusieurs mois à se bien pénétrer des diverses apparences qui peuvent se présenter ; ils ont pu étudier aussi le meilleur procédé à suivre pour les mesures micrométriques.

Vous le voyez, rien n'a été négligé par la Commission de l'Académie des sciences pour que les préparatifs de l'importante observation du passage de Vénus sur le Soleil soient menés avec tout le soin nécessaire : observateurs et instruments sont prêts. Que le 6 décembre prochain, le ciel soit pur dans toutes les stations, et nous sommes assurés d'avoir bientôt la réponse, définitive cette fois, à la question que nous nous

sommes posée en commençant cette Conférence : l'observation du passage de Vénus, faite à l'aide des meilleurs appareils que nous fournissent aujourd'hui la science et l'art mécanique, peut-elle utilement servir à déterminer la distance de la Terre au Soleil ?

Permettez-moi donc, après vous avoir remerciés, Messieurs, de votre bienveillante attention, d'exprimer, en votre nom, aux vaillants missionnaires qui vont aller soutenir au loin l'honneur scientifique de la France, les vœux les plus ardents pour qu'un ciel favorable récompense leur courage par un succès proportionné à leurs efforts et aux sacrifices considérables que le pays s'est imposés pour subvenir aux frais de leurs lointaines expéditions.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Recherche des matières textiles d'origine animale ou végétale entrant dans la composition d'un tissu. — M. H. Dauzer, dans les *Annales de la Société des sciences industrielles de Lyon*, année 1882, a fait connaître un procédé de détermination des matières entrant dans la composition d'un tissu.

On sait que les matières textiles, en général, se classent en deux catégories : 1° les matières textiles du règne végétal ; 2° les matières textiles du règne animal.

Cette distinction de provenance permet de reconnaître tout d'abord si un tissu est composé de ces deux espèces de matières. Il suffira d'effiler un morceau d'étoffe de 3 à 5 centimètres carrés et de brûler chaque brin isolément à une flamme quelconque.

Les fils de nature animale produiront un charbon spongieux boursoufflé, rendant la combustion difficile et laissant une cendre relativement abondante.

Les fils de nature végétale brûlent avec une flamme vive, sans résidu appréciable et presque sans odeur.

Un autre moyen consiste à faire bouillir pendant quelque temps un petit fragment de l'étoffe que l'on veut vérifier, dans de l'acide nitrique ; la soie se colore en jaune clair ; la laine, en jaune foncé ; le coton, le chanvre, le lin restent blancs.

Cependant ces moyens d'essai peuvent donner des résultats douteux et, dans la plupart des cas, il sera suffisant de pouvoir se rendre compte de la présence du coton, etc., dans un tissu de laine ou de soie, il sera préférable alors d'opérer comme il suit :

On commence par laver soigneusement au savon un morceau de l'étoffe qu'on veut analyser, afin d'enlever toute trace de matière grasse ; après un rinçage convenable on le sèche à fond. Si l'on opère sur un morceau de tissu pesant exactement 5 grammes, ce poids suffira largement pour obtenir des résultats suffisants. L'échantillon est placé

dans une dissolution de soude caustique que l'on fait bouillir, comme il est dit plus haut; les matières animales se dissolvent alors rapidement. Le contenu de l'éprouvette est versé ensuite sur un filtre qui retient les fibres végétales, on lave pour enlever toute trace de soude et l'on fait sécher le filtre avec les matières végétales qu'il contient.

Le morceau d'étoffe pesant primitivement 5 grammes, si le résidu du filtre pèse 1,5 gramme, on sait que la quantité de laine ou de fibres animales est de 3,5 grammes, c'est-à-dire que la proportion de la laine dans l'étoffe est de 70 pour 100.

L'exactitude de cette méthode ne laisse rien à désirer après une pratique de quelques essais et elle se recommande par sa simplicité de préférence à toute autre.

Elle permet, comme on le voit, soit de constater seulement la présence des fibres végétales dans un tissu, soit d'en déterminer la quantité exacte, ce qui peut être très utile pour certains articles où l'on demande au fabricant de faire entrer une certaine proportion de matières végétales dans un tissu de matières animales et réciproquement.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 28 juillet 1882.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — M. Chenevier (P.), architecte de la ville de Verdun, fait hommage à la Société d'un ouvrage qu'il vient de publier « La question du feu dans les théâtres, moyens préventifs et réglementation concernant leur construction. » Des remerciements sont adressés à l'auteur et l'ouvrage sera déposé à la bibliothèque.

M. Farcot (Denis), ingénieur-constructeur à Saint-Ouen, invite le Conseil à assister à des expériences qui auront lieu dans ses ateliers sur un ventilateur de 2^m,50 de diamètre.

M. Letorey, architecte, à Sucy-en-Brie (Seine-et-Oise), présente à la Société deux exemplaires d'un tableau photographique de la façade nouvelle de l'Hôtel de Ville.

M. Delaurier, rue Daguerre, 77, envoie un Mémoire sur la fixité de l'arc électrique. (Arts économiques.)

M. Pichellet (Gaspard), rue Curial, 50, à la Villette, Paris, demande un secours pour payer l'annuité d'un brevet. (Arts mécaniques.)

M. Vialatte, à Levallois-Perret, rue Lannois, 41, demande un secours pour mettre à fin l'invention d'une machine à vapeur rotative et d'une pompe à incendie. (Arts mécaniques.)

M. Lechien (C. F.), rue du Séminaire, 13, à Mons (Belgique), envoie le prospectus

d'un éclairage économique au gaz aux abords des mines à grisou, réverbères de sûreté. (Arts chimiques.)

M. *Marchand* (Eugène), membre correspondant de l'Académie de médecine, à Fécamp. Mémoire sur le dosage volumétrique de la potasse. (Arts chimiques.)

M^{me} V^e *Maurice* remercie le Conseil de la pension qui lui a été accordée après la mort de son mari, qui était secrétaire de la rédaction du *Bulletin* de la Société.

M. *Houdart* (E.), négociant en vins, rue de Belleville, 138, à Paris, envoie une Note sur la méthode pour doser le plâtre contenu dans le vin. (Arts chimiques.)

M. *de Vorney*, directeur du journal le *Courrier Parisien*, propose l'échange de ce journal contre le *Bulletin* de la Société. (Commission du *Bulletin*.)

M. *Gatellier* (E.), ingénieur des mines, envoie un Mémoire intitulé : « Étude sur la fumure rationnelle et économique pour la production du blé. » (Agriculture.)

M. *Paris* (E.), au Bourget, près Paris, et rue Poissonnière, 47, à Paris, fait connaître le développement que la mosaïque française a pris dans ses ateliers. (Beaux-arts.)

M. *Baillods* (F. A.), à Levallois-Perret (Seine), fait hommage à la Société d'un cours pratique de comptabilité qu'il vient de publier. (Commerce.)

CANDIDATS POUR ÊTRE NOMMÉS MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — M. *Müntz*, chef du laboratoire de l'Institut agronomique, présenté par MM. *Lavalard* et *Risler*.

M. *Cheysson*, directeur au Ministère des travaux publics, présenté par M. le colonel *Goulier* et par M. *Dumas*, président.

Ces deux candidats sont élus, le Bureau ayant proposé de les dispenser des délais habituels de la présentation.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Lampe de sûreté*. — Rapport présenté, au nom du comité des arts chimiques, sur la lampe de sûreté de M. *Birckel*, ingénieur de la mine de Pechelbronn, par M. *L. Gruner*.

Le comité des arts chimiques propose de remercier M. *Birckel* et de voter l'insertion du Rapport du comité au *Bulletin* avec une gravure sur bois.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Vidanges. — M. *Rousselle* fait, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur le système de vidanges pneumatique que M. *Berlier*, ingénieur, propose pour les grandes villes et dont il a fait une application à Levallois-Perret.

Le comité propose de remercier M. *Berlier* de sa communication et de décider que le présent Rapport sera inséré au *Bulletin* avec les dessins des appareils décrits.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Besicles ou pince-nez. — M. H. *Peligot* fait, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur un perfectionnement aux besicles ou pince-nez, par M. *Porter-Michaels*.

Le comité propose de remercier M. *Porter-Michaels* de sa communication et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* de la Société, avec dessin sur bois.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Appareils enregistreurs pour la météorologie. — Rapport fait par M. *Sebert*, au nom du comité des arts économiques, sur des appareils enregistreurs [construits par MM. *Richard*.

Le comité demande d'accorder des encouragements à MM. *Richard* et d'ordonner l'insertion du présent Rapport au *Bulletin* avec les dessins nécessaires.

Fer à souder. — Rapport présenté par M. *Sebert*, au nom du comité des arts économiques, sur un fer à souder chauffant au gaz, imaginé par M. *Sourdat*.

Le comité propose de remercier l'inventeur pour sa communication et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* avec une gravure sur bois de l'appareil.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Zincographie photographique. — M. *Davanne* fait, au nom du comité des constructions et des beaux-arts, un Rapport sur les procédés employés au Ministère des travaux publics pour la reproduction des écritures et des plans par l'application des procédés photographiques à la zincographie.

Le comité des beaux-arts et des constructions vous propose de remercier la Direction des cartes et plans du Ministère des travaux publics et de voter l'insertion de la Note au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

NÉCROLOGIE. — M. *F. Le Blanc* lit une Notice sur L. A. SALVETAT, membre du comité des arts chimiques, dont le Conseil de la Société déplore la perte récente.

M. le *Président* remercie M. *Le Blanc* de cet hommage rendu à la mémoire d'un collègue regretté et prescrit l'insertion de cette Notice au *Bulletin*.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Est nommé membre de la Société : M. *Ledourhis*, ingénieur civil, à Paris.

Avant de lever la séance, M. le *Président* annonce l'ouverture des vacances de la Société. — La première réunion du Conseil d'administration aura lieu le 13 octobre prochain.

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.

CARTE DES FORAGES ARTÉSIENS DE L'OUED-RIR PAR M. JUS.



BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT**POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.**

AGRICULTURE.

RAPPORT fait par M. Adolphe DAILLY, au nom du comité d'agriculture, sur une FERRURE A GLACE DES CHEVAUX, de M. DELPÉRIER, médecin-vétérinaire, à Paris.

Suivant M. Delpérier, le nombre des chevaux et des mulets qui existent en France, s'élève à trois millions d'individus.

Le produit en argent que l'on obtient des deux tiers environ de ces animaux qui sont soumis au travail, est considérable. En se servant de bêtes de somme ou de trait pour porter ou traîner pendant longtemps de lourdes charges sur des routes formées avec des matériaux de grande dureté, tels que le silex et le grès, il faut s'opposer à l'usure de la corne de leurs sabots. On est arrivé, pour des chevaux et des mulets devant être placés dans de semblables conditions, à fixer sous leurs pieds, avec des clous rivés sur leurs sabots, une armature en fer dure et renouvelable qui a reçu le nom de ferrure.

Lorsque la gelée vient à rendre glissantes nos routes, le fer du cheval, dont la surface est ordinairement lisse et polie, ne peut plus permettre à cet animal de trouver, pour se mouvoir, un point d'appui ferme sur le sol. Il dépense alors pour sa locomotion ses forces en pure perte. On a alors recours à des systèmes de ferrures appelées ferrures à glace, dans lesquels on applique sous les pieds du cheval un fer susceptible, par lui-même ou par les appendices qu'on y fixe, de s'opposer au glissement du cheval sur le sol.

Il a fallu une grande audace à celui qui, le premier, a osé, pour protéger

les pieds d'un cheval, recouvrir sa partie inférieure d'un fer qui a été par lui, implanté dans son sabot avec des clous.

Cette opération qui ne nous étonne plus aujourd'hui, a été fort longue à être généralement adoptée.

Dans un travail remarquable intitulé : *Les anciens ont-ils connu la ferrure à clous*, présenté par M. Pol Nicard, à la Société des antiquaires de France, qui a été imprimé dans le XXIX^e volume des Mémoires de cette Société, ce savant archéologue démontre que ni les Grecs, ni les Latins, n'ont connu les fers à clous semblables à ceux dont nous nous servons aujourd'hui. Il admet seulement qu'ils faisaient, dans des cas tout à fait exceptionnels, usage, pour protéger les pieds des bêtes de somme dont ils se servaient, d'espèces de chaussures faites, tantôt avec du crin, du jonc, de la paille. Suivant lui, ces chaussures qui étaient rarement couvertes de métal, étaient fixées aux pieds des animaux, à l'aide de courroies ou d'autres liens, ne pouvaient pas permettre à un cheval de courir avec elles pendant longtemps et il n'en était, à la guerre, fait usage ni par la cavalerie grecque, ni par la cavalerie romaine.

M. Pol Nicard attribue aux peuples désignés par les Romains sous le nom de barbares, l'invention du fer à cheval fixé dans le sabot avec des clous.

L'usage de la ferrure qui a pu, suivant M. Nicard, être introduit dans les premiers siècles de l'ère chrétienne, par les barbares, dans les contrées méridionales de l'Europe, a été long à s'y répandre, et c'est seulement dans un ouvrage connu sous le nom de *Tactique militaire*, attribué à l'empereur d'Orient Léon VI, qui vivait au ix^e siècle, que l'on trouve la première indication claire et précise d'un fer de cheval à clous.

En parlant de la cavalerie de Louis le Débonnaire, le P. Daniel écrit dans son Histoire de France que la gelée qui avait suivi les pluies d'automne avait gâté les pieds de la plupart des chevaux qu'on ne pouvait faire ferrer dans un pays devenu tout à coup ennemi.

Il résulte ainsi du témoignage du P. Daniel, dont les recherches sont généralement exactes, qu'en France, sous Louis le Débonnaire, au ix^e siècle, on ferrait seulement à certains moments les chevaux.

Les écrivains anglais attribuent à Guillaume le Conquérant, qui vivait dans le xi^e siècle, l'introduction de la ferrure en Angleterre.

En Italie et dans nos possessions d'Afrique, on voit encore de nos jours des chevaux de selle dont les pieds de derrière seuls, sont ferrés.

Sur les monuments, les bas-reliefs, les statues, les médailles, représentant

des chevaux, que nous ont laissés les Grecs et les Romains, on ne trouve pas un seul cheval représenté avec des fers à clous.

Les chevaux de bronze, anciennement dorés, qui ornent aujourd'hui la façade de l'église Saint-Marc, à Venise, et qui avaient été autrefois amenés à Paris par l'empereur Napoléon I^{er}, ont été transportés de l'île de Chio à Constantinople dans la première moitié du v^e siècle par ordre de l'empereur Théodose II. Ils échurent aux Vénitiens dans le partage du butin à la prise de Constantinople par les croisés. Ces chevaux, qui marchent au pas, n'ont jamais porté de fers.

Le pied du cheval est constitué extérieurement par une enveloppe cornée appelée le sabot; il contient les parties vivantes du pied sur lequel il se moule. On distingue dans le sabot la paroi, le périople, la sole et la fourchette. Ces différentes parties du sabot, qui sont fortement unies entre elles, sont constituées par une corne qui est pour chacune d'elles, d'une nature différente.

Arbitrairement, on appelle : *pince*, la région antérieure de la paroi; *mamelles*, les deux régions qui, de chaque côté, confinent à la pince; *quartiers*, les deux régions qui les suivent, et *talons*, les deux régions qui se trouvent à l'arrière du sabot.

La paroi pousse à la manière des ongles; sa croissance est de 1 à 2 centimètres par mois. Sur le bord supérieur de la paroi, s'étend une bande mince d'une corne particulière que l'on appelle le *périople* ou *bourrelet*; elle fournit à la surface extérieure de la muraille de la paroi, une sorte de vernis qui protège la corne contre le dessèchement.

La sole et la fourchette, qu'entoure la paroi sous le pied du cheval, peuvent participer à l'appui sur la terre de cet animal, mais elles seraient par la marche, promptement détruites, si elles n'étaient pas protégées par le bord inférieur de la paroi, qui est dans le cheval la partie la plus résistante de la surface plantaire.

Lorsque le cheval vit en liberté dans les pâturages, le sabot ne s'use que dans la proportion de sa croissance; mais lorsque l'animal travaille, l'usure de la corne est exagérée et les tissus vivants ne tarderaient pas à être mis à nu, si l'on ne protégeait pas la surface plantaire par la ferrure.

La lame de fer dont on se sert pour la ferrure est percée de trous appelés *étampures*; on la contourne suivant la forme du pied, en la faisant seulement porter sur le bord inférieur de la paroi, et on la maintient par des clous implantés dans la muraille de la paroi et rivés sur sa surface externe.

Les étampures sont, en général, au nombre de huit pour chaque fer.

On distingue dans les fers, suivant les différentes régions du pied auxquelles ils doivent s'appliquer : la *pince*, les deux *mamelles*, les deux *quartiers*, les deux *talons* ou *éponges*.

On peut, en recourbant les éponges du fer à angle droit, former avec elles des espèces de crochets qui sont appelés *crampons*, pour empêcher les glissades.

La ferrure doit, quel que soit l'état de conservation des fers, être renouvelée au bout d'un certain temps, si l'on ne veut pas laisser acquérir au pied une longueur exagérée, pouvant venir fatiguer les articulations et nuire aux aplombs ; il est ainsi difficile de pouvoir la faire durer plus d'un mois.

On doit, à chaque ferrure, retrancher seulement du bord inférieur de la paroi, une hauteur de corne égale à celle qui a pu pousser depuis la précédente ferrure.

Dans le recueil intitulé : *Cours abrégé d'hippologie*, rédigé par les soins de la Commission d'hygiène hippique, approuvé par le ministre de la guerre, le 2 avril 1875, on trouve d'intéressants détails sur la conformation du pied du cheval et sur la ferrure.

Les dimensions des fers devant être appliqués aux chevaux de toutes armes, ont été, suivant ce recueil, déterminées pour la cavalerie française, par décision ministérielle du 27 avril 1870, de la manière suivante :

ARMES.	FERS ANTÉRIEURS.		FERS POSTÉRIEURS.	
	LARGEUR.	ÉPAISSEUR.	LARGEUR.	ÉPAISSEUR.
	millim.	millim.	millim.	millim.
Chevaux de trait de l'artillerie et des différents trains.....	23.50	13	27	14
Cavalerie de réserve.....	22	12	25	12.50
Cavalerie de ligne et chevaux de selle de l'artillerie et des trains.....	21	11	24	12
Cavalerie légère { chevaux fran- çais.....	20	10	23	11
{ chevaux ara- bes.....	18	9	21	10

Les fers de devant diffèrent, dans l'armée, des fers de derrière, non seulement par leurs dimensions, mais aussi par leurs formes ; les premiers sont plus arrondis que les seconds, leur largeur est partout la même, leur épais-

seur est uniforme, leurs étampures, qui sont également espacées sont rapprochées de la pince et éloignées du talon.

Les fers de derrière sont ovulaires, leur largeur et leur épaisseur vont en diminuant de la pince jusqu'aux talons. Le pinçon est, pour ces fers, plus fort que pour les fers de devant.

La Compagnie générale des omnibus possédait, au 1^{er} janvier 1882, 13,292 chevaux; un centime économisé par jour représente, pour cette Compagnie, un produit de 132 fr. 92 par jour ou de 48,880 francs par an.

La maréchalerie, à la Compagnie générale des omnibus, a été placée successivement sous la direction de M. Barthélemy aîné, de M. Riquet et de notre collègue, M. Lavalard. Elle a été étudiée avec le plus grand soin par ses habiles vétérinaires et excellents administrateurs, qui se sont préoccupés des meilleures dispositions à prendre pour appliquer aux pieds des chevaux de la Compagnie générale des omnibus une bonne ferrure aux moindres frais possibles.

M. Aristide Moreau-Chaslon, qui a fait preuve d'un rare mérite dans l'organisation et la direction de la Compagnie générale des omnibus, où il resta jusqu'à sa mort président du Conseil d'administration de cette Société, avait fait établir un remarquable système de comptabilité qui permet de suivre tous les détails des opérations de cette vaste administration.

En consultant, en 1861, la partie de cette comptabilité qui s'appliquait à la maréchalerie entretenue en régie, j'ai reconnu comme résultats constatés en moyenne dans l'année 1860, à la Compagnie générale des omnibus, pour 5,739 chevaux :

	Kil.
Poids d'un fer au moment de sa pose.	0.937
Poids d'un fer usé retiré des pieds des chevaux. . .	0.452
Poids des clous employés par fer posé.	0 091
Nombre des fers posés par cheval et par an.	46.05
Id. par cheval et par mois.	3.84

J'ai trouvé que le prix de revient de chaque fer posé avait été :

Fer en barre acheté, à 0 k. 6590 à 30 fr. 70 les 100 kilog. . .	0.20.27
Clous.	0.12.38
Outils et menus frais.	0.01.64
Houille, 1 k. 201 à 49 fr. les 1 000 kilog.	0.05.82
Total des matières en argent.	0.40.11
Maréchaux, 0 fr. 1420 à 4 fr. 27 la journée.	0.60.97
Total en argent.	1.01.08

Le prix de la journée de cheval ferré s'est élevé en argent :

1 ^o En matières achetées à	0.05.07
2 ^o Journées de maréchaux à	0.07.70
Total.	0.12.77

Les chevaux de la Compagnie générale des omnibus ont augmenté en force depuis 1861. M. Mongazon, inspecteur de la maréchalerie de cette Compagnie, a bien voulu me remettre dernièrement, sur la demande qui lui en avait été faite pour moi par l'un de mes fils, aujourd'hui administrateur de la Compagnie générale des omnibus, deux fers ; l'un pour pied antérieur, et l'autre pour pied postérieur, regardés par lui comme types des fers employés en ce moment à la Compagnie générale des omnibus.

J'ai trouvé les chiffres suivants en mesurant et en pesant ces fers :

	FER ANTÉRIEUR.	FER POSTÉRIEUR.
	cent.	cent.
Largeur moyenne.	24.50	26.00
Épaisseur moyenne.	1.45	1.30
Longueur du pourtour du bord extérieur du fer développé en ligne droite.	41.30	42.50
Poids du fer.	1 k. 080	1 k. 030

Notre collègue, M. Lavalard, qui remplit depuis plusieurs années, à la Compagnie générale des omnibus, les fonctions d'administrateur chargé de la direction de la cavalerie et de l'approvisionnement des fourrages, a montré qu'il aimait le progrès, en se mettant à la recherche de toutes les améliorations dont pouvaient être susceptibles les importants services qui lui ont été confiés. Il a fait, avec M. Muntz, d'intéressantes expériences sur l'alimentation des chevaux. Il s'est, avec le dynamomètre, rendu compte des efforts de traction qu'ont à faire les chevaux des omnibus et des tramways de la Compagnie générale des omnibus, et il a pu réussir ainsi à établir la relation devant exister entre la nourriture à donner à un cheval et le travail à exiger de lui. Son attention s'est aussi portée sur la maréchalerie.

Il a pensé qu'en se servant de fers dont l'épaisseur et la largeur diminueraient de la pince à leurs deux extrémités et qui laisseraient à découvert les

talons, et qu'en recommandant aux maréchaux de s'abstenir, au moment de la pose des fers, de retrancher une partie de la corne de la fourchette, comme on le fait ordinairement, on pourrait, avec avantage, faire porter une partie du poids du cheval sur la fourchette. Il se livre, à ce sujet, à des expériences qui lui font espérer de pouvoir réduire ainsi l'usure du fer, diminuer le nombre des clous et donner au cheval d'omnibus une plus grande fixité sur l'asphalte et le pavé glissant des rues de Paris.

Lorsque le sol était rendu glissant par le verglas ou par la gelée, la Compagnie générale des omnibus avait autrefois recours au système de ferrure à glace généralement adopté encore à Paris, qui consiste à retirer du fer ordinaire du cheval deux, trois ou quatre clous ordinaires et à les remplacer par un nombre égal de clous à glace que l'on rive sur la muraille de la paroi du sabot. Le froid rend souvent cette manœuvre difficile à celui qui doit l'exécuter et des piqûres sont à craindre pour le pied du cheval, si l'opération du cloutage n'est point faite par un ouvrier maréchal. Il faut au moins une heure pour clouter huit chevaux. Dans une administration où l'on emploie seulement généralement un ouvrier maréchal et un aide teneur de pied pour cent chevaux, il est très difficile de pouvoir arriver, au moment des glaces, à mettre les chevaux en état de partir tous ensemble, comme souvent l'exige le service qu'ils ont à faire.

Le système de ferrure à glace de M. Delpérier a paru à M. Lavalard pouvoir être très avantageusement adopté par la Compagnie générale des omnibus. Suivant M. Lavalard, ce système, égal comme efficacité aux meilleurs autres systèmes de ferrure à glace, leur est supérieur sous le rapport de la simplicité et du bon marché.

Dans la ferrure à glace de M. Delpérier, on se sert des fers ordinaires, dans lesquels on pratique, avant de les fixer aux pieds des chevaux, quatre étampures supplémentaires, dont deux sont toujours au talon. Ces étampures supplémentaires, au lieu d'être perpendiculaires au plan du fer, sont obliques en dehors, de manière à s'ouvrir sur le bord supérieur externe du fer. Dans ces étampures supplémentaires, on introduit un clou dont la tête, semblable à celle des clous à glace ordinaires, se trouve munie d'un collet oblique et d'une tige très courte.

Le clou n'entre pas dans le sabot ; il sort sur le bord supérieur externe du fer et il est rivé sur le fer lui-même.

Avec ce système qui a été inventé par M. Delpérier vers 1865, il n'y a plus, comme avec le système de cloutage ordinaire, nécessité de retirer les clous de

la ferrure pour les remplacer par des clous à glace : on n'est plus alors exposé à voir, à la suite de la pose des clous à glace, les ferrures s'ébranler et les chevaux se déferer. Ce cloutage, avec lequel on n'a plus à craindre de déchirer la corne et d'attaquer les parties vives du sabot, peut être opéré par la première personne venue.

Pour exécuter les étampures obliques, l'ouvrier maréchal doit, après avoir forgé la première branche du fer et l'avoir étampée pour les clous de la ferrure ordinaire, pratiquer à l'aide d'une étampe oblique, sur cette branche, deux étampures obliques, l'une entre les deux étampures des mamelles et l'autre au talon du fer, et il doit ensuite préparer de la même manière la deuxième branche du fer.

M. Delpérier a reconnu qu'un ouvrier assisté de son aide, qui est ainsi obligé de faire quatre étampures de plus quand il fabrique le fer, arrivé à forger seulement, dans sa journée, 54 fers, au lieu de 60 fers ordinaires que l'on exige ordinairement de lui pour 10 heures de travail. L'étampure oblique nécessite donc le travail d'une heure, évaluée par lui à 1 fr. 10, qui représente une dépense supplémentaire d'environ 2 centimes par fer.

Les clous à glace de M. Delpérier coûtent 150 francs les 100 kilog.; ils peuvent former, sous le fer, une saillie variant de 5 à 30 millimètres, suivant les divers services auxquels sont soumis les chevaux auxquels ils sont destinés.

Une saillie de 8 millimètres sur le fer paraît devoir être nécessaire pour les chevaux de la Compagnie générale des omnibus. Il entre quatre-vingt-sept clous susceptibles de faire cette saillie dans un kilog.; le prix de revient de chacun de ces clous est donc de 1 c. 73.

Ainsi que le dit M. Lavalard, dans un article publié par lui dans le journal la *Semaine agricole*, on peut, lorsque l'on adopte pour la ferrure à glace le système de M. Delpérier, ferrer avant l'hiver tous les chevaux avec des fers munis d'étampures obliques. Si l'hiver n'amène ni neige ni verglas, l'augmentation de la dépense de la ferrure sera seulement de 2 centimes par fer; si le besoin de cloutage se fait sentir, il y aura lieu d'y ajouter le prix d'un clou Delpérier, revenant à 1 c. 73.

La pose du clou Delpérier pouvant être exécutée par chaque conducteur sur son cheval, ne coûte pour ainsi dire rien. Les clous Delpérier, une fois posés, on n'a pas à s'occuper de les retirer à la fin de la journée; ils s'usent assez vite pour que leur saillie ne puisse fatiguer le cheval au repos. Si le mauvais temps persiste le lendemain, on arrache les clous de la veille, qui sont usés, et on les remplace par des clous neufs. Si le mauvais temps cesse,

on ne doit pas retirer les clous ; on aura, en effet, moins de peine, si le sol devient de nouveau glissant, à vider les étampures obliques des souches des vieux clous, qu'à en extraire la terre qui viendrait les remplir si les clous étaient retirés.

Il faut, pour poser les clous à glace Delpérier, les déposer et les renouveler, un marteau, une tricoise, un dérivoir et un repoussoir. M. Delpérier a inventé un instrument qui renferme tout cet outillage, auquel il a donné le nom d'*outil-maréchal* ; cet instrument est livré par lui au prix de 7 francs. Cet instrument pèse 500 grammes environ.

Si la ferrure à glace de M. Delpérier était adoptée par l'armée, il serait possible à deux soldats s'entr'aidant d'arriver, dans un quart d'heure, à ferrer à glace leurs deux chevaux ; un régiment entier pourrait ainsi, pendant ce court laps de temps avoir tous ses chevaux munis de clous à glace.

M. Lavalard, en terminant l'article publié par lui dans la *Semaine agricole*, dit qu'il croit être utile au public en signalant les résultats très satisfaisants qu'il a obtenus à la Compagnie générale des omnibus avec le système de ferrure à glace de M. Delpérier.

J'exécute moi-même, à Paris, des services de transport de marchandises et de personnes. Mon piqueur, M. Douesnel, a appliqué à un certain nombre de mes chevaux, pendant les hivers 1880-1881 et 1881-1882, un fer auquel il a fait donner une augmentation de largeur à la mamelle de la branche externe, de manière à lui faire déborder sur ce point un peu le sabot. Il a fait percer à cet endroit, dans le fer, une étampure presque droite, et il a fait percer en plus de semblables étampures aux deux talons du fer près de son bord externe.

Lorsque la gelée est venue rendre le sol glissant, il a pu introduire, dans chacune de ces trois étampures, un clou norvégien n° 16, sans le faire entrer dans la corne du sabot ; après avoir plié ensuite le clou et l'avoir rabattu sur le fer suivant le système de M. Delpérier, il en a rogné l'extrémité.

Ce cloutage à glace, dans lequel trois clous norvégiens, formant sur le fer une saillie de 13 millimètres, ont été seulement employés par pied, a donné à mes chevaux une fixité suffisante.

Les clous norvégiens, que M. Douesnel a employés, sont introduits depuis deux ans en grande quantité en France ; ils sortent d'une fabrique portant pour titre *Christiana Hestes Kosomfabrik* ; ils sont faits avec du fer d'excellente qualité, qui est d'une très grande ductilité. Ces clous sont livrés pour la ferrure ordinaire tout affilés et prêts à être employés.

Chaque clou, qui est obtenu mécaniquement, porte une étoile en relief sur un des côtés de sa tête.

Le prix des clous norvégiens n° 16 est de 104 francs les 100 k. ; il entre cinquante-quatre clous dans un kilog. ; le prix de chaque clou revient donc à environ 2 centimes.

M. Delpérier décrit, dans la brochure intitulée : *Monographie des ferrures à glace*, qu'il a jointe à la communication faite par lui à la Société le 24 février 1882, les divers systèmes qui ont été employés pour la ferrure à glace ; il y parle des crampons ordinaires, des crampons circulaires, des crampons rivés, comme son clou à glace, sur le fer, des crampons vissés, à tiges cylindriques ou à tiges coniques, comme l'est celui que préconise M. Decroix, des crampons chevillés de MM. Aureggio et Tuilhard.

Comme le dit M. Delpérier, une bonne ferrure à glace doit présenter de la simplicité dans la préparation du fer, dans la fixation et le démontage des crampons. Il faut qu'elle puisse être exécutée rapidement et économiquement ; qu'elle ait de la durée ; qu'elle puisse s'appliquer facilement à tous les chevaux sans leur faire éprouver de gêne et en leur procurant une fixité suffisante sur le sol.

La ferrure à glace de M. Delpérier satisfait mieux que toute autre à ces différentes conditions : elle a à Paris, où elle a été adoptée par la Compagnie générale des omnibus et où elle est appliquée dans divers ateliers de maréchalerie, commencé à recevoir la sanction de la pratique.

Dans l'armée, la ferrure d'hiver réglementaire prescrite par décision ministérielle du 4 août 1876, consiste en fers à crampons fixés et en clous à glace, appliqués selon le besoin. Il n'y a, en campagne, que deux ou trois maréchaux par escadron ou par batterie. Il est difficile, avec un système de ferrure qui oblige à avoir recours à des maréchaux pour poser les clous à glace, de pouvoir rapidement arriver à mettre, en temps de verglas, les chevaux de tout un escadron ou de toute une batterie, en état de tenir campagne. Les inconvénients que présente sous ce rapport la ferrure à glace réglementaire actuelle de l'armée, ont été reconnus par un grand nombre de chefs de corps, et le Ministre de la guerre a ordonné, en janvier dernier, qu'il serait fait, dans tous les régiments de cavalerie, des expériences sur l'emploi des crampons chevillés et des crampons vissés.

M. Delpérier a été étonné de voir son système de clous à glace rivés sur le fer, exclu ainsi du concours que paraît vouloir ouvrir, pour la ferrure à glace à adopter dans l'armée, M. le Ministre de la guerre.

Il pense que cette exclusion peut tenir au poids de l'outil nécessaire à la pose de ses clous et aussi au peu de saillie et au peu de durée de son clou.

M. Delpérier, dans un article publié par lui dans la *Semaine agricole* du 29 janvier 1882, fait remarquer que son outil-maréchal se divise en deux parties à peu près égales et que son poids se réduit à 250 grammes pour chacun des deux cavaliers qui pourraient avoir à le porter.

Suivant lui, c'est une erreur de croire qu'un crampon est d'autant plus efficace qu'il est plus saillant. Il soutient qu'un crampon, quels que soient le poids et l'allure du cheval qui le porte, ne pénètre dans le sol que d'une petite fraction de centimètre; que tout sol qui se laisserait pénétrer plus facilement ne serait plus un sol glissant.

Pour la durée du crampon, il dit qu'il comprend qu'il y ait avantage à faire durer un crampon dont le prix de revient est élevé et dont le remplacement est dispendieux, mais que cet intérêt n'existe plus pour un clou à glace qui a besoin seulement de servir pendant le temps d'une marche ordinaire, qui coûte peu et que tout cavalier peut, lorsqu'il vient à manquer, remplacer en un clin d'œil.

Il fait remarquer que la durée moyenne des hivers est à peine de dix jours en France, tandis qu'elle peut s'élever à cent jours en Prusse, en Russie, en Danemark et en Suède, et que l'on peut ainsi expliquer comment ces peuples du Nord ont pu trouver, dans l'emploi, pour ferrer à glace leurs chevaux, de crampons de grandes dimensions, des avantages qui ne sauraient exister en France.

Votre comité d'agriculture, pensant que le système de ferrure à glace de M. Delpérier peut rendre d'utiles services aux personnes ayant à entretenir des chevaux, vous propose de remercier M. Delpérier de sa communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*. Il espère que vous voudrez bien, en plus, charger votre Commission des médailles d'examiner les droits à obtenir une récompense de la Société que peuvent donner à M. Delpérier son importante invention de ferrure à glace, et les persévérants efforts qu'il a eu à faire depuis 1865, pour arriver à la perfectionner et à commencer à la faire adopter à Paris dans de grandes administrations et dans un certain nombre d'écuries particulières.

Signé : Adolphe DAILLY, rapporteur.

Approuvé en séance, le 9 juin 1882.

AGRICULTURE.

RAPPORT fait par M. Adolphe DAILLY, au nom du comité d'agriculture, sur deux brochures relatives à la FERRURE A GLACE DES CHEVAUX, de M. DECROIX, vétérinaire principal en retraite de l'armée.

La première de ces brochures, qui a été publiée en 1879, porte comme titre : *Études sur la ferrure à glace, communication faite à la Société protectrice des animaux*. La deuxième, qui a été publiée en 1880 et qui porte aussi comme titre : *Études sur la ferrure à glace*, est indiquée comme étant une publication de la réunion des officiers.

M. Decroix distingue parmi les ferrures à glace, les systèmes fixes et les systèmes mobiles ; il range dans les premiers les fers à crampons fixes, en éponge et en pince, et le fer *Peschel*, dont la face inférieure porte deux arêtes longitudinales, séparées par une gouttière profonde, dans laquelle les clous sont implantés et où la terre et les graviers s'incrustent pendant la marche.

Il range dans les systèmes mobiles :

1° La ferrure à glace *Delpérier*, qui permet aux conducteurs de chevaux de placer eux-mêmes des clous à glace se rivant sur le fer, sans avoir à craindre de détériorer la corne de leurs chevaux ;

2° Les fers à cheville en fer ou en acier que l'on enfonce dans un trou d'attente, tel que le fer de M. Fleming, vétérinaire militaire anglais ;

3° Les fers à crampons à vis.

Il reconnaît que les fers et les clous *Delpérier* sont avantageux en temps de verglas et de gelée, mais suivant lui, la tête des clous de M. Delpérier n'a pas une élévation suffisante dans les temps de neige et il exige l'emploi d'un outil dont le poids et le volume pourraient devenir un embarras pour un régiment ayant à tenir campagne.

Le système *Fleming*, à chevilles, lui paraît remarquable par sa simplicité, par la facilité de son application et par la modicité du prix auquel il doit revenir ; mais il trouve qu'il n'en a pas été fait une expérience assez prolongée pour permettre d'avoir une opinion bien arrêtée à son sujet.

Les premiers crampons à vis expérimentés en France n'ont pas réussi. Ces crampons, qui étaient munis de tiges cylindriques à pas de vis très fins, pénétraient imparfaitement dans l'écrou taraudé pour les recevoir, après quel-

ques jours de ferrure, par suite de l'oxydation du fer et de l'incrustation des substances terreuses dans l'écrou. Les éraillures qui se produisaient quelquefois à l'entrée du trou au bout d'un jour seulement, rendaient souvent difficile et quelquefois même impossible l'introduction du tenon dans le fer.

M. le général Tatischeff a fait venir pour M. Decroix, des crampons à tiges coniques et à larges pas de vis, qui ont été reconnus bien supérieurs aux crampons à vis qui avaient été jusque-là employés en France.

Avec les crampons que M. Decroix a reçus de M. le général Tatischeff, les éraillures se produisant à l'entrée du trou du fer, ne peuvent le rétrécir au point d'empêcher la pointe du tenon du crampon de s'y engager, et dès que la pointe a commencé à s'y visser, on arrive à triompher aisément, suivant M. Decroix, de la résistance produite par les bavures, à l'aide d'une petite clef spéciale; en terminant cette clef par une pointe, on peut de plus la faire servir à enlever la terre des trous, avant de visser les crampons.

Il n'a pas encore été fait emploi, en France, sur une grande échelle, des crampons à tiges coniques et à larges pas de vis, et M. Decroix n'est pas encore bien fixé sur leur prix de revient.

Je pense qu'il y a lieu de remercier M. Decroix de sa communication et de lui demander de tenir la Société au courant des expériences sur l'emploi des crampons chevillés et des crampons vissés, qui doivent être faites cette année en France, par ordre du Ministre de la guerre, dans tous les régiments de cavalerie.

Signé : Adolphe DAILLY, rapporteur.

Approuvé en séance, le 9 juin 1882.

VITICULTURE.

RAPPORT fait par M. RISLER, au nom du comité d'agriculture, sur les PROCÉDÉS DE CULTURE DE LA VIGNE PHYLLOXÉRÉE de M. MAISTRE.

Tous les moyens de conserver nos vignes françaises sont dignes d'encouragement. Nous avons déjà le procédé de la submersion hivernale, la plantation dans les sables sur les bords de la Méditerranée, le sulfure de carbone et le sulfo-carbonate de potasse. Toutes ces méthodes visent à détruire le phylloxera. Mais il ne faut pas oublier celles qui cherchent à augmenter la force

de résistance de la vigne, en activant sa végétation et renouvelant rapidement les radicelles détruites par le puceron.

Le sulfo-carbonate de potasse que nous devons à notre illustre Président et dont l'emploi se généralise de plus en plus, a le grand avantage d'agir des deux façons ; tandis que, d'un côté, il diminue ou annule complètement la multiplication du phylloxera, il met la vigne dans des conditions d'existence plus favorables par la potasse et peut-être par le soufre qu'il fournit au sol. De plus, on le dilue, pour le faire parvenir jusqu'aux racines, dans une certaine quantité d'eau qui, quelque faible qu'elle soit, n'est pas elle-même inutile pendant les longues sécheresses de nos climats méridionaux.

M. Jules Maistre, dans sa propriété de Villeneuve, près de Clermont-l'Hérault, a réussi à conserver 40 hectares de vignes françaises, en les arrosant pendant l'été, environ tous les quinze jours, avec la quantité d'eau nécessaire pour faire vivre une prairie. On y trouvait des phylloxeras, mais, grâce à ces irrigations, la vigne restait assez vigoureuse pour donner malgré eux de belles récoltes. Depuis deux ans, M. Jules Maistre a joint à l'eau l'emploi du sulfo-carbonate de potasse à faible dose et le succès a été encore plus complet.

Cet exemple nous permet d'espérer qu'en employant l'eau partout où c'est possible et surtout en augmentant, par la construction des canaux d'irrigation, les surfaces arrosables, en y ajoutant les engrais qui fortifient la vigne et les insecticides qui affaiblissent le phylloxera, on pourra conserver et même reconstituer les anciens vignobles dans une zone où la sécheresse du climat a contribué à les faire souffrir.

Qui sait si la vigne américaine, notre dernière ressource, si nous ne pouvions pas conserver l'espoir de sauver la vigne française, ne montrera pas elle-même qu'elle ne peut pas vivre sans irrigation sous un climat où souvent il ne tombe pas une goutte de pluie pendant plusieurs mois.

En montrant ce rôle bienfaisant de l'eau, en augmentant notre confiance dans le salut de nos vignobles français, en nous encourageant, M. Jules Maistre a mérité nos encouragements.

Nous proposons de le remercier de la communication qu'il nous a faite des résultats qu'il a obtenus et d'insérer le présent Rapport dans le *Bulletin*.

Signé : RISLER, rapporteur.

Approuvé en séance, le 9 juin 1882.

MÉTALLURGIE.

TRAITEMENT DU CUIVRE DANS LA CORNUE BESSEMER, PAR M. MANHÈS.

M. Gruner présente au nom de M. Manhès, rue Childebert, 1, à Lyon, la méthode par laquelle il traite les mattes de cuivre, en se servant de procédés analogues à ceux par lesquels on fabrique l'acier dans l'appareil *Bessemer*.

On sait que, dans le convertisseur *Bessemer*, la fonte est transformée en acier, ou en fer doux, par la simple action du vent froid. L'air brûle les éléments étrangers, de sorte qu'en moins d'une demi-heure on peut non seulement affiner 5 à 10 tonnes de fonte, mais encore obtenir le produit affiné à l'état *fluide*, grâce à la haute température produite.

Diverses personnes se sont demandé, il y a plusieurs années déjà, si le même procédé ne pourrait pas s'appliquer au traitement des matières cuivreuses? De même qu'au haut fourneau le minerai de fer est réduit à l'état de fonte, le minerai de cuivre est aussi ramené, par une simple fusion, dite *fonte crue*, en un composé sulfuré brut, formé de cuivre, de fer et de soufre. Dans les deux opérations on sépare les métaux d'avec les *gangues*, et dans les deux opérations les produits principaux sont analogues; d'un côté c'est un carbure et siliciure de fer et de manganèse; de l'autre, un sulfure de fer et de cuivre. Or, si l'on peut, par la simple action du vent, se débarrasser du silicium, du manganèse et du carbone, ne doit-on pas pouvoir enlever aussi, de la même manière, le soufre et le fer, puisque ces deux éléments sont plus oxydables que le cuivre?

Au premier abord, rien, en effet, ne semblerait devoir être plus facile, et pourtant les essais tentés en Angleterre par M. Haloway et d'autres, il y a quelques années, n'ont pas réussi. C'est qu'au fond, malgré l'analogie apparente, les circonstances sont, de part et d'autre, assez différentes. Dans le cas de la fonte, les éléments à oxyder ne dépassent pas 9 à 10 pour 100 du poids de la fonte, tandis que la matte contient rarement, dans le cas le plus favorable, au delà de 50 à 60 pour 100 de cuivre. Il faut donc enlever par oxydation 40 à 50 pour 100, et souvent même 70 à 75 pour 100, car les mattes *ordinaires* ne renferment guère plus de 25 à 30 pour 100 de cuivre.

Outre cela, les éléments étrangers de la fonte, le silicium et le carbone, développent, en brûlant, le premier 7,800, le second 8,000 calories, tandis que le soufre et le fer de la matte ne produisent guère plus de 2,200 et 1,500

calories. Il est vrai que la chaleur spécifique du cuivre est moindre que celle du fer, les deux tiers environ; de plus, le poids du cuivre dans la matte est bien au-dessous de la proportion de fer dans la fonte, de sorte qu'en réalité l'affinage de la matte exige moins de chaleur que l'affinage de la fonte. A priori donc, le procédé ne paraît pas impossible, mais on devait cependant s'attendre à des difficultés, par suite de la masse énorme de fer à oxyder.

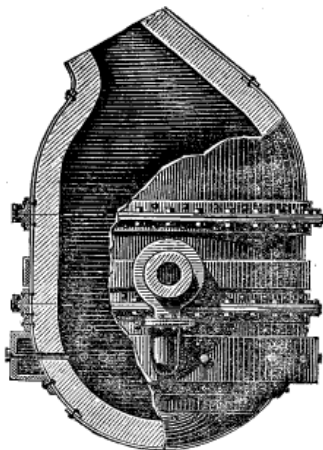
Ces difficultés et l'insuccès des premiers essais, tentés en Angleterre, n'arrêtèrent pas M. P. Manhès, de Lyon, qui possède à Védènes, près de Sorgues, dans le département de Vaucluse, un laminoir pour cuivre.

Cet habile industriel, déjà connu par la préparation et les applications du *cupro-manganèse*, entreprit ses premiers essais, il y a deux ans environ, dans un petit convertisseur pouvant recevoir 200 kilog. M. Manhès disposa d'abord cet appareil à la façon de la cornue *Bessemer* ordinaire, avec une boîte à vent à la base et de nombreuses tuyères verticales, injectant l'air, de bas en haut, dans le bain métallique de la cornue. Il opéra sur la matte ordinaire, préalablement fondue dans un creuset. Il constata, comme on devait s'y attendre, que le soufre et le fer s'oxydaient rapidement, que le soufre s'échappait à l'état d'acide sulfureux, et que l'oxyde de fer formait une scorie fluide avec la silice de la garniture argileuse de la cornue. Dans les premiers moments tout allait bien. La chaleur développée par la combustion du fer et du soufre suffit pour maintenir la fluidité du bain métallique et de la scorie ferrugineuse. Mais des difficultés survenaient vers la fin de l'opération. Elles étaient de deux sortes. D'une part, la scorie s'épaissit par la transformation graduelle d'une partie du protoxyde de fer en fer oxydé magnétique, qui s'isole du silicate ferreux. Le vent traverse alors difficilement la masse. La scorie est soulevée, et finalement en partie projetée au dehors. D'autre part, à mesure que le soufre était brûlé, le cuivre métallique, plus dense que la matte, gagnait le fond de la cornue et s'y refroidissait, par suite de la disparition des éléments combustibles. Les tuyères s'obstruaient graduellement, par la solidification du cuivre métallique, ce qui obligeait de couler le métal, avant l'épuration complète de la partie haute du bain. Là on retrouvait un reste de matte, moins dense et plus fusible que le cuivre pur.

On a multiplié et varié les essais, mais aussi longtemps que l'on fit usage de la cornue *Bessemer* proprement dite, avec ses tuyères verticales, les difficultés furent les mêmes. Il fallut toujours arrêter l'opération avant le départ complet du fer et du soufre. C'est, sans doute, ce qui dut arriver aussi en

Angleterre, et cela explique l'insuccès des essais que l'on y avait entrepris.

Quant à M. Manhès, il ne se laissa pas rebuter par ce premier échec. Ayant reconnu que la principale difficulté provenait de l'action réfrigérante



du vent sur le cuivre épuré, il substitua, aux tuyères verticales, des tuyères horizontales, injectant le vent dans le bain à une certaine distance au-dessus du fond de la cornue. La boîte à vent de la base fut remplacée par une couronne circulaire creuse, enveloppant la cornue à quelques centimètres au-dessus du fond et pourvue d'une série d'orifices latéraux, injectant le vent horizontalement dans le bain métallique.

Ainsi modifié, l'appareil fonctionna bien ; ou, du moins, le cuivre ne se figea plus. On put transformer toute la matte, et produire

du cuivre retenant au maximum $1\frac{1}{2}$ pour 100 d'éléments étrangers. Restait la difficulté provenant de l'abondance des scories ferreuses. On y remédia de diverses manières.

Lorsque la matte est riche, d'une teneur de 50 à 60 pour 100, par exemple, les scories sont peu gênantes ; on se contentait d'ajouter un peu de quartz, qui se combine au protoxyde de fer et empêche la formation du fer oxydé magnétique ; ou bien, de la fonte de fer *manganésée*, pour avoir du silicate de manganèse.

Dans le cas de mattes pauvres, d'une teneur de 25 à 30 pour 100, on fractionnait l'opération. On soufflait dans une première cornue, jusqu'à ce que la matte fût parvenue à la teneur de 60 pour 100 ; on la séparait alors des scories et achevait l'épuration dans une cornue regarnie à neuf.

Bref, ces essais préliminaires, poursuivis pendant une année à l'usine de Védènes, prouvèrent qu'il était non seulement *possible*, mais encore *facile* de transformer rapidement les mattes de cuivre en cuivre rouge, ne retenant pas au delà de $1\frac{1}{2}$ pour 100 d'éléments étrangers.

Dès lors, M. Manhès constitua une société pour exploiter industriellement le procédé nouveau.

On s'installa dans l'ancienne usine des Éguilles, près de Sorgues (Vaucluse), où l'on dispose d'une puissante chute d'eau. On y éleva trois demi-hauts fourneaux, pour la fusion des minerais et la refonte des mattes, et trois con-

vertisseurs de grandes dimensions, pour la transformation de la matte en cuivre métallique.

Depuis six mois, l'usine marche régulièrement, et produit chaque jour 4,000 kilog. de cuivre épuré; on construit même, en ce moment, de nouvelles cornues pour pouvoir doubler la production. J'ai visité l'usine au mois de février, et j'ai pu constater la parfaite régularité du travail.

Les cornues *Bessemer*, dont on se sert aux Éguilles, avaient été construites pour une usine à fer du Doubs et devaient recevoir 3,000 kilog. de fonte par opération. Elles ont intérieurement 1^m,40 de diamètre et 2 mètres de hauteur totale. On les transforma d'après le système ci-dessus décrit : au lieu d'une boîte à vent à la base et des tuyères verticales, on a établi une couronne à vent circulaire, avec vingt petites tuyères horizontales, placées à 0^m,30 environ au-dessus du fond de la cornue.

En face de chaque tuyère on a percé, dans la couronne à vent, un orifice cylindrique fermé à l'aide d'un bouchon en fer. On peut ainsi inspecter, à tour de rôle, l'état de chacune des tuyères, pendant la marche même de l'opération, et les dégager à l'aide d'une broche, dans le cas où elles viendraient à s'obstruer.

Les mattes et les minerais de cuivre viennent de divers lieux : de la mine de Saint-Georges-d'Heurtières (Haute-Savoie), des mines du Var, près de Puget-Téniers, et surtout d'Italie et d'Espagne. Les minerais sont transformés en mattes par une simple *fonte crue*; et les mattes, venant de divers lieux, directement refondues dans un demi-haut fourneau de 3 à 4 mètres de hauteur.

La cornue *Bessemer*, chauffée au rouge, reçoit la matte fondue, puis l'opération commence exactement comme dans les usines à fer. Seulement, au lieu de 3,000 kilog., on ne peut traiter à la fois que 1,500 à 2,000 kilog., parce que la matte fournit, comme je l'ai dit, plus de scories que la fonte de fer; de plus, les scories pâteuses occasionneraient des projections si l'on opérait sur 3,000 kilog.

Comme dans les essais préliminaires, le travail varie avec la teneur des mattes. Lorsqu'elles tiennent 50 à 60 pour 100 de cuivre, l'opération s'achève sans peine en quinze à vingt minutes; on arrête le soufflage dès que les vapeurs sulfureuses cessent de se montrer au col de la cornue; on coule alors séparément le métal dans des lingotières en fonte, et les scories sur le sol de l'usine.

Si, au contraire, la matte est pauvre, on fractionne l'opération pour se

débarrasser des scories ferreuses; après une première période de soufflage, lorsque la matte est enrichie, on la coule avec les scories dans une lingotière conique en fonte, où les deux substances se séparent par suite de leur différence de densité.

Après refroidissement complet, on refond la matte et la retraite de même dans une autre cornue, où s'achève alors la désulfuration. Avec un nombre suffisant de cornues, on pourrait même retraiter directement la matte fluide, dès la sortie du premier convertisseur. Lorsque les scories deviennent pâteuses, on ajoute d'ailleurs, pour éviter les projections, du quartz ou de la fonte de fer riche en manganèse.

J'ajouterai maintenant qu'on ne se contente pas, à l'usine des Éguilles, de traiter des mattes *pures*, on traite aussi des mattes plus ou moins arsénicales, antimoniales, plombeuses, zincifères, stannifères, etc. Tous ces éléments étrangers sont scorifiés ou volatilisés. Le produit final est presque aussi pur que dans le cas où les mattes brutes renferment uniquement du fer et du soufre.

On peut même passer au convertisseur, soit seuls, soit mélangés aux mattes, de vieux bronzes, de vieux laitons, de vieux cuivres, etc. Le zinc, l'étain, le plomb s'oxydent facilement. Seulement, dans ce cas surtout, il convient d'ajouter au cuivre impur un peu de fonte manganésée, afin de rendre les scories plus fluides.

Ajoutons enfin, que si les scories ferreuses, provenant de l'affinage *Bessemer*, renferment habituellement 2 à 3 pour 100 de cuivre, à l'état de grenailles, ce n'est pas là un déchet réel, parce qu'on les repasse indéfiniment au demi-haut fourneau avec les minerais.

En résumé, on le voit, la métallurgie du cuivre se trouve aujourd'hui singulièrement simplifiée.

Au lieu de six, huit, dix opérations coûteuses, tour à tour oxydantes et réductives, faites au réverbère, pour éliminer le soufre, le fer et les autres éléments, le traitement se compose, dans la nouvelle méthode, uniquement d'une première fonte pour mattes, à laquelle succède directement le travail du convertisseur, qui donne un métal plus pur que le cuivre brut ordinaire, et dont l'affinage final sera, par suite, également simplifié. Il contient, en effet, comme je l'ai dit, au plus 1 1/2 pour 100 d'éléments étrangers, tandis que le cuivre brut du Chili, traité par les affineurs français, renferme en moyenne au moins 4 pour 100 d'impuretés. Ainsi donc, le travail est finalement réduit de six ou huit opérations à trois.

Je ne veux pas dire par là que le procédé *Bessemer* modifiera la métallurgie du cuivre d'une façon aussi radicale que l'a été celle du fer; mais on peut, en tout cas, prédire à la méthode nouvelle un fort bel avenir. La main-d'œuvre et la consommation de la houille sont réduites dans une proportion telle que toutes les usines à cuivre s'empresseront de l'adopter tôt ou tard.

En France surtout, où la houille est chère, ce procédé permettra d'utiliser des minerais qui, jusque-là, ne pouvaient y être traités. On doit donc reconnaître que M. P. Manhès a rendu, par ses efforts persévérants, un signalé service; et le progrès réalisé est d'autant plus remarquable, qu'à part l'emploi du *cupro-manganèse*, dont la préparation est également due à M. Manhès, la métallurgie du cuivre était restée complètement stationnaire durant les cinquante dernières années. J'ajouterai enfin, que c'est aussi à l'initiative de M. Manhès que l'on doit la substitution du four Siemens au réverbère ordinaire, comme four d'affinage pour le cuivre brut. Les fours Siemens de Védènes sont même exclusivement alimentés avec les lignites médiocres des environs de Manosque.

M. Manhès a été aidé dans ses essais par M. l'ingénieur David, aujourd'hui directeur de l'usine des Eguilles où l'application des appareils *Bessemer* fonctionne régulièrement depuis six mois.

NÉCROLOGIE.

NOTICE PRÉSENTÉE PAR M. F. LE BLANC, SUR L.-A. SALVETAT,
MEMBRE DU COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES.

SALVETAT (Louis-Alphonse), est né à Paris le 17 mars 1820. Après avoir suivi les classes du collège Bonaparte (aujourd'hui lycée Fontanes), il fut admis à l'École centrale des arts et manufactures, à la suite du concours de 1838. Au bout de trois ans d'études consciencieuses, il obtint, en 1841, un diplôme d'ingénieur-chimiste. Cette même année, Salvetat entra à la Manufacture royale de porcelaines de Sèvres, en qualité de chimiste du laboratoire, sous les auspices de notre illustre président, M. Dumas (J.-B.), gendre de feu Brongniart (Alexandre), de l'Institut, administrateur de la Manufacture, qui a laissé des souvenirs durables dans cet établissement. Constatons, qu'avant Salvetat, cette position de chimiste avait été occupée par des hommes d'une véritable valeur et qui se sont signalés par des travaux remarquables en chimie. Ainsi, d'abord :

Laurent, qui, en quittant la manufacture de Sèvres, où il fit ses premiers travaux, devint professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux, puis, correspondant de l'Académie des sciences. Une longue série de mémoires, surtout en chimie organique, ont rendu son nom célèbre ;

Puis, Malaguti (de Bologne, en Italie) admis au laboratoire de Sèvres, après avoir travaillé au laboratoire de l'École polytechnique, sous la direction de MM. Dumas et Pelouze.

Les premiers mémoires publiés par Malaguti datent de son séjour à Sèvres, sous l'administration de M. Brongniart (Alexandre), qui sut apprécier les rares qualités et aptitudes du chimiste de la Manufacture et s'empressa de se l'adjoindre comme collaborateur pour l'un de ses mémoires. Plus tard, après avoir obtenu les grandes lettres de naturalisation, Malaguti est devenu, successivement, professeur de chimie à la Faculté des sciences de Rennes (lors de sa création), correspondant de l'Académie des sciences (section de chimie) et, vers la fin de sa carrière, recteur de l'Académie de Rennes. Malaguti eut pour successeur au laboratoire de Sèvres, M. de Margnac, ingénieur des mines, qui s'est fait connaître par de nombreux travaux de chimie et qui, passé, bientôt, professeur de chimie à l'Académie de Genève, est, aujourd'hui, correspondant de l'Académie des sciences, à la suite de la publication d'un grand nombre de mémoires importants.

On nous pardonnera d'avoir rappelé des noms bien chers à la science, à l'occasion de cette Notice sur notre regretté collègue Salvétat. Ce jeune ingénieur, accueilli avec bienveillance par M. Brongniart (Alexandre), à sa sortie de l'École centrale, comprit les obligations que lui imposaient les souvenirs laissés par ses prédécesseurs et se mit courageusement au travail. Salvétat a occupé la position de chef des travaux chimiques à la Manufacture de Sèvres pendant près de 40 ans. Quelques années après son admission au laboratoire de Sèvres, les fonctions de chef du service des mouffes furent ajoutées à celles qu'il remplissait déjà. Il fut, successivement, sous les ordres de MM. Brongniart (Alexandre), Ebelmen, Regnault (Victor), Robert, administrateurs de la Manufacture. Peu après l'arrivée à Sèvres de M. Lauth (Charles), en qualité d'administrateur, il fut admis à faire valoir ses droits à la retraite le 16 juillet 1880.

Après son entrée au laboratoire de Sèvres, Salvétat, tout en s'occupant des analyses du service, publia successivement divers mémoires qui furent insérés dans les *Annales de chimie et de physique* (3^e série).

Nous citerons notamment les mémoires dont les titres suivent :

Sur un jaune fusible pour peinture sur porcelaine (1).

Sur un hydrosilicate de zircon, cristallisé, de la Vienne (2).

Analyse de grès cérames (3).

Silice hydratée d'Alger (4).

Emploi du platine dans la peinture sur porcelaine (5).

Rouges pour porcelaine (6).

Analyses de bronzes antiques (7).

Analyses d'hydrosilicates d'alumine (8).

Deux mémoires, en commun avec Ebelmen, sur les matières employées en Chine pour la fabrication de la porcelaine (9).

Mémoire sur les eaux d'irrigation (en commun avec M. Chevandier [Eugène]) (10).

Salvetat a été chargé par la famille de feu Alexandre Brongniart, de publier la 2^e et la 3^e édition du *Traité des arts céramiques*.

Il a ajouté à ces publications diverses notices, intéressant cette industrie (1854-1857).

On trouve dans l'histoire de la porcelaine chinoise, traduite par feu Stanislas Julien, de l'Institut, plusieurs notes intéressantes de Salvetat.

Notre collègue a publié ses leçons de céramique, faites en 1857, à l'École centrale. On lui doit, encore, une traduction de l'anglais, en collaboration avec M. le comte d'Armand, d'une histoire des poteries, faïences et porcelaines, de Maryal, 1866 (2 volumes).

Salvetat a encore publié de nombreux articles de fond dans le *Dictionnaire des Arts et Manufactures* de notre collègue, M. Charles de Laboulaye. Citons, encore, de nombreux articles dans diverses publications techniques et périodiques, notamment dans la *Revue des Industries chimiques et agricoles*.

Il faisait partie du comité de rédaction du journal *le Génie civil*, nouvellement fondé.

(1) *Ann. de ch. et de phys.*, 3^e série, t. XV, p. 484.

(2) *ib.* *ib.* t. XXI, p. 376.

(3) *ib.* *ib.* t. XXIII, p. 249.

(4) *ib.* *ib.* t. XXIV, p. 348.

(5) *ib.* *ib.* t. XXV, p. 342.

(6) *ib.* *ib.* t. XXVII, p. 333.

(7) *ib.* *ib.* t. XXIX, p. 361.

(8) *ib.* *ib.* t. XXXI, p. 102.

(9) *ib.* *ib.* t. XXXI, p. 257 et XXXV, p. 342.

(10) *ib.* *ib.* t. XXXIV, p. 301.

En 1844, Salvétat fut chargé de faire, à l'École centrale des arts et manufactures, un cours sur l'industrie céramique.

En 1873, le Conseil des études ajouta à ces leçons, un cours sur la métallurgie des métaux, autres que le fer (appelés, familièrement, à l'École centrale, *les petits métaux*, attendu qu'un cours tout entier est fait, à cette école, par un professeur spécial, sur la seule métallurgie du fer). Puis, quelques leçons lui furent demandées sur le blanchiment et la teinture.

Enfin, en 1877, le Conseil des études le chargea d'ajouter à son cours quelques leçons sur l'industrie de la verrerie (verre, cristal, glaces) lorsque M. Peligot (de l'Institut) eut cessé de professer, sur ces matières, des leçons distinctes de son cours de chimie analytique. On sait que ces leçons de M. Peligot sur la verrerie, ainsi que ses leçons de chimie analytique, ont laissé à l'École centrale des souvenirs durables. On peut juger, par les renseignements qui précèdent, de l'extension et de l'importance qu'avait acquis le cours de Salvétat, cours qui avait fini par prendre le titre de *technologie chimique*, comme faisant suite, ainsi, au cours de *chimie industrielle*, proprement dit.

Salvetat remettait, chaque année, entre les mains de ses élèves, un Album qui, en dernier lieu, se composait de 70 planches cotées, avec légendes explicatives, à l'appui de ses leçons.

Salvetat appartenait au comité des arts chimiques du Conseil de la Société d'encouragement depuis 1851. Il fut, longtemps, l'un de ses membres les plus actifs et les plus dévoués. De 1852 à 1878 de nombreux rapports (dont nous donnons la liste plus bas) témoignent de son zèle et de son excellent jugement. Ces rapports et notices ont trait à diverses industries chimiques, mais, plus particulièrement, à la céramique, à la verrerie et à la teinture.

Notre collègue était membre de plusieurs sociétés savantes. Il appartenait à la Société des ingénieurs civils et fut président de cette Société, pendant l'année 1865.

Il a fait partie des Jurys des récompenses aux Expositions universelles de 1855, de 1867 et de 1878. Sa grande compétence dans l'examen des industries céramiques était hautement appréciée. Il fut nommé chevalier de la Légion d'honneur, à la suite de l'Exposition universelle de 1855. Il était, aussi, décoré de plusieurs ordres étrangers.

Salvetat avait été nommé chimiste-expert près les tribunaux de la Seine.

Dès 1880, sa santé, fortement ébranlée, l'avait obligé à se faire suppléer, à plusieurs reprises, dans son enseignement à l'École centrale. En 1881, l'état

de sa santé, de plus en plus altérée, le décida à renoncer, définitivement, à son cours. Il adressa, au Conseil des études, sa démission, en termes émus. Cette détermination fut accueillie avec un vif regret par le Conseil et par tous ses collègues à l'Ecole.

Nous avons dit, qu'en 1880, Salvetat avait été admis à faire valoir ses droits à la retraite de la position qu'il occupait à la Manufacture nationale de porcelaines de Sèvres. Sa position régularisée, il s'occupait, encore, de céramique et de teinture, en qualité d'expert, ou de conseil. En quittant la Manufacture, il s'était établi à Sèvres, près de l'ancienne manufacture, en attendant qu'il pût s'installer dans une petite maison qu'il avait fait construire. Sous l'influence d'un repos relatif, les douleurs, dont il souffrait, se modifièrent et perdirent de leur acuité. Mais, la situation acquit, bientôt, une nouvelle gravité. Il essaya de lutter et quitta Sèvres, vers la fin d'avril dernier, pour se rendre à Creil, à l'occasion d'une expertise. Bientôt, aux environs de cette ville, à Cramoisy, où il était descendu chez des amis, il fut frappé, le 30 avril 1882, d'une attaque d'apoplexie séreuse et perdit connaissance. Cet état se prolongea, sans souffrances apparentes, pendant quelques jours. Enfin, le 3 mai, il s'éteignait, entouré de sa famille. Madame et mademoiselle Salvetat, M. Hippolyte Salvetat, son fils, ingénieur des arts et manufactures (1866), ingénieur à la Société des mines de Lens, étaient tous accourus, à la nouvelle de la crise fatale.

Organe du comité des arts chimiques, je viens offrir à la mémoire de notre collègue un témoignage d'affection et de regrets.

RAPPORTS ET COMMUNICATIONS DE L.-A. SALVETAT, A LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT.

Première série.

Application du platine sur les vases céramiques, 1^{re} série, t. LI, p. 801.

Sur la fabrication de la porcelaine de Chine, 1^{re} série, t. LII, p. 79.

2^e série.

Sur les travaux de restauration d'objets d'art de M. Pierrat, I, p. 33. — Programme de prix relatif à l'emploi de l'acide borique et du borax, 53. — Sur un ouvrage de M. Planchon, intitulé le *Cachemire*, 183. — Procédé de peinture à l'huile de M. Lamare, 107. — Colorations incrustées dans le verre par M. Tissot, 201. — Porcelaine tendre de M. de Bettignies, 489. — Produits céramiques de M. Vieillard,

753. — Sur les procédés de gravure en couleurs de M. Desjardin, II, p. 78. — Sur les objets en galvanoplastie renforcée de M. H. Bouilhet, 259. — Objets en lave et basalte fondus de M. Stanley, IV, 200. — Briques combustibles de M. Tiget, 260. — Leçons de céramique professées à l'École centrale, 763. — Procédés d'acétification de M. Henry, V, 88. — Procédés de restauration des émaux (genres Limoges et Bernard Palissy), imaginés par M. Corplet, 148. — Sur les yeux artificiels, en émail, de M. Desjardins de Morainville, 149. — Sur les objets en porcelaine de Bayeux, fabriqués par M. Gosse, 193. — Sur les procédés de gravure et d'impressions en couleurs de M. Digeon, 257. — Procédés de damasquinure de M. Dufresne, 261. — Sur l'emploi des sulfures métalliques dans l'impression des tissus, proposé par M. Sacc, 415. — Sur les couleurs minérales préparées par M. Dosnon, 418. — Sur le système de fours pour la cuisson des produits céramiques, présenté par M. Hands, 457. — Sur les mosaïques en terre cuite de MM. Saunier et comp., 521. — Sur un nouveau système propre à la reproduction des moules d'assiettes, dans la fabrication des porcelaines, imaginé par M. Moreau-Hubert jeune, 768. — Sur le vert de chrome de M. Guignet, VI, 321. — Sur les objets céramiques fabriqués par M. Jonnet, 539. — Système d'étendage du verre de M. Binet, 601. — Procédés de M. E. Kopp, pour la préparation industrielle du vermillon d'antimoine, 603. — Nouveau genre de porcelaine décorative de M. Brianchon, 662. — Fabrique de pierre à affiler, dresser et polir les métaux de MM. Desplanque, 721. — Appareil de M. Félix Deshayes, destiné à opérer mécaniquement pour la teinture des matières textiles en écheveaux, VII, 322. — Matières colorantes des fleurs de mauve noire, appliquées par M. E. Kopp à la teinture des matières textiles, 332. — Procédé de dorure, sans brunissage, de la porcelaine, par MM. Dutertre, VIII, 129. — Sur l'ouvrage de M. Koepelin, intitulé : *Fabrication des tissus imprimés*, 215. — Sur les verres pour toiture de la fabrique de Saint-Gobain, 264. — Système de reproduction mécanique des tableaux à l'huile, imaginé par M. Méresse, 323. — Sur le borate double de soude et de chaux du Pérou, dit : *Tinkalsite*, 360. — Sur un appareil mécanique à mouler les pâtes céramiques, inventé par M. Billay, 393. — Sur l'ouvrage de M. Flamm, intitulé : *Le Verrier du XIX^e siècle*, X, 267. — Sur le livre de M. Grison, intitulé : *Le Teinturier du XIX^e siècle*, 325. — Gravure sur verre à l'acide fluorhydrique de M. Kessler, XI, 91. — Sur le vert d'hydrate d'oxyde de chrome de M. Guignet, 143. — Sur les gargousses de M. Gras, XII, 275. — Sur la fabrication des glaces et miroirs, au moyen de la métallisation du platine sur le verre, par MM. Creswel et Tavernier, 526. — Sur la fabrication des couleurs vitrifiables de M. Lacroix, 656. — Sur les couleurs nacrées, appliquées à la décoration des verres, des faïences et des porcelaines, par M. Brianchon, XIV, 490. — Sur les produits céramiques recouverts d'une glaçure sans plomb, trouvée par M. J. Richard, 558. — Sur les produits destinés à la teinture et à l'impression préparés par M. Coëz, 745. — Observations au sujet des terres réfractaires découvertes par M. Fournel, dans le centre de la France, XVII, 253. — Sur les couleurs vitrifi-

bles en tube, broyées à l'eau ou à l'essence, par M. Lacroix, XX, 119. — Sur le système de moufle de M. Poillard, pour cuire les peintures sur porcelaines, sur verre, etc., 499. — Sur la machine à broyer les couleurs de M. Bewley, 705.

3^e série.

Pantographe circulaire de M. Guérin, III, 105. — Machines à fabriquer les assiettes de porcelaine de M. Faure, III, 223 et 733, et V, 525.

PHYSIQUE.

CONFÉRENCE SUR LES PARATONNERRES FAITE AU CONGRÈS INTERNATIONAL DES ÉLECTRICIENS, A PARIS, PAR M. MELSSENS.

Mesdames, Messieurs (1),

J'ai eu l'honneur d'exposer mon système au sein du Congrès, composé de savants compétents, venus de toutes les parties du monde, dans le seul intérêt de la recherche de la vérité.

Je me suis proposé d'expliquer les motifs qui m'ont guidé dans le choix des dispositions qui, à une époque de doutes (1863-1865) sur l'efficacité de l'ancien système, me paraissaient de nature à compléter la protection du système de Franklin.

Mon illustre et vénéré maître, M. Dumas, président de la première section du Congrès, a bien voulu me demander une conférence, sur ce sujet. Cette tâche, honorable, mais difficile pour moi, je vais essayer de la remplir, dans la limite de mes forces et en sollicitant toute votre indulgence.

Définition du paratonnerre. — Considérations générales.

Rien de plus simple à définir qu'un paratonnerre, conformément aux principes de Franklin : c'est un dispositif métallique aérien (pointe ou tige verticale), dominant un édifice et mis en communication métallique, non interrompue (conducteur), avec le *réservoir commun*, c'est-à-dire avec la terre. L'électricité, sous forme de courant,

(1) Cette conférence, extraite de la *Revue scientifique*, rend la pensée de l'auteur, bien qu'elle n'ait pas été rédigée par lui et qu'elle n'ait pas été sténographiée; M. Melsens avait donné quelques éclaircissements et quelques notes, lors de la rédaction, à feu Antoine Bréguet, le regretté directeur de la *Revue scientifique*, qui avait bien voulu se charger de coordonner ces notes. L'auteur de la conférence a fait, ici, diverses additions, entre autres, la note inédite contenant les énoncés des diverses règles proposées pour la zone de protection des paratonnerres.

d'étincelle ou de foudre, suit forcément le métal et se diffuse, sans danger pour l'édifice, dans la terre.

Dans aucun système on ne peut songer à modifier les principes, les lois physiques sur lesquels s'est appuyé Franklin pour la conception de son paratonnerre.

C'est à ce savant qu'il faudra toujours rapporter l'honneur et le bienfait de la préservation des coups de foudre, que l'Académie des sciences de Paris caractérisa, en disant : *ERIPUIT CŒLO FULMEN ! Il a enlevé la foudre au ciel.* .

Qu'on analyse tout ce qui a été écrit depuis Franklin et l'on sera bientôt convaincu que l'on n'a rien inventé, en fait de paratonnerres, en tant qu'il s'agit de conduire la foudre à la terre, en lui traçant un chemin qui la rend inoffensive pour les édifices et leurs habitants.

Il y aura toujours à considérer dans le système de protection :

1° Un organe métallique aérien : barre à section prismatique, obtuse, cône, tige pointue, aigrette, sphère lisse, ou hérissée de pointes, baïonnette, étoile, girouette, c'est-à-dire un dispositif dominant l'édifice ; ce réceptacle est chargé de recevoir le coup, mais il doit être disposé de façon à conduire la foudre là où elle ne peut plus être nuisible ;

2° Un conducteur métallique de n'importe quelle forme, verge ou baguette ronde, carrée, ruban, tube, corde, tresse, etc., en communication directe avec le réceptacle, sera la voie de l'écoulement de la foudre dans la terre, comme l'eau des toits s'écoule au sol par les conduites de descente ;

3° Mais il faut que ce conducteur se prolonge dans la terre, dans un sol humide, ou dans l'eau. On peut le terminer par un dispositif métallique quelconque, bien entendu, sans aucune solution de continuité métallique.

S'agit-il d'appliquer ces principes de façon à réaliser les conditions les plus avantageuses pour parer aux effets du feu du ciel, on peut se trouver en présence de solutions très différentes. En effet, indépendamment de la nature du sol sur lequel l'édifice repose et des matériaux constitutifs de cet édifice, nous devons porter notre attention sur le métal le plus convenable à employer. De plus, il est essentiel de discuter l'appropriation des dispositifs extérieurs qui, dirigés vers les nuées, sont, par cela même, souvent condamnés à être frappés les premiers. Puis viennent, les diverses dispositions à donner aux conducteurs en communication avec le *réservoir commun*, celle de la terminaison, ou *racine souterraine*. Aussi, que de noms illustres dans la science n'aurait-on pas à citer, en Allemagne, en Amérique, en Angleterre, en Autriche, en France, en Italie et en Russie, parmi les savants qui, depuis Franklin, en 1752, se sont occupés de la question ! Que d'instructions diverses à rappeler, que de préjugés à combattre, au début, que de luttes à mentionner !

Les instructions adoptées par l'Académie des sciences de Paris, en 1823 (Gay-Lussac, rapporteur), en 1854-1855 (Pouillet, rapporteur), et en 1867-1868 (Pouillet,

également rapporteur), se rapportent au système généralement suivi sur le continent (premier système cité par M. Mascart) (1).

Mais, depuis 1823, nos édifices modernes ont subi, eu égard aux effets électriques possibles, ou capables de dévier la foudre de sa route ordinaire, le long des conducteurs, des modifications profondes, par suite de l'emploi de masses, parfois énormes, de fer dans les bâtiments et de canalisations métalliques pour le gaz et l'eau, lesquelles se rendent, souvent, jusqu'aux combles, en s'épanouissant, ensuite, dans le sol par des surfaces énormes.

Si tout se justifie dans les instructions de l'Académie, si elles ont été acceptées presque partout, il n'en est pas moins vrai que des accidents sont arrivés, faute d'avoir tout prévu pour la protection ; je citerai le cas du coup de foudre, à Paris, à l'ancienne caserne du Prince-Eugène, munie de sept tiges élevées (2 août 1862). Il y a une foule d'exemples semblables et quelques critiques, parfaitement fondées, jettent un doute sérieux sur l'efficacité *absolue* des paratonnerres de l'ancien système.

Bien qu'entre l'ancien système et le mien il n'y ait, au fond, aucune différence essentielle, quant aux principes, il existe, toutefois, des différences notables dans les détails d'exécution.

Ces modifications peuvent se rapporter à une ancienne maxime : *DIVIDE ET IMPERA ; diviser pour régner*. Dans l'espèce, diviser les conducteurs pour augmenter leur efficacité.

J'ai donc divisé, ou multiplié la partie aérienne, la pointe ; j'ai divisé et multiplié le conducteur ; j'en ai fait autant pour la *racine*, ou le raccordement à la terre. Au lieu d'employer un canal unique pour l'écoulement, un seul lit de rivière, je l'ai ramifié en un véritable *delta*, qui, à mon sens, a pour conséquence une distribution plus large et mieux répartie de ce que l'on est convenu d'appeler le *fluide électrique*.

Par là, j'ai cherché à imiter ce que la nature fait pour l'arbre, en divisant ses branches, en le munissant de feuilles destinées à soutirer, par une grande surface, la force de la lumière, de la chaleur, et même de l'électricité émanant du soleil ; j'ai cherché, de plus, à imiter ce que la nature a fait à l'égard de la racine du végétal, en la ramifiant pour faciliter l'absorption des sucs nourriciers de la terre.

On comprend aisément que, si au lieu d'un conducteur unique et de forte section,

(1) Dans la 3^e séance de la première section du Congrès, M. Mascart caractérisait les deux systèmes de paratonnerres, en présence, de la manière suivante :

1^o Le système de Gay-Lussac, basé sur l'emploi d'un petit nombre de conducteurs à large section et de tiges de grande hauteur.

2^o Le système de M. Melsens, qui consiste à entourer l'édifice à protéger d'une sorte de cage métallique, formée de conducteurs nombreux, de faible section, et garnie de pointes ou tiges courtes, mais nombreuses.

difficile à manier et à poser, on en prend plusieurs de faible section, chacun, il sera plus facile de placer et de manier ceux-ci ; on pourra les enchevêtrer et l'on finira, ainsi, par constituer une véritable cage métallique, à mailles aussi serrées que l'on voudra.

On peut se demander si une cage pareille préserve, effectivement, le bâtiment. Or, voici une expérience, considérée comme probante par toutes les personnes qui la voient une première fois.

On charge une grande batterie de Leyde, assez fortement pour que sa décharge, au moyen de l'excitateur, soit capable de tuer ou de donner une secousse dangereuse et, même, mortelle, à un animal : lapin, cobaye, ou oiseau ; on fait, ensuite, passer une décharge de même force dans une de ces petites sphères creuses, à mailles serrées, en fil de fer étamé (dans lesquelles les ménagères cuisent le riz), après y avoir introduit un petit oiseau, un poisson, une grenouille, etc., et cela sans prendre la moindre précaution pour que l'animal ne touche pas le métal avec lequel il est en contact immédiat. Eh bien ! les animaux ne manifestent pas le moindre mouvement, ne témoignent d'aucune souffrance lorsqu'on fait passer la décharge. Il est évident, dès lors, qu'ils n'ont pas senti la plus petite secousse électrique.

On peut donner à cette expérience plusieurs formes, qui toutes prouvent que l'intérieur de la cage reste indemne de toute manifestation électrique, sensible, ou dangereuse. Dans mon système, la cage sphérique métallique de l'expérience précédente représente le paratonnerre protégeant l'édifice et ses habitants.

Métaux employés dans la construction des paratonnerres.

Quel est le métal qui conviendra le mieux à la protection contre la foudre ?

Dans la pratique, deux métaux sont employés, à l'exclusion de tous les autres : le cuivre et le fer, ou mieux le fer galvanisé (zingué).

Le cuivre est un excellent conducteur de l'électricité ; il conduit le courant électrique de la pile six ou sept fois mieux que le fer ; mais, lorsqu'il s'agit d'étincelles, ou de courants instantanés, j'ai démontré que ces décharges passent aussi facilement par le fer que par le cuivre, à longueurs et à sections égales pour ces deux métaux. Jusqu'à ces derniers temps, on n'avait pas mis en doute mes expériences, faites en 1865, et, cependant, on continuait à soutenir que le cuivre était préférable, à cause de sa plus grande conductibilité. Aujourd'hui, on veut bien admettre, qu'en général, un paratonnerre en fer galvanisé est aussi convenable qu'un paratonnerre en cuivre. A la vérité, ce dernier se conserve mieux à l'air ; mais, étant d'un prix bien supérieur à celui du fer, il tente les voleurs, quand il se trouve dans des lieux faciles à atteindre. Aussi, que de paratonnerres interrompus, par suite de vols commis et, par conséquent, devenus une cause de danger au lieu d'une arme défensive !

Le cuivre, cependant, en raison de son excellente conductibilité et de sa conserva-

tion à l'air, présente quelques avantages pour la terminaison aérienne du paratonnerre, surtout si on lui donne la forme d'une pointe déliée.

Il est, encore, certains cas particuliers, dans lesquels le cuivre peut offrir quelques avantages, par exemple, lorsqu'il s'agit des paratonnerres des navires, conformément au système de sir William Snow Harris. Ce système a rendu de grands services à la marine britannique. En général, le fer zingué suffit, même à l'état de conducteurs déliés. En Amérique et sur le continent, le fer zingué est, ordinairement, employé pour les conducteurs; en Angleterre, on emploie, plus souvent, le cuivre. Je me demande si les nombreuses réclames, faites en sa faveur, ne sont pas pour beaucoup dans son emploi très répandu en Angleterre, où le fer zingué compte encore des partisans autorisés et désintéressés, lesquels, comme les académies de Belgique, de Berlin et de Paris, admettent que son emploi est aussi efficace que celui du cuivre.

J'ignore si, dans les phénomènes naturels de l'électricité atmosphérique, il peut se présenter, sur des conducteurs massifs en fer et en cuivre, des actions analogues à celles que j'ai démontré exister pour les décharges de fortes batteries, passant dans des fils très minces et très longs de cuivre et de fer. Contrairement à ce qui est admis, en général, on voit le fer résister mieux à la rupture, à la fusion et à la dispersion, que le cuivre.

Il y aurait à tenir compte, dans l'étude de ces phénomènes, que j'espère continuer, des rapports que ces métaux offrent, eu égard à leur densité, à leur fusibilité, à leur ténacité, à leur capacité calorifique, à leur conductibilité pour la chaleur et l'électricité, facteurs qui interviennent, nécessairement, lorsque l'électricité, à haute, ou à faible tension, traverse des fils de cuivre et de fer de mêmes dimensions.

Je ne connais qu'une seule observation, permettant de dire que le fer peut résister, sans détérioration, à un coup de foudre, alors qu'un fil de cuivre, de même diamètre, ne résiste pas. — On sait, en effet, que les fils de fer de 6^{mm},045 (n° 6 de la Jauge de Birmingham) ont résisté aux nombreux coups de foudre qui frappent, en Angleterre, les poteaux télégraphiques (observations de M. W.-H. Preece), tandis que je lis dans les *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften*, année 1876, qu'un fil de cuivre de 6 millimètres a été fondu à plusieurs places, bien qu'une partie du courant électrique foudroyant pût se ramifier dans le bâtiment et se rendre au sol, sans passer par le conducteur.

Sans entrer dans des considérations plus développées, je me bornerai à rappeler que, depuis Gay-Lussac, on a toujours admis que les conducteurs et les raccords à la terre pouvaient être en fer.

Examinons, maintenant, la forme du dispositif terminal aérien.

Pointes.

La terminaison aérienne supérieure, proposée par Franklin, était une pointe aiguë;

mais, on a, successivement, proposé des terminaisons plus ou moins obtuses. Dans mon livre (1) sur les paratonnerres, j'ai discuté toutes les formes proposées, depuis la pointe plus ou moins effilée jusqu'à la sphère.

En général, c'est la pointe qui a prévalu ; elle est toujours employée, mais elle reçoit des formes assez variées et, souvent, au lieu de la pointe unique de Franklin, on fait usage de pointes multiples, sortes d'aigrettes de grande dimension.

Disons, toutefois, que des savants considérables ont fait, dès l'époque de Franklin, une forte opposition à l'emploi des pointes ; ils ont proposé des terminaisons en boule, entre autres ; cependant, l'action des pointes sur les corps électrisés (action en dehors de toute discussion et que l'on est autorisé à appliquer au cas des nuages orageux) nous apprend que ces pointes soutirent tranquillement l'électricité aux nuages, ou envoient aux nuages de l'électricité soutirée à la terre, ce qui les a fait adopter.

Les pointes sont admises, même par les physiciens qui, tout en leur refusant une action préventive énergique, sont bien obligés de leur reconnaître une action, si faible qu'elle soit. Il ne faut, donc, pas la dédaigner, lorsqu'il s'agit de phénomènes dans lesquels de légères poussières, des courants d'air, plus ou moins chaud, plus ou moins humide, peuvent occasionner des déviations de la foudre.

Les pointes, ou les tiges employées, en France, ont une hauteur de 5 à 10 mètres au-dessus du faite du bâtiment. Habituellement, les hauteurs moyennes de 6 à 8 mètres suffisent. Quant à leur emplacement et à leurs distances relatives, les règles posées par les instructions de l'Académie de Paris (2) ne sont pas absolument explicites ; elles laissent une certaine latitude aux constructeurs et un doute qui peut conduire à l'arbitraire.

Une première question se présente, si l'on adopte la pointe formant un cône, ou tronc de cône, plus ou moins aigu, au haut de la tige, depuis le cône dont le rayon de base est égal à la hauteur, jusqu'aux tiges effilées à partir de leur point d'attache au conducteur, où elles n'ont guère que 3 à 3 centimètres et demi de diamètre ; en général, on termine les tiges par un fer carré, aminci et arrondi, à la partie supérieure, d'après les instructions de l'Académie (3).

Pourquoi a-t-on donné aux tiges une hauteur si considérable ? La réponse est facile : on a admis qu'une pointe (comme Franklin et beaucoup d'autres, après lui, l'admettaient) exerce une action *préventive* et que, de plus, elle protège contre l'action de

(1) *Des paratonnerres à pointes, à raccords conducteurs et à raccords terrestres multiples.*

Description détaillée des paratonnerres établis sur l'hôtel de ville de Bruxelles en 1865.

Exposé des motifs des dispositions adoptées, par M. Melsens. Bruxelles, F. Hayez, 1877.

(2) Voir *Instructions*, édit. de 1874, p. 42, 43, 44, 72, 73 et, principalement, p. 142, § IV, n° 10.

(3) Voir *Instructions*, p. 138, § IV, n° 8.

la foudre une zone proportionnelle à sa hauteur. Cependant, les observations ont démontré qu'il fallait rétrécir cette zone, fixée, dans l'instruction de Gay-Lussac, à un cercle d'un rayon double de la hauteur de cette tige et passant par le centre. Or, cette prétendue zone de protection présente, de l'avis de tous les physiciens, beaucoup d'arbitraire. Aussi, a-t-elle été constamment restreinte depuis Gay-Lussac. En définitive, quelque faible qu'on la prenne, elle n'est pas de nature à être admise sans contestation. Je crois impossible, dans l'état actuel de la science, de tracer la limite précise de cette zone, ou de ce cercle de protection (1).

La question de la hauteur à donner aux tiges m'a vivement préoccupé ; je l'ai discutée dans diverses publications ; ma conclusion était forcée ; les hautes tiges ne sont, ni nécessaires, ni indispensables ; elles peuvent être remplacées par des pointes nombreuses, courtes, effilées, faciles à établir et à mettre en communication avec le conducteur.

Mais, au lieu d'employer une seule tige, longue et pointue, d'un placement coûteux, j'ai fait voir qu'il était plus avantageux d'employer des aigrettes à six ou sept pointes, hautes de 1 mètre à 1^m,50, ou 2 mètres et plus, et d'en multiplier le nombre sur les conducteurs, ce qui peut se faire à très peu de frais. En effet, une dizaine d'aigrettes en cuivre, d'un mètre, ne coûtent pas autant, avec leurs soixante à soixante-dix pointes effilées, qu'une seule tige de l'ancien modèle et si l'on se contente de fer galvanisé, travaillé en pointe, deux ou trois cents pointes, dispersées sur le faite des édifices, sous forme d'aigrettes à cinq, six ou sept pointes effilées, ne coûtent pas autant qu'une tige unique de hauteur moyenne.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur les paratonnerres exposés au palais des Champs-Élysées, pour apprécier ces différentes formes et avoir une idée générale et complète de tous les systèmes de pointes, ou de tiges : pointes en cônes, plus ou moins obtus (de l'Académie), pointes multiples diverses, plus ou moins longues, sphère garnie de pointes multiples assez courtes, etc. — et, ensuite, les aigrettes de mon système. Je me garderai bien de faire la moindre critique. Indépendamment de pointes assez longues, que je conseille de placer sur le faite des dômes, des flèches, des tours, j'emploie, en général, des aigrettes assez courtes, de 0^m,50 à 1^m,50 et, même, 2 mètres, dont les pointes sont inclinées à 45 degrés et étalées en éventail, ou en corbeille, autour de la pointe centrale, plus longue que les autres ; elles ont de 6 à 8 millimètres de diamètre, à la base. On peut les prendre en cuivre rouge, ou en fer zingué ; on peut employer, aussi, un fil de fer zingué, terminé par une pointe effilée en cuivre rouge, disposition analogue à celle employée par l'Académie pour les grandes tiges.

On me permettra de faire remarquer que les aigrettes en cuivre rouge de l'hôtel de

(1) Voir la note de la p. 465.

ville de Bruxelles, placées en 1865, sont encore parfaitement intactes, aujourd'hui; aucune n'est émoussée et, malgré leur délicatesse, elles ont parfaitement résisté au terrible ouragan du 12 mars 1876.

On pourrait, à la rigueur, admettre que les pointes n'exercent sur les nuages orageux qu'une action assez faible et, cependant, il faut bien admettre, d'après les expériences de Buffon, de Canton, de Dalibard, de Delor et de Lemonnier, que le pouvoir des pointes doit être admis. Les expériences et les observations de Beccaria, de Charles, de Cosson, du docteur Lining, de de Romas et de Toaldo autorisent à admettre que les pointes peuvent transformer les nuages orageux en nuages ordinaires.

Arago, dans sa remarquable notice sur le tonnerre, arrivait, d'après les observations et les expériences de Beccaria, à la conclusion : *que la quantité de matière (fulminante, ou de foudre) enlevée à l'orage, dans le court espace d'une heure, eût suffi pour tuer plus de trois mille hommes.*

Pourquoi de nombreuses tiges courtes peuvent-elles avantageusement remplacer de longues barres de 5 à 10 mètres de hauteur?

Il y a lieu de faire intervenir les considérations suivantes :

1° Les doutes légitimes existant sur la valeur réelle de la zone, ou du cercle de protection ;

2° La hauteur des tiges, toujours très faible, si on la compare à la distance et à l'étendue des nuages orageux; cette hauteur disparaît ou s'évanouit dans les résultats définitifs des calculs, si l'on applique les lois de Coulomb. M. W.-H. Preece, en 1872, a émis la même idée;

3° L'analyse de Poisson (1) sur la distribution de l'électricité à la surface des conducteurs; (Je ne sache pas qu'il y ait lieu de comparer la hauteur de la tige à la hauteur de l'édifice lui-même, ce qui serait, peut-être, une question d'expérience et de calcul à examiner.)

4° La considération que la foudre, dans la plupart des cas, ne frappe pas une seule partie, un seul point, des parties élevées des corps; le plus souvent, ce n'est pas une étincelle unique, mais c'est sous forme de nappe, avec un ou quelques centres principaux d'intensité, que la foudre frappe les corps terrestres, en les enveloppant. C'est, aussi, ce qu'admet M. le professeur Daniel Colladon, à la suite de ses nombreuses observations;

5° Il paraît incontestable que la tension doit diminuer, considérablement, sur un conducteur armé de pointes nombreuses. Or, toute cause qui tend à diminuer cette tension est de nature à permettre un écoulement plus facile, plus prompt, vers le réservoir commun, ou, même, en sens inverse, du réservoir commun vers le ciel. Perrot

(1) *Mémoires de l'Institut, Académie des sciences de Paris, 1811.*

Tome IX. — 81^e année. 3^e série. — Septembre 1882.

a prouvé que, la tension augmentant sur un conducteur, celui-ci devient foudroyant pour les corps voisins;

6° Il y a lieu de signaler un fait qui se présente, assez souvent, pour qu'on en tienne compte. Je veux parler de l'éclair en boule.

On a souvent constaté l'inefficacité des paratonnerres anciens contre la chute de la foudre globulaire; or, M. Gaston Planté admet que les paratonnerres à pointes multiples, agissant sur un grand nombre de points de l'atmosphère, sont plus efficaces que les paratonnerres de grande hauteur et à pointe unique. Ses expériences militent en faveur des paratonnerres à pointes multiples, proposés par Perrot et par moi; quelques-unes d'entre elles appuient, particulièrement, la disposition des pointes, en corbeille, ou en éventail, adoptée pour les paratonnerres de l'hôtel de ville de Bruxelles;

7° M. Gavarret, professeur de physique à la Faculté de médecine, après avoir répété les expériences de Perrot, disait, dès 1865: « Il n'est plus permis, aujourd'hui, d'établir des paratonnerres à une seule pointe »;

8° Les pointes multiples, on ne doit pas l'oublier, remplissent un double rôle, que Franklin avait parfaitement défini, dès 1747; elles *soutirent* le feu électrique des nuages pour le disperser dans la terre, mais, elles peuvent, aussi, le *rejeter* vers le ciel. Le plus souvent, on ne distingue pas, suffisamment, ces deux cas, dans les descriptions des coups de foudre que l'on rencontre dans les livres. La distinction, entre la foudre *ascendante*, ou *descendante*, n'est pas toujours facile à faire, d'après l'observation des dégâts produits. C'est une lacune que l'avenir comblera, sans doute, si l'on se conforme aux vœux du Congrès: 1° *préciser les méthodes d'observation pour l'électricité atmosphérique*; 2° *réunir les éléments statistiques, relatifs à l'efficacité des paratonnerres des divers systèmes et à l'action préservatrice, ou nuisible, des réseaux télégraphiques ou téléphoniques*.

Je me permettrai, à cette occasion, de signaler l'emploi du *Rhé-électromètre* de Marianini, appareil auquel j'ai donné une forme simple et peu coûteuse, qui permet de l'intercaler dans les paratonnerres, comme dans les réseaux des fils télégraphiques et téléphoniques; il indique le sens des courants et nous permet de préciser les cas où *la terre foudroie le ciel* et ceux où *le ciel, ou les nuages, foudroient les objets terrestres*.

J'ajoute que j'ai décrit un cas de foudre ascendante, en donnant la preuve expérimentale que la gare d'Anvers avait *foudroyé le ciel*, le 10 juillet 1865.

Lorsqu'on examine ce que les savants ont écrit sur la question des pointes, on est arrêté par une circonstance délicate. Ainsi, le savant professeur P.-T. Riess pensait qu'un *faisceau de pointes est moins actif qu'une pointe unique*. Il me paraît incontestable que, lorsque les pointes d'une aigrette sont différemment inclinées, lorsque ces aigrettes sont dispersées sur d'assez grandes distances, on ne peut plus leur appliquer la sentence de P.-T. Riess. Des pointes multiples, divergentes, situées à des dis-

tances assez grandes et dans les plans différents d'un édifice, ne doivent pas exercer une action comparable à celle d'un faisceau (*Bundel*) de pointes juxtaposées.

Dans les questions qui touchent au bon fonctionnement du paratonnerre, l'observation, bien faite et bien décrite, a une importance considérable.

A cet égard, il y a lieu de mentionner une observation, publiée, en 1875, par M. R.-J. Mann, président de la Société météorologique de Londres. Il a constaté, à Pietermaritzburg, dans le Natal, après l'établissement, provoqué par lui, d'un grand nombre de paratonnerres, armés de nombreuses pointes, que les chutes de foudre, fréquentes avant son arrivée, étaient devenues très rares, depuis.

Ces observations correspondent à une durée de plusieurs années.

N'est-il pas naturel d'appliquer, à un édifice, une donnée, jugée favorable pour une ville entière, où fonctionnaient de nombreux paratonnerres, armés de pointes, sous forme de balais étalés et ne comprenant pas moins de quarante-deux pointes juxtaposées pour chaque conducteur ?

Je crois, donc, être d'accord avec les faits et les observations, en adoptant les pointes multiples.

Je laisse aux savants électriciens et *parafoudriers* le soin d'apprécier si j'ai raisonné juste et appliqué logiquement les principes de la science, à ce point de vue particulier de mon système de paratonnerres.

Conducteurs nombreux, mais de faible section.

A l'appui de l'inutilité des conducteurs à grande section, je citerai l'opinion de M. W.-H. Preece, membre du Congrès, électricien en chef de l'administration des télégraphes en Angleterre. M. Preece disait, en s'appuyant sur les observations faites en Angleterre sur les poteaux télégraphiques, *qu'un conducteur en fer, de 4 à 6 millimètres de diamètre, était parfaitement suffisant pour protéger une habitation ordinaire; suivant lui, il n'y avait pas lieu de s'astreindre à l'emploi de conducteurs massifs, à grande section. Il ajoutait que l'emploi d'un tel conducteur était comparable à la construction d'un égout, en tunnel, alors qu'un petit tuyau de drainage pouvait être suffisant* (1).

C'est, en partie, au moins, ce principe que j'avais appliqué, dès 1865, à l'hôtel de ville de Bruxelles; mais, par excès de prudence, j'avais employé huit conducteurs de 10 millimètres de diamètre, pour protéger la tour et la flèche et des conducteurs de 6 à 8 millimètres, parcourant le faite de tous les toits. Aujourd'hui, je recommande, en général, l'emploi des conducteurs de fer zingué, de 8 millimètres, faciles à poser, à courber et à onduler, en vue de la dilatation, en leur faisant suivre tous les contours

(1) *The use of such an immense conductor is as though a man built a tunnelled sewer where a small drain pipe would do.* W.-H. Preece (*Journal of the Society of telegraph Engineers*, 1873, vol. I, p. 345).

des bâtiments. — Avant de me décider en faveur de conducteurs pareils, j'ai cru devoir compiler toutes les descriptions de coups de foudre, depuis Franklin, surtout lorsque la foudre avait passé dans un conducteur délié. J'étais arrivé à admettre le principe que Gay-Lussac pose dans son instruction, en tenant compte, bien entendu, des cas où les fils minces étaient détruits, mais avaient, néanmoins, préservé les édifices. Les paroles de cet illustre physicien méritent d'être citées. (*Instructions*, p. 13 et 14, édition de 1874.)

« Quant au conducteur du paratonnerre, une barre de fer de 16 à 20 millimètres, en carré, est suffisante. On pourrait, même, le faire plus petit et se servir d'un simple *fil* métallique, pourvu que, arrivé à la surface du sol, on le réunisse avec une barre métallique de 10 à 13 millimètres en carré, s'enfonçant dans l'eau, ou dans une couche humide. Le fil, à la vérité, serait dispersé par la foudre; mais, il lui aurait tracé sa direction jusque dans le sol et l'aurait empêchée de se porter sur les corps environnants. Au reste, il sera toujours préférable de donner au conducteur une grosseur suffisante pour que la foudre ne puisse jamais le détruire, et nous ne proposons de le réduire à un fil de métal, que pour diminuer les frais de construction des paratonnerres et les mettre à portée de toutes les fortunes. »

Je crois avoir, largement, réalisé la pensée de Gay-Lussac, en employant du fer mince, mais capable de résister à un coup foudroyant, quelle que soit son intensité, à moins, comme le disait Franklin, *que Dieu, pour nos péchés, ne trouvât bon de nous envoyer une pluie de feu, comme sur quelques cités anciennes, auquel cas, il ne faudrait pas s'attendre à voir nos conducteurs, de quelque taille qu'ils fussent, protéger nos maisons contre un miracle.*

Eu égard à la tension électrique d'un coup de foudre, sur un fil, eu égard aux faibles frais, je me suis décidé à employer plusieurs fils et, avant la pose du premier paratonnerre de mon système, j'ai tenu à démontrer le partage d'une étincelle unique entre quatre cents conducteurs métalliques, de conductibilités très différentes (dans les rapports de 1 à 8), de diamètres variables, entre 0^m,0063 et 0^m,00008, dont les sections étaient, entre elles, dans le rapport de 62 à 1; j'ai même pu intercaler, dans ces très minces conducteurs métalliques, des conducteurs médiocres, tels que : eau pure, eau ordinaire, terre humide, terre, ou sable secs. Or, ces expériences m'ont prouvé la divisibilité parfaite de l'étincelle. Elle aura lieu, en conséquence, lors d'un coup de foudre, entre les quelques conducteurs métalliques d'un paratonnerre.

Mes expériences ont, de plus, prouvé que : dans des fils homogènes, de même longueur, les détériorations, lorsqu'il s'en produit, sont les mêmes pour tous, c'est-à-dire que le partage est absolument proportionnel au nombre de conducteurs, ou que l'énergie mécanique reste la même pour tous (1).

(1) Ces expériences ont été répétées, dans ces dernières années. (Voir, *Bulletin de l'Académie Royale de Belgique*, 2^e série, t. XXXIX, année 1875.)

Sir William Snow Harris avait, dès 1834, prouvé par l'expérience, que les décharges de fortes batteries, passant par un seul fil, pouvaient le fondre, tandis que si la décharge passait par deux fils, elle ne les fondait plus, ou les fondait, simultanément, tous les deux.

Raccordements terrestres.

De l'avis unanime de tous les savants qui se sont occupés des paratonnerres, la question du raccordement des conducteurs avec la terre est, incontestablement, la plus importante. Elle réclame l'attention la plus sévère, dans ses dispositions. Qu'on lise les nombreuses descriptions de coups de foudre sur des bâtiments munis de paratonnerres, et l'on sera convaincu, qu'en général, c'est à un défaut de communication avec la terre que doivent être attribués les dégâts produits par la foudre. On se trouve, toujours, en présence d'un contact avec l'eau, ou avec le sol humide, de trop faible section, et parfois, mal établi. — S'agit-il de coups latéraux, qui se produisent souvent, du paratonnerre vers les conduites de gaz, ou d'eau, on s'en rend parfaitement compte, en raison de la surface considérable du contact de ces conduites avec le sol, lorsqu'on la compare avec celle d'un simple puits, tel qu'il est ordonné et disposé, conformément aux instructions de l'Académie des sciences et de la Commission spéciale, chargée d'étudier l'établissement des paratonnerres des édifices municipaux de Paris. — Malgré l'opposition de quelques commissions officielles scientifiques et de quelques savants, on admet, aujourd'hui, l'utilité et la convenance de la liaison des conducteurs des paratonnerres avec les canalisations de gaz et d'eau. Des savants illustres, des commissions académiques et des sociétés, s'occupant de la question des paratonnerres, s'accordent pour adopter ces principes. — On a prouvé, par des observations bien faites, qu'il est plus avantageux, pour l'édifice, comme pour les conduites de gaz et d'eau, de rattacher celles-ci aux conducteurs des paratonnerres, que de les laisser isolées. On sait, en effet, que des conduites ont été endommagées, à la suite de coups de foudre, ce qui, sans doute, n'aurait pas eu lieu si on les eût fait communiquer avec des conducteurs terminés en pointe.

Il résulte des observations continuées, pendant plus de vingt ans, en Amérique, par M. David Brooks, qu'aucun dommage n'est résulté de la liaison des conducteurs des paratonnerres aux conduites de gaz, ou d'eau, tandis que l'on a signalé une foule d'accidents, plus ou moins graves, quand cette liaison a fait défaut.

Il me semble que l'on peut hardiment affirmer, aujourd'hui, que cette liaison doit être, surtout, recommandée, en vue d'éviter des coups latéraux ou des déviations dangereuses de la foudre vers ces conduites et les fers, ou les métaux, qui, actuellement, entrent dans les constructions.

Je m'arrête, un instant, à la question de l'emploi des métaux dans les édifices, car elle se rattache à la considération des canalisations de gaz et d'eau.

J'ai fait voir dans mes publications sur les paratonnerres que, s'il importe de raccorder toutes les masses métalliques, tant intérieures qu'extérieures, avec les conducteurs, il est, non moins utile, d'établir ces communications de façon à former des *circuits fermés* avec les conducteurs du paratonnerre. J'ai appelé l'attention sur les distinctions à établir entre les métaux intérieurs et ceux qui se trouvent à l'extérieur, tels que faîtages, toiles métalliques, chéneaux, gouttières, etc.; de même, entre les métaux intérieurs : 1° des combles et des étages supérieurs; 2° des métaux rapprochés des conducteurs; et 3° des métaux qui se trouvent vers le rez-de-chaussée, ou les caves, souvent peu distants les uns des autres, enfouis dans des maçonneries, plus ou moins humides et médiocrement conductrices, ou, non loin des puits, des pompes et des conduites d'eau et de gaz.

Je crois pouvoir affirmer que, lorsque le paratonnerre possède un raccordement tel, qu'il assure une communication parfaite avec la terre, par une large surface, on peut laisser, sans danger, quelques parties métalliques en dehors du système des conducteurs (1).

On est parfois obligé d'en agir ainsi, et j'ai dû le faire, quelquefois à regret, à cause des difficultés que je rencontrais pour établir ce raccordement dans les édifices achevés.

Ces difficultés, que l'on rencontre, particulièrement, lorsqu'il s'agit de protéger un bâtiment, déjà achevé, disparaîtraient si l'on prévoyait la pose d'un paratonnerre, dès l'établissement des fondations des édifices importants. Dans ce dernier cas, il est, non seulement, facile de faire communiquer toutes les masses métalliques, entre elles, par des circuits fermés, mais, tous les métaux constituent, ainsi, une série de conducteurs nombreux *adventifs*; la pose des conducteurs devient simple, facile et peut se faire à moindres frais.

Je cite, dans mes publications, un exemple frappant, où des millions de kilogrammes de fonte et de fer ont été laissés en dehors du système des conducteurs; en même temps, je fais voir combien il eût été facile de les rattacher, presque sans frais, au système général de la construction et des conducteurs des paratonnerres, tout en consolidant l'édifice.

A l'égard du raccordement avec la terre, les métaux qui conduisent la foudre peuvent être comparés aux lits des fleuves, par lesquels l'eau s'écoule à la mer, leur réservoir commun; mais, avec des sections égales, les métaux, d'une part, l'eau des sources, la terre humide, d'autre part, fournissent un écoulement plus ou moins facile à l'électricité.

Ici, doit se placer une restriction assez importante. En effet, quand on cherche à se rendre compte de la conductibilité des métaux pour l'électricité, ou de la résistance

(1) Voir à ce sujet la note de la p. 470.

qu'elle éprouve à s'écouler par des conducteurs de même section, de même longueur, mais de nature métallique différente, on mesure cette conductibilité, ou cette résistance relative, au moyen de la pile; celle-ci donne un courant électrique de faible tension; or, l'étincelle électrique foudroyante, ou la foudre, possède une tension, relativement beaucoup plus considérable, et, par suite, les coefficients, déterminés d'après le courant de la pile, ne sont pas absolument applicables aux cas de foudre.

Je crois l'avoir prouvé, dès mes premières études, en 1865, en faisant voir qu'une étincelle passe avec autant de facilité par un conducteur en fer que par un conducteur en cuivre, lequel, cependant, conduit six ou sept fois mieux le courant de la pile que le fer, ou lui offre une résistance six ou sept fois moindre. Ainsi l'instantanéité de la décharge, ou du courant, modifie la conductibilité. Mais, nous ne connaissons pas, aujourd'hui, la valeur de ce coefficient, que l'avenir déterminera, tant pour la conductibilité du métal que pour celle des conducteurs, dont nous avons à tenir compte. Je veux parler de l'eau et de la terre humide.

La résistance du fer étant représentée par l'unité, celle de l'eau ordinaire, d'après MM. Becquerel et Pouillet, est représentée par 1 000 000 000 (un milliard), tandis que quelques physiciens admettent que la résistance de la terre humide est, sensiblement, représentée par 4 000 000 000, ou, environ, le quadruple. Il résulte de ces données qu'un paratonnerre, ayant un conducteur métallique d'un centimètre carré de section, devrait, pour transmettre à l'eau, *absolument librement* (c'est-à-dire sans autre résistance que celle qui lui est offerte par le fer, bon conducteur) l'électricité qui le parcourt, ou la foudre qui le frappe, être terminé par une plaque de fer carrée de 225 mètres de côté, et immergée par ses deux faces. Pour réaliser ces mêmes conditions, dans un sol humide, cette plaque ne devrait pas avoir moins de 450 mètres de côté. — Ces conditions sont absolument irréalisables dans la pratique.

Il faut, donc, se rapprocher, autant que la pratique le permet, de cette donnée irréalisable, en augmentant, par tous les moyens dont on dispose, la surface de contact avec l'eau, ou le sol humide, en augmentant, dans le puits, les surfaces de l'organe qui constitue le paratonnerre souterrain, et, surtout, en rattachant les conducteurs de paratonnerres aux immenses ramifications des deux canalisations métalliques du gaz et de l'eau.

Pour l'hôtel de ville de Bruxelles (1), j'ai employé, dans le puits, un tube de fonte offrant 10 mètres carrés de surface, vingt fils de fer pointus, de 5 mètres de long et de 12 millimètres de diamètre, dont la surface immergée équivalait à 4 mètres, soit 14 à 15 mètres, non compris huit grandes lames de charbon des cornues à gaz, de 0^m,35 de largeur, sur une longueur de plus d'un mètre. Des dérivations des conducteurs étaient, en outre, en communication avec les canalisations du gaz et de l'eau.

(1) Le passage suivant est celui dont il est question à la p. 468.

Coût de la pose des paratonnerres.

Il me reste à examiner un dernier côté de la question ; c'est le côté économique. Il est évident que la question d'*efficacité* prime tout le reste ; mais, la sûreté étant acquise, il importe de se rendre compte des frais.

Dès 1823, Gay-Lussac cherchait les moyens de mettre les paratonnerres, trop coûteux à son époque, à la portée de toutes les fortunes. En Écosse, d'après l'illustre professeur et électricien sir William Thomson, les grands manufacturiers prétendent qu'il est moins coûteux d'assurer les bâtiments que de les munir de paratonnerres (1). L'illustre professeur, M. Helmholtz, demandait, à Paris, au Congrès, un examen approfondi de la question de bon marché ; il avait, d'abord, cru que les paratonnerres de mon système étaient plus coûteux que ceux des systèmes anciens.

Je crois avoir éclairé la question d'économie, en donnant les devis et les sommes payées pour l'établissement de quelques paratonnerres, établis, dans ces dernières années, en Belgique.

Les paratonnerres devant couvrir et protéger une superficie donnée de bâtiments, abstraction faite des édifices munis de clochers et de flèches, leurs prix peuvent être évalués, comparativement, d'après le nombre de mètres carrés de surface couverte, protégée. Le prix du mètre carré, pour les paratonnerres construits, conformément à l'ancien système, d'après les instructions françaises, a varié, en Belgique, pour six grands monuments, de 3 fr. 02 à 9 fr. 68, avec une moyenne générale de 4 fr. 46, tandis que le prix de trois paratonnerres de mon système n'a été que de 0 fr. 47 à 0 fr. 77, soit, en moyenne, 0 fr. 66, par mètre carré de surface protégée.

J'ai dit, et je crois pouvoir maintenir, que les détails que j'ai donnés suffisent pour mettre tout ouvrier serrurier, ou forgeron, intelligent, à même de construire un paratonnerre et tout propriétaire soigneux, à même d'en surveiller le bon établissement.

Voici l'exemple d'un paratonnerre établi sur une grande ferme, chez un de mes amis, qui l'a fait poser par des ouvriers ordinaires ; il a employé du fil de 6 millimètres, en fer galvanisé. Le paratonnerre a été muni de trente-six aigrettes, soit deux cent seize pointes, onze contacts avec la terre, dont deux avec deux puits différents et deux avec un étang ; le circuit des faites, qui se trouvent dans neuf plans horizontaux différents, a plus de 300 mètres de développement ; la profondeur moyenne des bâtiments peut être estimée à 7 mètres, soit, en nombres ronds, une surface couverte de 2 000 mètres carrés. Or, le tout a coûté, environ, 400 francs, soit 0 fr. 20 par mètre carré de surface couverte. Je me crois, donc, autorisé à dire : *partout, dans les villes,*

(1) Voici comment sir William Thomson s'exprimait, dans un meeting tenu à Aberdeen : « If I urge our manufacturers to put up lightning conductors, they say : « it is cheaper to insure, than o put up conductors ».

comme dans les campagnes, on pourra, dorénavant, se donner le LUXE de faire armer son habitation d'un paratonnerre, pour se mettre à l'abri de la foudre, tout comme on se donne le luxe d'un foyer pour se garantir du froid et d'une cheminée pour expulser, au dehors, les produits nuisibles de la combustion du bois, ou de la houille.

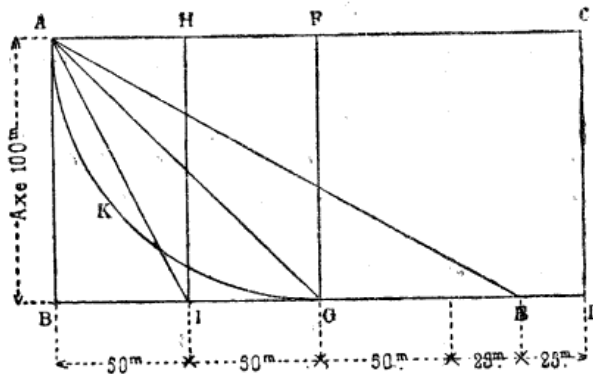
Conclusion.

En résumé, je crois avoir établi que le système de paratonnerres que j'ai proposé réalise, à un plus haut degré l'action *préventive* et *préservative* d'un *parafoudre* et qu'il est, moins imparfait que ceux établis jusqu'à ce jour.

J'attends, avec calme, le jugement que l'avenir portera et la démonstration fournie par les relevés statistiques, dans les divers pays, conformément au vœu émis par le Congrès international des électriciens en 1881.

PREMIÈRE NOTE COMPLÉMENTAIRE SUR LES PARATONNERRES DU SYSTÈME MELSENS.

Dans un article, rédigé comme annexe aux rapports du jury Belge sur le Congrès



RAPPORT.

AB	axe des cylindres et des cônes = 100 mètres au-dessus du sol.		
1°	BD rayon du 1/2 cylindre.	ABDC soit volume 12 566 400 ^{m³} . . .	1
2°	BD rayon du 1/2 cône.	ABD — 4 188 800 ^{m³} . . .	1/3
3°	BE rayon du 1/2 cône.	ABE — 3 207 050 ^{m³} . . .	1/4
4°	BG rayon du cylindre.	ABGF — 3 141 600 ^{m³} . . .	1/4
5°	BG rayon du cône.	ABG — 1 047 200 ^{m³} . . .	1/12
6°	BI rayon du cylindre.	ABIH — 785 400 ^{m³} . . .	1/16
7°	ABGK règle de Preece (cône clochette). .	— 301 200 ^{m³} . . .	1/42
8°	BI rayon du cône.	ABI — 261 800 ^{m³} . . .	1/48

Les rapports 1, 1/3, 1/4, 1/4, 1/12, 1/16, 1/42 et 1/48 ne sont qu'approximatifs.

et l'exposition d'électricité, mais inédit encore, j'ai donné toutes les règles admises ou

proposées pour la zone de protection depuis Gay-Lussac ; j'en ai fait un commentaire assez développé, eu égard à l'importance de la question ; on n'est pas toujours d'accord sur ce qu'il faut entendre par hauteur du paratonnerre. En effet, quelques auteurs la comptent, à partir du sol, d'autres, à partir de son point d'attache sur les bâtiments ; ce que l'on entend par point d'attache ne me paraît pas toujours, exactement, défini. Gay-Lussac, dès 1823, exprimait qu'il était prudent d'admettre que les paratonnerres des clochers ne protègent, efficacement, autour d'eux, qu'un espace d'un rayon égal à leur hauteur *au-dessus du faîtage de leur toit*. (Instruction, page 44.)

Dans la note et la figure ci-jointe, j'ai toujours pris le sol comme point de départ. La figure ci-contre fait voir, d'emblée, les différences de volume pour l'espace protégé.

Règles pour la détermination de la zone de protection des paratonnerres.

Les énoncés suivants donnent les règles admises, ou proposées, pour la zone de protection des paratonnerres ; calcul des volumes des espaces protégés, en prenant 100 mètres pour hauteur de la pointe à partir du sol.

1° D'après Gay-Lussac :

Un paratonnerre peut défendre, efficacement, autour de lui, un espace circulaire d'un rayon double de sa hauteur.

Le volume du cylindre protégé sera :

$$3.1416 \times 200 \times 200 \times 100 = 12\,566\,400 \text{ mètres cubes.}$$

2° On a été porté à dire, plus tard :

L'action protectrice est étroitement circonscrite dans l'intérieur d'un cône circulaire droit, dont la tige du paratonnerre est l'axe et dont le rayon de base est double de la hauteur.

Le volume du cône protégé sera :

$$\frac{3.1416 \times 200 \times 200 \times 100}{3} = 4\,188\,800 \text{ mètres cubes.}$$

3° La commission spéciale, chargée d'étudier l'établissement des paratonnerres des édifices municipaux de Paris, admet que :

Dans une construction ordinaire, une tige protège efficacement le volume d'un cône de révolution, ayant la pointe pour sommet et la hauteur de cette tige mesurée à partir du faîtage, multipliée par 1.75, pour rayon de base.

Le volume de ce cône est :

$$\frac{3.1416 \times 175 \times 175 \times 100}{3} = 3\,207\,800 \text{ mètres cubes.}$$

4° Gay-Lussac, à propos des paratonnerres des clochers, paraissait admettre que .

Les paratonnerres ne protègent, efficacement, autour d'eux, qu'un espace d'un rayon égal à leur hauteur au-dessus du faîtage de leur toit.

En Angleterre, d'après M. Fred. E. Chapman, inspecteur des fortifications, on admet :

Qu'un paratonnerre peut défendre, efficacement, des atteintes de la foudre, un espace circulaire d'un rayon égal à sa hauteur au-dessus du sol.

Le volume de ce cylindre sera donc

$$3.1416 \times 100 \times 100 \times 100 = 3\,141\,600 \text{ mètres cubes.}$$

5° Dans ces derniers temps, M. W. G. Adams, président de la commission anglaise des paratonnerres, disait que l'on suppose, en général, en Angleterre, que :

Le rayon de base du cône de protection est égal à la hauteur de la pointe du paratonnerre au-dessus de la surface du sol.

Le volume de ce cône sera :

$$\frac{3.1416 \times 100 \times 100 \times 100}{3} = 1\,047\,200 \text{ mètres cubes.}$$

6° En calculant le volume préservé, d'après cette règle, je ne vois pas pourquoi l'on n'admettrait pas comme possible que :

Un paratonnerre protège, efficacement, autour de lui, le volume d'un cylindre ayant un rayon de base égal à la moitié de la hauteur de sa tige.

Ce volume sera :

$$3.1416 \times 50 \times 50 \times 100 = 785\,400 \text{ mètres cubes.}$$

7° S'appuyant sur des données théoriques, M. W. H. Preece, électricien en chef de l'administration des télégraphes, à Londres, a donné la règle suivante :

Un paratonnerre protège, absolument, un espace solide, limité par une surface de révolution, dont la demi-courbe méridienne est constituée par un quart de cercle, de rayon égal à la hauteur du paratonnerre et tangent : 1° à celui-ci à son extrémité supérieure ; 2° à l'horizontale passant par sa base, dans le plan vertical de la méridienne.

Le volume de ce solide sera :

$$3.1416 \times 100 \times 100 \times 100 \times 0.09587 = 301\,200 \text{ mètres cubes.}$$

8° En présence de quelques observations recueillies par Sir William Snow Harris, je ne vois pas, pourquoi l'on n'admettrait pas aussi, que la règle suivante puisse s'appliquer :

La zone de protection est limitée au volume d'un cône, ayant pour rayon de base la moitié de la hauteur de la tige.

Ce volume diffère assez peu du précédent, mais sa forme est très différente :

$$\frac{3.1416 \times 50 \times 50 \times 100}{3} = 261\ 800 \text{ mètres cubes.}$$

9° A titre de simple renseignement, je donne la règle que Perrot déduit de ses expériences :

Au lieu de protéger circulairement autour d'elle, la tige du paratonnerre attire les corps électrisés, sur toute sa longueur et provoque le coup foudroyant. La pointe, seule, a une action protectrice, mais, uniquement, dans l'hémisphère supérieur au plan, passant par cette pointe, prise comme centre.

DEUXIÈME NOTE COMPLÉMENTAIRE

Je crois devoir ajouter quelques données essentielles, bien que très succinctes, à ma cinquième note sur les paratonnerres et à l'appendice de ce travail ; j'y joins la description abrégée de quelques modifications dans la pose du paratonnerre de l'hôtel de ville de Bruxelles; par suite de l'état des réparations continuelles qui se font à l'édifice.

Un point important doit, être d'abord, signalé : si des physiciens isolés avaient accepté, comme répondant aux exigences de la science, les paratonnerres du système appliqué à l'hôtel de ville de Bruxelles, il leur manquait, cependant, l'assentiment officiel d'un corps savant. L'Académie royale des sciences de Belgique s'est prononcée; les objections sont donc, sinon renversées, du moins atténuées, dans la mesure du possible, et je compte bien qu'on publiera ces objections, afin de me mettre à même d'y répondre.

Quoi qu'il en soit pour l'avenir, il résulte d'une délibération de l'Académie précitée, que les innovations profondes apportées aux anciens paratonnerres ont reçu sa sanction. En effet, en novembre 1872, cette Académie a nommé, parmi ses membres, une *commission permanente des paratonnerres* (1). Ce n'est que dans la séance du 5 avril 1879 qu'elle s'est prononcée dans les termes suivants (2) :

« M. Maus, président de la commission des paratonnerres, annonce que, dans sa séance du 22 mars dernier, la commission, à l'unanimité de ses membres, moins

(1) Cette commission, qui, lors de sa nomination, était composée (voir page 21 de l'ouvrage de M. Melsens, *sur les paratonnerres à pointes, à conducteurs et à raccordements terrestres multiples*, ouvrage cité dans la note de la page 455) de sept membres : MM. Dewalque, Duprez, Gloesener, Maus, Melsens, Montigny et Valérius, a été complétée, pour remplacer M. Gloesener, décédé, et M. Dewalque, démissionnaire, par MM. Donny et Houzeau, dans la séance du 2 juin 1877.

(2) *Bulletin de l'Académie royale des sciences, etc., de Belgique*, 2^e série, t. XLVII, page 439. séance du 5 avril 1879.

« une voix, celle de M. Duprez, a pris la résolution suivante, au sujet des différentes communications dont M. Melsens l'a saisie, relativement à son nouveau système de paratonnerres :

« *La commission estime que le paratonnerre du système de M. Melsens peut être adopté, concurremment avec les paratonnerres, construits conformément aux instructions en vigueur.* »

« Cette délibération sera transmise au gouvernement et aux administrations qui ont consulté l'Académie, à ce sujet. »

Il paraît résulter de ce qui précède, qu'au point de vue de la sécurité, on peut protéger les édifices contre les dangers de la foudre, aussi efficacement par mon système que par les systèmes anciens. Je n'en demande pas davantage ; j'attends, avec calme, que des édifices, armés d'après mon système, soient foudroyés, faisant remarquer, toutefois, que je ne tiendrai aucun compte des *on dit* ; car, on m'a déjà signalé des foudroiements absolument inoffensifs sur certains édifices armés de mon système.

Depuis cette époque, M. le Ministre des travaux publics et M. le Ministre de la justice ont fait l'application de mon système à plusieurs édifices importants.

L'hôpital Saint-Pierre, d'après une décision du conseil général d'administration des hospices et secours de la ville de Bruxelles, a été armé, conformément à mes vues.

Beaucoup d'administrations, quelques personnes et, même, certaines commissions, s'occupant de la pose de paratonnerres, sur la foi de données, résultant, je l'admets, d'erreurs involontaires et de renseignements incontestablement erronés, croient encore, malgré les faits positifs, signalés dans mon livre et dans ma cinquième note à l'Académie, que les paratonnerres de mon système sont d'un prix plus élevé que les anciens ; je retrouve, même, cette donnée, posée en fait, dans l'un des livres récemment publiés en Belgique.

On veut bien admettre que mon système présente plus de garanties contre les accidents que les anciens systèmes préconisés dans les instructions de différents pays, mais, on semble disposé à le rejeter à cause de son prix.

Je pense avoir le droit et le devoir de combattre ce préjugé de la surélévation de prix de mon système.

J'emploie exprès le mot de *préjugé* ; car, les données qu'on invoque sont basées sur des erreurs manifestes, ou sur des questions d'intérêt personnel, dont je n'ai pas à m'occuper ; je le déclare, en effet, de nouveau, hautement : je suis absolument désintéressé dans la question.

On me permettra, donc, de laisser à chacun le soin de fixer son jugement, après avoir

jeté un coup d'œil sur les prix de pose de quelques paratonnerres établis à Bruxelles, particulièrement, dans ces dernières années.

Je ne puis entrer ici dans les détails ; il faut que je me contente, pour les personnes qui ne connaissent pas les édifices, de signaler, et en nombres ronds, la surface, prise horizontalement, couverte et protégée par les paratonnerres, admettant, avec beaucoup de mes amis physiciens, que mon système, plus facile à établir que les anciens, *coûte moins*, tout en *protégeant mieux* que les anciens, et, avec l'Académie royale des sciences, qu'il peut être employé, avec autant de sécurité que ceux-ci.

J'admettrai, même, que la question du prix a peu de valeur ; quand il s'agit d'un paratonnerre sur un bâtiment important, la question d'*efficacité* doit primer ; si, de part et d'autre, elle est la même, à quoi bon employer ces conducteurs à grande section, ces hautes pointes, inefficaces ou inutiles, comme je l'ai prouvé et comme d'autres l'ont prouvé, depuis la publication de mon livre ? c'est augmenter, dans une large proportion, le prix des paratonnerres. Les administrations pauvres, ou obérées et les particuliers reculent devant l'emploi de ces appareils.

Si quelques administrations supérieures donnent l'exemple de l'économie, on peut espérer de voir les paratonnerres se multiplier sur tous les édifices exposés à des coups de foudre.

Avant de donner les prix de la pose des paratonnerres, je crois devoir rappeler un principe que j'ai déjà signalé et discuté dans mes notices sur la question générale des paratonnerres. — Je le signale, ici, d'une façon toute spéciale, eu égard, surtout, aux masses, parfois énormes, de fer, de conduites d'eau, de conduites de gaz, employées dans les constructions modernes :

Quand on construit un édifice important, que l'on sait devoir, tôt ou tard, être armé d'un paratonnerre, il faut prévoir les dispositions de celui-ci, dès les fondations, rattacher métalliquement, par des circuits fermés, toutes les masses de fer entre elles, les faire toutes servir de conducteurs en les raccordant métalliquement avec les conducteurs, tant aériens que souterrains, du paratonnerre projeté.

Il résulte de l'application de ce principe une grande économie, une grande facilité pour le travail de la pose ; les fers, ou métaux, offrent une série parfois innombrable de conducteurs, intérieurs mais *adventifs*, dont on peut, sans frais, profiter pour faciliter l'écoulement de la foudre dans la terre (1).

(1) Au nouveau palais de justice, à Bruxelles, 3 728 740 kilog. de fers (colonnes de fonte, longerons, canalisations de gaz et d'eau, descentes des eaux pluviales, canalisation métallique de la ventilation, ascenseur hydraulique, dôme métallique, zinc des toitures) sont rattachés aux conducteurs par des *circuits métalliques fermés* ; mais il reste, encore actuellement, 5 887 100 kilog.

Voici maintenant, et sous forme de tableau, quelques comparaisons, réduites leur plus grande simplicité :

Paratonnerres des anciens systèmes.

ÉDIFICES.	SURFACE couverte en nombres ronds approximatifs en mètres carrés.	PRIX de la pose des paratonnerres en francs.	PRIX de la pose pour la protection d'un mètre carré en francs.
Palais du Roi à Bruxelles	7 800	23 551,07	3,02
Écuries du Roi à Bruxelles.....	2 800	17 446,59	6,23
Ancien Hôtel d'Assche (liste ci- ville).....	650	5 149,81	7,92
Jardin Botanique à Bruxelles....	2 000	7 971,19	3,99
Palais du Roi à Laeken.....	1 900	18 407,08	9,68
Annexes du Palais du Roi à Lae- ken (écuries, remises, manège, théâtre)	5 200	18 307,61	3,39
Sommes.....	20 350	90 833,35	4,46 moyenne

de fers non rattachés. J'ajoute qu'il sera possible de rattacher encore, plus tard, sans trop de difficultés, 1 121 500 kilog. Quand ce travail sera exécuté, on aura donc :

Fers et métaux rattachés aux conducteurs	4 765 600 kil.
Fers non rattachés.	4 850 240 —
Somme.	9 615 840 —

En nombres ronds, on peut admettre que la moitié des fers, seulement, sera raccordée aux conducteurs.

La ville d'Anvers, qui construit un nouvel et grand Athénée, m'a fait l'honneur de me consulter au sujet des paratonnerres dont elle désire armer l'édifice. Elle a adopté mon système ; tous les fers et métaux feront partie des conducteurs, depuis les fondations jusqu'aux faites.

Dans une publication, sous presse, je discute, avec quelques détails, le principe posé (page 462) qu'il est des parties métalliques qu'on peut laisser, sans danger, en dehors du système des conducteurs.

Paratonnerres du système Melsens.

ÉDIFICES.	SURFACE couverte en nombres ronds approximatifs en mètres carrés.	PRIX de la pose des paratonnerres en francs.	PRIX de la pose pour la protection d'un mètre carré en francs.
Nouveau Palais de Justice.....	16 600	10 840,00	0,65
Hôpital Saint-Pierre.....	6 300	4 849,40	0,77
Bourse de Bruxelles.....	3 200	1 496,65	0,47
Sommes.....	26 100	17 185,05	0,66 moyenne

J'espère publier, bientôt, des données complètes sur tous ces édifices, avec plans cotés et détails, ainsi que sur les autres édifices armés, actuellement, de mon système, savoir : les écoles communales de Bruxelles, le monument Laeken, le Palais des Beaux-Arts, la Monnaie, l'hôpital Saint-Pierre, les pavillons définitifs de l'Exposition. Constatons, en attendant, qu'à surface couverte égale, le rapport moyen de ces prix, si différents entre eux, ne s'élève même pas au cinquième, en nombres ronds, pour mon système, comparé à l'ancien, en prenant le prix le plus élevé de 77 centimes par mètre carré de préservation (1).

(1) Le petit tableau ci-dessous fait voir directement l'économie du système.

$$\frac{15\,669.50}{90\,833.35} = \frac{1}{5\,3/4} \dots \text{à } 0 \text{ fr. } 77 \text{ par m}^2.$$

$$\frac{13\,433.1}{90\,833.35} = \frac{1}{6\,3/4} \dots \text{à } 0 \text{ fr. } 66 \text{ par m}^2.$$

$$\frac{9\,564.50}{90\,833.35} = \frac{1}{9\,1/3} \dots \text{à } 0 \text{ fr. } 47 \text{ par m}^2.$$

Mais on peut disposer les nombres, consignés dans le tableau, d'une autre façon encore et supposer que la protection soit faite pour un espace de 20 350 mètres carrés.

Si, au contraire, on admet que l'on puisse appliquer le coût du paratonnerre de la Bourse, établi sous ma direction par les soins des ateliers de la ville de Bruxelles, aux ordres de M. l'ingénieur Verstraeten, on arrive à la faible somme de 9 564 fr. 50, au lieu de 90 833 fr. 35, soit le rapport de 1 à 9 $\frac{1}{3}$, — près du dixième !

Je dois faire remarquer, expressément, que j'ai compris tous les frais nécessaires dans le coût total. Des détails, sur ce point, m'entraîneraient trop loin.

Quoi qu'il en soit, nous trouvons :

des économies de	81 268 fr. 85
—	77 402 » 35
—	75 163 » 85

sur une dépense totale de 90 833 fr. 35.

Que de travaux utiles ou nécessaires on pourrait faire, si des économies de la valeur de celles que je signale pouvaient être introduites dans quelques services des administrations de l'État, des provinces ou des communes !

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Société des fabricants allemands d'alcalis, par le professeur Lunge, de Zurich. — L'industrie chimique s'est trouvée longtemps dans des conditions désavantageuses, provenant du manque d'uniformité des méthodes analytiques dont on faisait usage, et souvent même de l'insuffisance de celles qui étaient communément

ESPACE PROTÉGÉ.	PRIX par mètre carré	PRIX TOTAL en francs de la pose	RAPPORTS des dépenses.	
	en francs.	des paratonnerres.		
20 350 ^{m2}	9.68	196 988.00	20.60	1
20 350 ^{m2}	7.92	161 172.00	17.00	4/5
20 350 ^{m2}	6.23	126 730.50	13.25	2/3
20 350 ^{m2}	3.99	81 196.50	8.50	2/5
20 350 ^{m2}	3.39	68 986.50	7.21	1/3
20 350 ^{m2}	3.02	61 457.00	6.42	3/10
20 350 ^{m2}	0.77	15 609.50	1.64	1/13
20 350 ^{m2}	0.65	13 227.50	1.40	1/14
20 350 ^{m2}	0.47	9 564.50	1.00	1/20

Il résulte de ces données que, eu égard au système employé et à certaines circonstances locales, dont il faut tenir compte, le prix de l'établissement de paratonnerres peut varier dans le rapport de 1 à 20 et 3/5 pour la protection d'un mètre carré de bâtiment.

Tome IX. — 81^e année. 3^e série. — Septembre 1882.

61

adoptées. Il résulte de là, comme conséquence importante, des contestations fréquentes entre le vendeur et l'acheteur, et des renseignements inexacts, qui non seulement conduisent à de fausses estimations pour chaque fabrique, mais encore qui détruisent la valeur des statistiques générales.

Pour remédier à ces inconvénients, la Société des fabricants allemands d'alcalis a entrepris un travail qu'elle se propose de condenser en un petit volume contenant, pour chacune des opérations analytiques, sans exception, ce qui est absolument nécessaire dans l'industrie des alcalis et ce qu'il y a de mieux comme méthode ; les renseignements se rapporteront aux composés de soude, de potasse et d'ammoniaque, et s'étendront encore au delà. Une commission fut nommée dans ce but, et l'auteur a pris une part active au travail de celle-ci.

L'objet de cette communication est d'expliquer les principes qui ont été appliqués, et de donner une idée du travail accompli. D'après la commission, les instructions données dans le Manuel doivent être reconnues comme exactes, et doivent ne rien indiquer qui ne soit en usage dans les manipulations ordinaires ; elles doivent être toujours concises et complètes, et ne pas reproduire les détails d'opérations communes à chaque méthode ; enfin, elles doivent donner toutes les précautions qu'il est nécessaire d'observer, ainsi que les détails particuliers à chaque manipulation pour obtenir les meilleurs résultats. Ces instructions, fidèlement suivies, donneront des résultats concordants, et préviendront ainsi non seulement les discussions, mais encore donneront aux analyses une haute valeur au point de vue statistique. Il est en même temps de première nécessité, pour le succès de l'entreprise, que le Manuel soit composé de manière à donner un sens très précis à son enseignement.

Les personnes chargées de l'exécution du travail, tenant compte de ces considérations importantes, et choisissant dans chaque cas une seule méthode analytique, ont été guidées dans leurs choix par les trois conditions d'exactitude, de simplicité et de rapidité.

Dans le cas, par exemple, où il existe plusieurs méthodes pour atteindre le même but, ils ont pris, autant que possible, celle qui est le plus en usage ; mais quand cette dernière présente une infériorité sur les autres dans l'une des trois conditions susmentionnées, ils l'ont écartée en faveur de celle qui, toutes choses égales d'ailleurs, peut être exécutée dans le temps le plus court, ou qui exige la manipulation demandant le moins d'habileté.

Cependant, dans certaines circonstances, il y a plusieurs méthodes indiquées. Ainsi, quand la méthode la plus usuelle et la plus rapide conduit à employer un appareil compliqué, utilisé dans certaines fabriques, et quand le même résultat, pour la précision, peut cependant être obtenu par un moyen plus simple, quoique dans un temps plus long, les deux méthodes sont données avec les différences qui les caractérisent dans les détails, et non dans le principe.

Il est évident que l'opération qui consiste à établir une distinction exclusive est

accompagnée de difficultés inusitées, et le choix judicieux d'une méthode qui doit, entre toutes, exciter la préférence, n'est possible qu'après un examen des plus minutieux concernant la clarté, la réaction chimique et les difficultés reconnues par l'expérience et la pratique. Pour observer toutes ces conditions, la commission a demandé et obtenu la coopération d'un grand nombre de personnes du pays travaillant dans les diverses branches des industries en question, espérant de la sorte atteindre le but proposé, c'est-à-dire composer un Manuel devant faire autorité.

Ce qui suit donne un aperçu du plan adopté dans ce travail. Une liste des méthodes analytiques et des tables admises communément dans les usines à soude a été dressée par M. Stroof, de Griesheim, et complétée en quelques points par le Dr Lunge, avec un supplément comprenant les méthodes employées dans les autres branches de l'industrie des alcalis (potasse, ammoniaque). L'auteur a ensuite fait un choix exclusif dans cette liste complète, en ne laissant subsister qu'une seule méthode, instrument ou table, dans chaque cas, et donnant les explications nécessaires et les indications pour leur usage.

Des exemplaires de la liste ainsi arrêtée ont été fournis aux membres de la commission, et quelques semaines après, une réunion fut convoquée à Francfort pour discuter le sujet. Les personnes dont les noms suivent étaient présentes à la réunion : M. Stroof, président ; M. Dannien, de Buckau ; le Dr Kühnheim, de Berlin ; le Dr Nobiling, de Schöningen, et l'auteur. Le programme ayant été débattu auparavant, et une opinion unanime s'étant produite sur chaque point, un procès-verbal fut rédigé pour constater les conclusions, et une copie manuscrite fut délivrée à chaque membre pour permettre des observations ultérieures.

En peu de temps, comme on pouvait le prévoir, on reconnut que, dans la plupart des cas, les diverses données étaient également utiles, ou n'étaient pas suffisamment dignes de confiance pour servir de bases à un choix final de méthodes ou de tables. Dans le cas de tables, quelques-unes demandent une grande exactitude, ce qui entraîne à un grand nombre de déterminations expérimentales ; d'autres ont besoin d'être contrôlées par de nouvelles déterminations ; enfin, la plupart ont dû être calculées de nouveau et être modifiées pour entrer dans le plan général du Manuel. Il est à croire que la récompense de ceux qui ont entrepris cette tâche, pénible et ingrate en apparence, consistera dans l'adoption générale de leurs conclusions.

Dans le cas de méthodes analytiques, quelques-unes ont besoin d'être vérifiées dans leur exactitude et d'être simplifiées pour leur application, etc., les unes isolément, les autres comparées à des méthodes remplissant le même objet ; souvent il est nécessaire de les remplacer par des procédés entièrement nouveaux. Dans cette partie du travail, il fallait non seulement assurer un moyen pratique, mais encore tenir compte des conditions particulières aux laboratoires d'usines. En outre, dans divers cas, de longues séries d'expériences venaient s'imposer ; néanmoins, le caractère négatif des résultats pouvait être prévu presque avec certitude, soit à cause du temps

employé et des soins donnés, soit à cause de l'emploi de toutes les ressources d'un laboratoire scientifique bien monté, ce qui permettait de distinguer le faux et l'inutile de ce qui est bien, et le bien du mieux. C'est un travail pour lequel un chimiste technique ne trouve pas ordinairement un temps suffisant.

Pour cette grande entreprise, l'auteur s'est heureusement assuré le précieux concours de son pupille et aide, le D^r Schäppi, dont la collaboration a beaucoup contribué à accélérer le travail de la commission. La plus grande partie des expériences qui seront décrites plus loin ont été exécutées par lui, toujours sous la direction de l'auteur et en sa présence dans les cas les plus importants. Toutes les fois qu'un doute s'est présenté, les expériences furent reprises ensemble, quelquefois par des déterminations faites à part; de la sorte, par la comparaison des résultats, les doutes ont toujours été écartés. Cependant, l'auteur accepte l'entière responsabilité du travail.

On se propose encore de recommander dans ce Manuel les instruments et appareils, que la commission considère spécialement comme ne pouvant être séparés de certains procédés; de même, partout où cela semble utile, on recommande les fabricants ou commerçants où l'on peut se les procurer; mais pour cela, on entend ne manifester aucune préférence personnelle et n'accepter aucune responsabilité.

En vue de la concision, ce travail se réduit en grande partie à la description des points qui exigent des recherches spéciales; les points sur lesquels les membres de la commission ont été d'un avis unanime sont supprimés, et ceux qui donnent des résultats négatifs sont brièvement indiqués.

I. — *Analyse des combustibles.*

Les opinions sur la meilleure manière de déterminer la proportion des cendres dans le charbon, le coke, etc., sont partagées. Le moyen proposé par M. Stroof, savoir : l'incinération de la substance opérée au moyen d'un courant d'oxygène, dans une nacelle de platine, possède beaucoup d'avantages, mais il n'est pas d'un usage commode, principalement quand la détermination des cendres a lieu rarement et non par séries. D'un autre côté, l'incinération dans un creuset ou une capsule de platine est un moyen très lent et demande, de plus, un fourneau à moufle, ce qui n'existe pas dans tous les laboratoires. L'usage d'un soufflet accélère l'opération, mais n'est pas à recommander, parce qu'il offre des chances de pertes.

Voyant l'avantage d'opérer avec un courant d'oxygène, on substitua à celui-ci un courant d'air, la matière étant placée dans une nacelle en platine chauffée dans un tube de porcelaine; mais on trouva, au bout de trois ou quatre heures, que l'incinération était très peu avancée.

La combustion dans un creuset de platine, incliné pour permettre l'accès de l'air, se fait très facilement. L'addition de nitrate d'ammoniaque occasionne des projections sans accélérer l'opération. Un résultat encore meilleur fut obtenu avec une

capsule de platine, mais il faut cinq à sept heures pour achever l'opération sur du coke en fragments.

Un excellent résultat fut obtenu avec le procédé proposé récemment par J. Lowe (*Zeitschr. f. Anal. Chem.*, XX, p. 223); celui-ci consiste à éviter le mélange du combustible gazeux de la flamme avec l'air. Cela est obtenu en supportant le creuset de platine qui contient le coke par un disque de porcelaine, tel qu'on l'obtiendrait en enlevant le centre d'un couvercle de creuset, et chauffant celui-ci dans une position inclinée sur un brûleur Bunsen. On trouva que la porcelaine pouvait être remplacée par un carton d'amiante, coupé à la dimension du creuset; avec cette disposition et en facilitant la combustion en agitant la masse de temps à autre avec un fil de platine, l'incinération est terminée au bout de deux heures.

Il faut terminer en disant que la combustion dans l'oxygène est bien plus rapide, le temps nécessaire étant de trois quarts d'heure quand le coke est en fragments.

Pour terminer, on peut être fixé avec plus de certitude sur la valeur d'une houille par la détermination de l'humidité, de la quantité de goudron, du résidu du coke et des cendres, que par l'estimation de son pouvoir calorifique au moyen d'une méthode aussi insuffisante que celle de Berthier. La préférence doit donc être donnée aux premières déterminations; néanmoins, l'auteur remarque qu'il avait recommandé tout d'abord la seconde.

II. — Détermination du bioxyde d'azote des chambres de plomb.

Bien que le mode connu de détermination des gaz produits dans les chambres de plomb ait été jusqu'ici suffisant, particulièrement pour ce qui concerne l'oxygène et les composés acides du soufre et de l'azote, il est cependant défectueux quand il s'agit de déterminer le protoxyde et le bioxyde d'azote.

L'auteur a fait une série de recherches pour évaluer la quantité de protoxyde d'azote et déterminer les conditions dans lesquelles il se produit dans les chambres. Il n'a pas toutefois réussi à obtenir un procédé certain pour estimer de petites quantités de ce gaz dans des mélanges gazeux. Il a également rencontré de grandes difficultés pour le bioxyde d'azote. On a souvent prouvé que ce dernier gaz existe dans les chambres de plomb. Lors même que l'oxygène est en excès, ainsi que cela doit toujours avoir lieu, le mélange des gaz n'est jamais assez intime pour empêcher la présence du bioxyde d'azote à l'état libre. La présence de ce gaz est encore plus probable si, comme le recommandent Lasne et Benker, de l'acide sulfureux s'introduit dans la tour de Guy-Lussac pour ramener l'acide hypoazotique à l'état d'acide azoteux, la réduction tendant à se continuer.

Pour déterminer la quantité de bioxyde d'azote, Winkler (*Industriegase*, p. 311) emploie une dissolution de permanganate de potasse, Davis de l'eau oxygénée, et l'auteur, un mélange d'acides sulfurique et azotique, en n'ajoutant naturellement

chacun de ceux-ci qu'après avoir éliminé préalablement les composés acides de l'azote et du soufre.

L'auteur a rejeté l'emploi de l'eau oxygénée à cause de la difficulté d'obtenir toujours ce corps dans les mêmes conditions et à cause de la lenteur de la réaction, qui est telle que les gaz peuvent s'échapper avant d'avoir été complètement décomposés. Néanmoins la méthode qu'il avait proposé de substituer n'a pas donné satisfaction. Il est vrai que le réactif sur l'emploi duquel l'auteur se basait, absorbe facilement le bioxyde d'azote d'une manière complète, en formant de l'acide azoto-sulfurique; par ce moyen l'analyse est d'une grande simplicité, vu que la quantité d'acide azotique ajoutée, peut être négligée; et qu'en déterminant la proportion d'acide sulfurique au moyen du nitromètre, avant et après l'absorption, on en déduit aisément la quantité de bioxyde d'azote absorbée. Mais, d'autre part, l'expérience a montré que le mélange acide produit une perte d'acide azotique sous l'influence d'un courant d'air; ainsi tandis que un centimètre cube du mélange préparé à froid absorbe 124 centimètres cubes de gaz, avec le nitromètre, après avoir laissé l'air circuler pendant 24 heures, un centimètre cube n'absorbe plus que 11,3 centimètres cubes, et au bout de 48 heures 9,9 centimètres cubes de bioxyde d'azote.

L'azote et l'oxygène qui sont en quantités énormes par rapport à celle du bioxyde d'azote contenu dans les gaz brûlant au sortir des chambres, doivent forcément donner lieu à de graves erreurs.

Il reste ainsi le procédé au permanganate. Pour l'appliquer, Winkler a donné diverses modifications. L'une d'elles consiste à faire passer le mélange gazeux dans la dissolution de permanganate, jusqu'à décoloration complète, et à mesurer le volume qui a passé ainsi. On a trouvé dans des expériences qui seront indiquées plus loin, que l'absorption a lieu avec un volume de mélange inférieur à celui qui est calculé, en supposant par exemple qu'il contienne une quantité connue de bioxyde d'azote. Le procédé suivant est celui auquel Winkler donne la préférence :

Le mélange à analyser est additionné d'un grand excès d'air de façon à oxyder complètement le bioxyde d'azote; on le fait ensuite passer dans de l'acide sulfurique concentré que l'on essaie ensuite, soit au moyen d'une dissolution de permanganate, soit au moyen du nitromètre. On doit préférer l'emploi de cet appareil, vu que dans ce cas, il importe peu que le bioxyde d'azote se soit transformé complètement en acide azoteux ou en un mélange d'acide azoteux et d'acide hypoazotique; il est plus commode de mesurer ainsi l'acide hypoazotique que de l'estimer indirectement.

Toutefois ce procédé ne peut pas être appliqué pour déterminer la perte d'acide azotique, provenant de l'acide sulfurique, causée par le passage du courant d'air, même dans les conditions les plus favorables pour éviter cet inconvénient.

Les meilleurs résultats ont été obtenus par l'absorption directe du bioxyde d'azote au moyen de la dissolution de permanganate; l'estimation est faite en ajoutant en dernier lieu un excès de sulfate de protoxyde de fer dissous que l'on titre

à son tour avec le permanganate. Il est évident que pour retenir les petites quantités de bioxyde d'azote contenu dans le grand volume de gaz qui doit traverser la dissolution de permanganate, celle-ci doit être disposée d'une manière spéciale, afin de provoquer l'absorption. Il est également nécessaire d'éviter tout contact avec le liège ou le caoutchouc. Une série d'expériences ont conduit à adopter un appareil basé sur le principe du tube de Pettenkofer; ce tube présentant une grande longueur de liquide absorbant a en même temps une forme très convenable, il peut être aussi rempli et vidé très facilement. Il a, en outre, l'avantage sur le tube de Richter, de dispenser de l'emploi du caoutchouc. La figure 1 représente le tube dont le diamètre intérieur est de 8 à 10 millimètres et qui est recourbé de telle sorte que *ab* soit de 50 centimètres et *ac* de 10 centimètres. Le diamètre du tube est choisi de façon à empêcher le liquide d'être expulsé par le gaz, c'est-à-dire de façon à permettre aux bulles un passage régulier, la surface du liquide revient en *c* après ses déplacements successifs. Il n'est pas avantageux d'employer un tube plus large, qui demanderait une plus grande quantité de liquide qu'il n'est nécessaire.

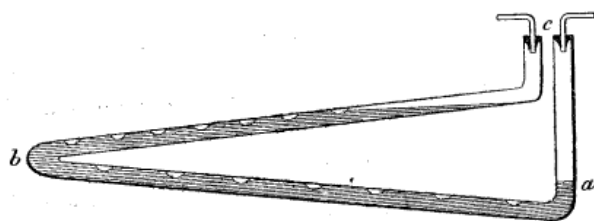


Fig. 1.

Un tube ainsi disposé se fixe aisément à un support ordinaire; il est portatif et d'un usage très commode,

Afin d'empêcher la séparation du bioxyde de manganèse, il est nécessaire d'aciduler la dissolution de permanganate.

On ajoute à cet effet de l'acide sulfurique dans la proportion de 1 centimètre cube d'acide de densité 1,25, pour 30 à 40 centimètres cubes de la dissolution semi-normale de permanganate dont le tube est rempli.

On titre ensuite cette dissolution de permanganate en y ajoutant 50 centimètres cubes de sulfate de protoxyde de fer dissous, pour 30 centimètres cubes, et évaluant ensuite l'excès de ce dernier. Maintenant pour la détermination du bioxyde d'azote, on introduit 30 centimètres cubes de la dissolution de permanganate dans le tube d'absorption et l'on fait passer le gaz à essayer; on verse ensuite le liquide dans un récipient, avec les précautions ordinaires; on y ajoute 50 centimètres cubes de la dissolution de sulfate de fer; on dose ensuite avec le permanganate l'excès de sulfate non oxydé. La différence entre les quantités exigées dans les deux cas correspond à la quantité de bioxyde d'azote absorbé.

Pour vérifier ce procédé d'une manière approximative, dans les conditions de la pratique, on a fait passer lentement à travers 30 centimètres cubes de la dissolution 2 litres d'acide carbonique contenant une très petite quantité de bioxyde d'azote provenant d'un gazomètre gradué.

Dans une première expérience, après avoir ajouté la dissolution de sulfate de fer,

la différence entre le permanganate primitif et celui qui avait été utilisé, a été de $19^{\circ},8 - 7^{\circ},6$ soit $12^{\circ},19$.

Dans une seconde expérience, où l'on a fait passer le même volume de mélange, la différence a été de $19^{\circ} - 7^{\circ},6$, soit $11^{\circ},4$.

L'eau du gazomètre devant avoir peroxydé une certaine quantité de bioxyde d'azote, à cause de l'air qui se trouve en dissolution, les expériences ont été considérées comme indiquant un degré d'approximation suffisant au point de vue des applications et supérieur à tous ceux que l'on avait obtenus jusqu'à présent par les autres procédés connus.

Il était nécessaire, toutefois, de contrôler ces résultats au moyen d'essais sur la dissolution acide de permanganate pour se rendre compte de l'action exercée, si elle se produit par la grande proportion d'oxygène et d'azote dont le bioxyde d'azote est accompagné. On a donc fait passer un courant d'air venant du gazomètre gradué, d'abord à travers la dissolution de permanganate, puis dans un tube rempli de ouate et enfin dans la dissolution de permanganate au dixième contenue dans le tube d'absorption. Après avoir continué l'expérience pendant 24 heures et fait passer 60 litres d'air, on a titré le permanganate et l'on a trouvé que $0^{\circ},3$ de cette dissolution normale au dixième avait été décomposé, ce qui correspond à $0^{\circ},06$ de la dissolution employée pour déterminer les proportions de bioxyde d'azote. On a obtenu le même résultat dans plusieurs essais. Ceci montre que, dans la méthode décrite ci-dessus, l'erreur provenant de cette action de l'air peut être négligée, mais qu'il faut écarter la méthode proposée pour la détermination du bioxyde d'azote, qui consiste à faire passer le mélange gazeux à travers la dissolution de permanganate jusqu'à décoloration.

(The Journal of the Society of chemical industry).

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

COMMERCE.

*RAPPORT fait par M. Charles LAVOLLÉE, au nom du comité de commerce, sur
DIVERSES COMMUNICATIONS RELATIVES AUX HABITATIONS OUVRIÈRES.*

Messieurs, dans le cours de ces dernières années, le Conseil a reçu diverses communications relatives aux habitations ouvrières. Le 27 juin 1873, le regretté M. Henri Violette vous entretenait des premiers résultats obtenus par la Compagnie Immobilière qui s'est constituée à Lille en 1867 pour la construction de maisons destinées aux ouvriers. Récemment, dans votre séance du 13 janvier 1882, vous avez entendu M. Cacheux, qui vous a exposé avec détails ses travaux et ses projets pour améliorer le logement des ouvriers à Paris. Ces deux communications ont été renvoyées par le Conseil à l'examen du comité de commerce, qui m'a chargé de vous soumettre le présent Rapport.

I

Depuis longtemps déjà, la question des habitations ouvrières est résolue pour ce qui concerne les groupes de populations qui travaillent dans les usines établies hors des villes. La plupart des exploitations minières et métallurgiques, ainsi que les grandes usines rurales, filatures, tissages, etc., qui emploient régulièrement un nombre considérable d'ouvriers, ont pour annexes les habitations nécessaires à ces ouvriers et à leurs familles. Ces créations de villages, que l'on observe dans les régions industrielles du Nord, de

l'Est et de l'Ouest, font partie des dépenses de l'outillage et de la main-d'œuvre. Les patrons ont intérêt à attirer et à fixer à proximité des établissements industriels les ouvriers dont ils ont besoin, et à les installer dans des conditions favorables à leur hygiène, à l'entretien matériel et moral de leur famille. Il faut certainement rendre hommage aux sentiments élevés de philanthropie qui très souvent ont inspiré la création et le développement de ces installations; il faut surtout signaler et apprécier le bienfait social qui résulte du rapprochement établi entre la famille du patron et les familles des ouvriers. Mais, sans rien enlever au mérite de la bonne action, on peut dire que c'est l'intérêt bien entendu de l'industrie qui a créé ces groupes d'habitations ouvrières et qui assure l'extension de ce système partout où la nature et l'importance de l'établissement le rendent applicable. Or, la transformation du régime industriel favorise de plus en plus cette extension. Soit que les petites usines soient devenues grandes, soit que le travail, naguère divisé entre un grand nombre d'établissements, se concentre aujourd'hui dans de vastes ateliers, soit que la société anonyme absorbe la plupart des anciennes entreprises individuelles ou les associations éphémères de la commandite, il y a dans l'organisation actuelle l'abondance du capital et la garantie de durée, c'est-à-dire les deux conditions essentielles et indispensables pour créer les habitations ouvrières. Dès lors, pour les grandes industries exercées hors des villes, le progrès que nous souhaitons s'accomplit naturellement. Il n'est besoin d'aucune étude, d'aucune mesure exceptionnelle pour le maintenir ou l'accélérer. Chaque groupe qui se fonde profite des perfectionnements que l'expérience a conseillés et des combinaisons ingénieuses ou économiques fournies par la science des architectes. Aux Expositions universelles de Paris, de Londres et de Vienne, on a vu figurer des spécimens d'habitations destinées aux ouvriers, et l'on a remarqué dans les détails intérieurs de l'installation, des améliorations nombreuses. Nous pouvons donc répéter que, pour cette catégorie, le problème est résolu.

Ajoutons que ce progrès accompli dans le logement des groupes d'ouvriers attachés aux grandes usines rurales, n'a pas été sans influence sur l'ensemble des habitations dans les campagnes. En matière de bien-être, il n'y a rien de tel que l'exemple. On a pu observer que, dans les villages voisins des usines, les maisons, ou plutôt les cabanes malsaines dont se contentaient autrefois les familles des cultivateurs, se sont sensiblement améliorées. Pour les constructions nouvelles, les plans et les combinaisons des habitations ouvrières ont été imités avec profit.

II

Le succès obtenu pour les groupes d'ouvriers ruraux a encouragé les efforts qui ont été tentés en vue d'améliorer le logement des ouvriers dans les principales cités manufacturières; et sur ce point encore, on est arrivé à des résultats considérables.

C'est en Angleterre que les premières opérations importantes en ce genre paraissent avoir été faites. En France, c'est à Mulhouse, métropole industrielle de l'Alsace, que le mouvement a commencé par la création d'une vaste cité ouvrière; dont les maisons, au nombre de plus de mille, ont été construites, à partir de 1854, d'après les plans de M. Emile Muller. La Société d'encouragement a été fréquemment en mesure d'apprécier les immenses services rendus par l'industrie alsacienne, quant à l'initiative, à la mise en pratique et au développement des œuvres qui intéressent le travail manuel. Parmi les fondations que les grands industriels de la région de Mulhouse ont multipliées pour la sécurité, l'instruction et le bien-être des ouvriers, figure au premier rang l'organisation du logement, du foyer modeste des familles d'ouvriers. L'exemple a été suivi : il y a aujourd'hui des cités ouvrières à Lille, à Amiens, au Havre, à Reims, etc., et partout les sociétés qui ont été constituées sous diverses formes fonctionnent régulièrement, en fournissant à de nombreuses familles des habitations salubres. En outre, les statuts de la plupart de ces sociétés permettent aux locataires de devenir propriétaires, moyennant des conditions déterminées. On a reconnu dès le principe combien il importe de fixer le foyer de l'ouvrier et de procurer au salaire un stimulant d'économie, un moyen de placement qui soit en rapport avec les ressources de ces nouveaux capitalistes, auxquels d'ingénieuses combinaisons ouvrent ainsi l'accès de la propriété.

Dès 1856, M. Emile Muller avait publié un travail très étendu sur les habitations ouvrières (1). A la veille de l'Exposition universelle de 1878, il a écrit, en collaboration avec M. Emile Cacheux, un nouvel ouvrage sur les *Habitations ouvrières en tous pays* (2). Cet écrit, qui a obtenu à l'Exposition une médaille d'or, contient l'historique de la question des maisons d'ouvriers,

(1) *Habitations ouvrières et agricoles, cités, bains et lavoirs, sociétés alimentaires*, par M. Émile Muller. 1 vol. in-8. Paris. Victor Dalmont, éditeur.

(2) *Les habitations ouvrières en tous pays. — Situation en 1878. Avenir*. Par Émile Muller et Émile Cacheux. 1 vol. in-8 avec atlas. Paris, 1879. J. Dejeu et comp., éditeurs.

les statuts d'un certain nombre de sociétés, les devis de construction, etc. On y trouve l'exposé des combinaisons variées et des divers types qui ont été adoptés en France, en Angleterre, en Belgique, en Hollande, en Suisse, en Danemark, en Italie, en Espagne. Cette énumération des pays où il existe des sociétés spécialement constituées pour le logement des ouvriers, suffit pour attester non seulement l'intérêt qui partout s'attache à cette œuvre, mais encore la réalisation reconnue pratique de l'idée. La démonstration est d'ailleurs confirmée par les résultats obtenus dans la ville de Lille, grâce à l'organisation de la Société dont le regretté M. Violette a entretenu le Conseil en 1873, et qui a servi de point de départ aux études dont le comité de commerce a été chargé par vous.

Plus que beaucoup d'autres cités manufacturières, Lille appelait une réforme dans les logements. On se souvient de l'impression produite par la description, éloquente à force d'être navrante, que fit M. Blanqui, le savant économiste, des caves dans lesquelles était entassée, ou plutôt enfouie, toute une population d'ouvriers. A cette époque (il y a environ quarante ans), Lille était limité dans l'étroite enceinte de ses fortifications, et son industrie, toujours grandissante, en même temps qu'elle provoquait l'immigration d'un nombre croissant d'ouvriers, réclamait pour ses usines la plus grande part de l'espace disponible. L'habitation humaine était sacrifiée à l'installation des filatures et des tissages. La démolition des fortifications et l'extension de la ville, permirent de chercher un remède à l'ancien état de choses, qui était devenu presque un scandale public, et tous les dévouements concoururent avec l'intérêt municipal pour accélérer l'amélioration du logement.

En 1865, fut projetée une Société, au capital de 2 millions « dans le but » de construire, avec le concours de la Ville, des maisons exclusivement destinées aux ouvriers. »

La constitution de la Société dépendait du concours de la Ville. Ce concours ne fit pas défaut, plusieurs des fondateurs de la Société, entre autres M. Violette et le président actuel, M. Dequoy, faisant partie du Conseil municipal. Par une délibération en date du 14 juillet 1865, la Ville déclara garantir à la Société, pendant sa durée de cinquante ans, un intérêt de 5 p. 100 sur le capital employé aux constructions, jusqu'à concurrence de 2 millions.

La Compagnie immobilière de Lille fut ainsi constituée par acte du 7 novembre 1867, au moyen d'une souscription de 600 000 francs, somme qui fut jugée suffisante pour commencer les opérations, et à laquelle s'ajouta une

subvention de 100 000 francs, à titre gratuit, accordée par l'Empereur.

Dès 1873, ainsi que nous l'exposait M. Violette, la Société qui s'était rendue propriétaire de deux grands lots de terrain dans la zone annexée, avait construit 233 maisons. — Depuis cette époque, un troisième lot a été acheté, sur lequel 85 maisons sont construites; ce qui porte à 318 le nombre des maisons que la Société a mises à la disposition des ouvriers, dans des quartiers salubres, avec des aménagements bien appropriés et à des conditions de location ou de vente qui sont avantageuses. Le prix de location d'une maison à un étage, pouvant loger une famille, est de 17 fr. 50 ou 20 francs par mois. Les logements loués en ville par les ouvriers ne se composent le plus souvent que d'une chambre, dans des conditions très insuffisantes à tous les points de vue et au prix de 8 à 12 francs par mois.

La population des trois groupes de maisons s'élève à 1 810 personnes. Deux maisons seulement sont habitées par des célibataires; tout le reste est habité par des familles plus ou moins nombreuses. D'après les chiffres ci-dessus, la moyenne d'habitants par maison serait de cinq trois quarts.

La plus grande partie des maisons est occupée par des ouvriers des filatures de lin et de coton; puis viennent quelques ouvriers du bâtiment et des ateliers de construction, et enfin des employés de l'octroi, des chemins de fer et des tramways.

Non seulement il n'y a jamais de maisons inoccupées, mais encore la proportion des locataires qui deviennent acquéreurs est toujours croissante. En 1873, sur 233 maisons, 52 étaient vendues, et le reste était habité par des locataires. Actuellement, sur 318 maisons, 201 sont vendues à ceux qui les occupent.

D'après les statuts, les maisons ne peuvent être vendues par la Société qu'au prix de revient, et elles sont payables, un dixième d'avance avec les frais d'acte et d'enregistrement, et le surplus, par fractions, au mois ou à la quinzaine, pendant une période de quinze ans au maximum, et avec faculté d'anticipation. Le nombre considérable des achats prouve que le prix (3 000 francs environ pour les maisons ordinaires) est en rapport avec les ressources qu'une famille d'ouvrier peut économiser sur le salaire quotidien.

Pour que ces groupes de maisons conservassent le caractère et l'affectation spéciale qui leur étaient attribués au profit des ouvriers, il fallait stipuler qu'elles ne seraient revendues ou sous-louées par les acquéreurs que sous certaines réserves et moyennant des conditions plus ou moins restrictives. Les

statuts et les contrats de vente y ont pourvu, sans qu'il y ait atteinte sérieuse à la liberté des transactions. D'un autre côté, l'on pouvait craindre que les mutations de propriétés, s'effectuant nécessairement après décès ou par suite de vente volontaire ou forcée, ne vinssent jeter quelque trouble dans l'ensemble de l'opération et dénaturer quelque peu l'œuvre primitive. Depuis la fondation de la Société, douze maisons ont été revendues, sans qu'il en résultât le moindre inconvénient pour le fonctionnement général du système.

Il nous reste à présenter le compte financier. Nous avons dit que la Société avait commencé ses opérations avec un capital souscrit de 600 000 francs, et avec une subvention de 100 000 francs. Il est stipulé dans les statuts que les actions de 500 francs recevront un intérêt annuel de 5 pour 100 sur les produits nets résultant du produit des locations et des intérêts dûs par les acquéreurs de maisons, sous déduction des frais d'administration et d'entretien et du service des emprunts éventuels. Quant au surplus des bénéfices et au produit des ventes de maisons, ils sont destinés, d'après les statuts, au remboursement successif des actions de 500 francs, le Conseil d'administration conservant, toutefois, la faculté d'appliquer le produit des ventes à de nouveaux achats de terrains et à de nouvelles constructions.

Depuis l'origine de la Société, l'intérêt annuel de 5 pour 100 a été régulièrement payé aux actionnaires, sans qu'il y ait eu lieu de recourir à la garantie de la Ville, et, s'il n'a pas été remboursé d'actions, c'est que le Conseil d'administration a usé de la faculté d'emploi qui lui a été réservée par les statuts, en construisant de nouvelles maisons au fur et à mesure qu'il recevait le produit des ventes. C'est ainsi que, sans émission d'actions supplémentaires, sans emprunt, il a pu construire successivement, avec le capital primitif de 600 000 francs renouvelé par les ventes, pour 1 146 000 francs d'immeubles. Le remboursement des actions n'est, d'ailleurs, exposé à aucun risque, en présence de l'actif immobilier qui demeure la propriété de la Société ; il est simplement ajourné, du consentement des actionnaires.

Telle est la situation de la Compagnie immobilière de Lille. Le but que se proposaient les fondateurs a été complètement atteint. Un nombre relativement considérable de familles d'ouvriers est logé dans des conditions de salubrité et de bien-être qui étaient inconnues il y a vingt ans. L'exemple donné sous le patronage et avec la garantie de l'administration municipale a trouvé des imitateurs. L'habitation, dans tous ses détails, s'est sensiblement améliorée. Il y a là un grand service rendu, et il est très important d'ajouter

qu'il ne coûte rien à personne. Tout au contraire, au point de vue financier, l'entreprise rémunère convenablement, et elle pourrait largement rémunérer le capital que lui ont procuré les dévouements très désintéressés de la première heure.

De même, à Amiens, où s'est constituée, il y a plusieurs années, une Société anonyme de maisons ouvrières, au capital de 300 000 francs. En 1881, les neuf dixièmes du capital étaient déjà remboursés, et l'on évaluait à 150 000 francs le bénéfice final de la Société, bénéfice qui résulte, il est vrai, de la plus-value des terrains, et qui doit, d'ailleurs, être affecté, d'après les statuts, à des travaux d'utilité générale pour les maisons d'ouvriers. L'emploi fructueux de ce capital de 300 000 francs a procuré à des familles d'ouvriers le bénéfice de meilleurs logements et la faculté de devenir propriétaires de leur foyer, grâce aux conditions de paiements fractionnés et échelonnés qui sont inscrites dans les contrats.

La Société d'Amiens avait acheté 160 000 mètres de terrain à 3 fr. 50 et 4 francs le mètre. Les maisons construites n'ont occupé que 8 à 10 000 mètres, et chacune d'elles, vendue aux ouvriers, n'a été grevée, quant au terrain, que du prix d'achat, mais la Société, en créant un quartier nouveau, en perçant des rues, a donné une grande plus-value à la portion des terrains qui demeurent disponibles, et elle a pu vendre 10, 15 et même 20 fr. le mètre ce qui lui avait coûté 3 fr. 50 et 4 francs. De là le bénéfice. Cette opération a été conduite avec autant d'intelligence que de désintéressement. Le capital engagé ne s'est réservé que l'intérêt de 5 pour 100 jusqu'à remboursement; le profit de la revente avantageuse d'une partie des terrains demeure destiné à l'amélioration des habitations ouvrières. Ajoutons que l'État et la Ville retirent de la création de cette propriété immobilière un supplément d'impôts. Cette dernière considération n'est pas à négliger. Elle justifie, au point de vue financier, le concours de l'État ou des Communes à la fondation d'entreprises qui ont pour objet le logement des ouvriers.

Nous pourrions citer d'autres Sociétés qui ont, dans plusieurs de nos villes, obtenu des résultats analogues. Nous n'avons point la crainte, sur un pareil sujet, de fatiguer votre attention; mais nous devons nous borner, et nous terminerons cette partie de notre exposé par l'extrait d'un compte rendu du Congrès de Reims, que nous empruntons au *Journal des Économistes* (1) :

(1) *Compte rendu du Congrès de Reims*, par Ch. Breul, avocat à la Cour d'appel de Paris, *Journal des Économistes*, numéro de février 1881.

« Dans une séance supplémentaire, la section a entendu M. Eustelle, de Reims, qui l'a entretenue du fonctionnement de l'*Union foncière*, fondée en 1870 par des employés et ouvriers.

« Société coopérative de construction de maisons pour les ouvriers, elle a commencé ses opérations en 1873. Non seulement elle a édifié des maisons sur de vastes terrains acquis par elle dans les faubourgs, mais elle construit aussi sur des terrains appartenant à ses sociétaires, elle achète d'anciennes maisons dans la ville, les met en état, s'il y a lieu, et les revend ; elle transforme et répare les habitations et, en un mot, s'efforce de procurer des logements sains, économiques et agréables. Il faut, pour faire partie de la Société, verser une mise d'entrée de 3 francs, non remboursables, et acquitter une cotisation annuelle de 25 francs au minimum, rapportant d'ailleurs 5 pour 100. La Société reçoit, en outre, des dépôts à conditions débattues entre le prêteur et l'administration. Une disposition des statuts permettant, dans le cas où il n'y aurait pas de demandes de maisons émanant des sociétaires, de disposer des fonds en caisse pour tout autre genre de construction et sur bonne garantie, a donné un curieux résultat : l'*Union foncière* vient de construire une crèche pour le compte de la Société protectrice de l'enfance, « présentant ce spectacle, dit M. Eustelle, d'une Société coopérative ouvrière venant en aide à une Société philanthropique bourgeoise, dans une création destinée aux enfants des ouvriers. » La Société possède 48 maisons, ayant coûté chacune de 4 500 à 6 000 francs, et ayant toutes des jardins.

« L'annuité à verser, pour devenir propriétaire en vingt ans, varie entre 350 et 450 francs.

« L'*Union foncière* compte actuellement 450 membres, possédant environ 180 000 francs. Tout sociétaire peut retirer le montant de son compte sur simple demande, tout en conservant le droit de le reverser quand cela lui sera possible, ce qui lui permet de trouver dans la Société une banque de dépôt. Celle-ci est en même temps une caisse d'épargne, car elle se charge d'aller recueillir à domicile la moindre économie (minimum 1 franc). Enfin, une caisse spéciale de secours annexée à la Société permet de venir en aide aux sociétaires qu'un événement imprévu ou un accident empêche de pouvoir verser leur annuité. »

III

Nous vous avons entretenus jusqu'ici, Messieurs, des maisons ouvrières dans les régions rurales et dans les villes industrielles, et nous espérons avoir démontré, par des exemples qui seraient plus nombreux encore et non moins probants si nous explorions l'Angleterre, l'Allemagne et les divers pays étrangers, que les améliorations sont absolument réalisables. Il nous reste à examiner ce qui a été tenté, ce qui pourrait être fait pour les logements d'ouvriers dans ces grandes capitales qui, par leur étendue, par le chiffre et la nature de leur population, se distinguent de toutes les autres villes et se présentent dans des conditions exceptionnelles. La communication que M. Cacheux a faite au Conseil, dans notre séance du 13 janvier 1882, a très à propos appelé notre attention sur les logements d'ouvriers à Paris.

Sans qu'il soit nécessaire de recourir aux documents de la statistique administrative, il est notoire que le logement des ouvriers à Paris laisse beaucoup à désirer. Insuffisance d'espace, insalubrité, cherté extrême, voilà ce qu'il est trop facile d'observer au milieu de cette population de deux millions sept cent mille âmes, qui s'accroît de cinquante mille chaque année. L'application des lois et règlements sur les logements insalubres est fatalement condamnée à l'impuissance; elle aboutirait à la privation complète de logement pour un grand nombre de familles, qui campent où elles peuvent et où elles trouvent, avec les ressources minimales dont elles disposent. Si l'on fermait tous les logements insalubres, ou si l'on obligeait les propriétaires à des réparations ou à des aménagements plus convenables, les locataires actuels n'auraient point de quoi payer des loyers plus coûteux : au lieu d'être mal logés, ils ne seraient plus logés du tout. On ne saurait donc reprocher aux Commissions d'hygiène l'indulgence, la tolérance forcée qu'elles accordent aux habitations insalubres. Mais il est du devoir de l'autorité et des bons citoyens de se préoccuper très sérieusement d'un état de choses qui s'aggrave de jour en jour, qui est une véritable disgrâce pour notre grande capitale et qui deviendrait bientôt un péril.

Il est juste de reconnaître que, pour une ville telle que Paris, le problème est des plus compliqués. Il ne s'agit plus simplement de construire, tout d'une pièce, une sorte de cité dans le champ voisin d'un grand établissement industriel, ou de créer dans quelques quartiers d'une ville, où les distances à parcourir dépassent rarement deux kilomètres, des groupes de maisons pouvant loger une population ouvrière dont le chiffre varie peu et

qui trouve dans les ateliers locaux un travail régulier. Il faut, à Paris, satisfaire à des exigences plus nombreuses et plus variées. Parmi les ouvriers, les uns sont engagés d'une façon à peu près permanente dans les établissements industriels ou dans les grandes entreprises (chemins de fer, service des eaux, du gaz, omnibus, etc.); les autres, travaillant en chambre et à façon, doivent autant que possible loger dans les quartiers centraux ou spéciaux où est le siège principal de leurs produits; d'autres, occupés à la journée, travaillent alternativement dans tous les quartiers et dans la banlieue; d'autres encore, ouvriers intermittents, exercent à la fois plusieurs métiers ou ne travaillent à Paris que pendant certaines saisons. De là une diversité extrême de conditions, qui rend très difficile l'organisation d'un système uniforme de logement pour les différentes catégories d'ouvriers. Pour ne mentionner qu'un détail, il est certain que l'ouvrier du bâtiment se voit obligé de changer de domicile, lorsque son travail le transporte du faubourg Saint-Antoine aux Champs-Élysées. Il importe, enfin, de considérer que Paris, grand réservoir de travail, reçoit chaque jour de toute région et renvoie pareillement une grande quantité d'ouvriers qui sont célibataires on ne vivent pas de la vie de famille, et pour lesquels le logement ne saurait être le même que pour les ouvriers établis.

Ces difficultés existaient à Londres comme à Paris, lorsque le prince Albert accepta le patronage d'une Société qui avait été fondée en 1842 pour l'amélioration du logement des classes laborieuses. L'étude des plans de construction et d'aménagement fut confiée à un architecte éminent, M. Henry Roberts, et les débuts de l'œuvre, entreprise d'abord dans le quartier le plus misérable de Londres, furent assez encourageants pour attirer l'attention des gouvernements. Le prince Louis-Napoléon, devenu Président de la République, jugea qu'il y avait là un exemple à imiter pour Paris, et il fut secondé dans ses projets par le ministre de l'agriculture et du commerce, M. Dumas. Il nous sera permis de rappeler ici la part très directe et très active que prit alors M. Dumas à l'élaboration des projets conçus dans l'intérêt populaire. Ce fut sous son ministère que fut présentée et discutée la loi du 3 février 1851 sur les bains et lavoirs publics, loi modeste, si l'on veut, dont l'idée avait été importée d'Angleterre, et dont l'efficacité n'a malheureusement pas été très appréciable, mais qui atteste la sollicitude que les pouvoirs publics entendaient manifester et voulaient propager en faveur d'intérêts que la nouvelle forme du régime politique relevait au premier rang. Cette loi sur les bains et lavoirs n'était, dans l'intention de ses auteurs,

que le commencement d'une série de réformes s'inspirant de la même pensée, réformes parmi lesquelles figurait l'amélioration des logements d'ouvriers. Non seulement le gouvernement avait fait traduire un écrit important de l'architecte M. Henry Roberts, écrit contenant les plans et devis utiles à consulter (1), mais encore il avait ordonné une étude spéciale des premiers résultats obtenus à Londres, et l'on sait que, devant les investigations officielles, le Prince-Président avait voulu procéder personnellement à un essai d'exécution par la construction d'une maison d'ouvriers rue Rochechouart.

Il est à regretter que l'idée conçue pour Paris n'ait point été poursuivie avec plus de persévérance, alors surtout que l'on voyait se créer et se développer à Mulhouse, à Lille et ailleurs le système des maisons ouvrières. La maison de la rue Rochechouart ne conserva que pendant peu d'années sa destination. On a dit que les ouvriers de Paris éprouvaient de la répugnance à se voir logés comme en caserne et sous la surveillance plus facile de la police, et que, par suite, les logements aménagés pour les ouvriers n'étaient plus habités que par des indigents. Nous savons, au contraire, de source certaine, que les logements ont été jusqu'au dernier jour recherchés par des locataires ouvriers, et nous voyons que les familles d'ouvriers n'hésitent pas à se loger dans les grandes maisons qui ont été construites dans quelques quartiers de Paris, soit par spéculation, soit par un emploi bienfaisant de capital. Les sept mille personnes qui habitent le quartier construit par l'honorable comte de Madre ne se plaignent pas d'être casernées. Il leur suffit d'avoir un logement convenable, à un prix qui, rémunérateur pour le capital, n'excède pas les ressources que l'ouvrier puise dans son salaire.

Nous croyons superflu de retracer tous les essais faits à Paris depuis 1852 ; constatons seulement que les résultats ont été peu sensibles, si l'on tient compte de l'immensité des besoins. Ajoutons même que, s'il y a eu progrès sur quelques points, le mal s'est aggravé dans l'ensemble par suite de la perturbation que la reconstruction de Paris a causée dans la répartition de la population. Une partie des maisons que les ouvriers occupaient dans les quartiers intérieurs de Paris ont été détruites par les travaux de voirie ou remplacées par des maisons luxueuses ; même dans les quartiers naguère considérés comme extrêmes, les logements à bas prix commencent à faire

(1) *Des habitations des classes ouvrières*, par M. Henry Roberts ; traduit et publié par ordre du Président de la République. 1 vol. in-4. Paris, 1850. Gide et Baudry, éditeurs.

défaut, et il est aisé de prévoir qu'avec l'augmentation annuelle de la population et avec le développement des affaires industrielles et commerciales, l'enceinte des fortifications deviendra trop étroite pour contenir Paris, c'est-à-dire que les ouvriers rencontreront pour se loger des difficultés de plus en plus grandes.

M. Cacheux, que nous avons eu le plaisir d'entendre dans notre séance du 13 janvier, a eu le mérite, non pas de découvrir ni de prévoir un état de choses dont l'évidence apparaît à tous les yeux, mais de signaler vigoureusement, en mainte occasion, par des livres, par des brochures, par des conférences, le mal auquel il s'agit de remédier, et il a eu le mérite encore plus grand de pratiquer le remède : il s'est fait, sur trois points différents, constructeur de maisons à l'usage des ouvriers, il a loué, il a vendu ces maisons ; en un mot, pour prouver que le mouvement était possible, il a marché. Pénétré de son idée, il s'est adressé à toutes les influences, à la spéculation comme à la philanthropie ; il a tenté de fonder des sociétés à l'instar de celles dont il citait l'exemple à Londres et dans d'autres capitales ; il a rédigé de nombreux projets de statuts, et finalement il a pu voir un commencement de réalisation de son projet dans la constitution récente de la Société anonyme des habitations ouvrières de Passy-Auteuil, au capital de 200 000 francs. Le chiffre du capital est bien peu élevé ; mais ce qui est surtout précieux dans cette œuvre, nous ne pouvons dire dans cette affaire, c'est le caractère, la qualité des administrateurs et des actionnaires qui se sont associés pour l'exemple, pour la propagande autant que pour le succès.

Le système recommandé par M. Cacheux consiste à construire soit des maisons isolées que les ouvriers puissent acquérir par annuités, soit des maisons à étages comprenant plusieurs logements.

Qu'il nous soit permis d'exprimer nos doutes sur le système des maisons isolées et sur le système de « l'ouvrier de Paris propriétaire. » Ce qui est praticable à Lille et à Mulhouse nous paraît peu praticable à Paris. Alors que, par suite de la rareté et de la cherté des terrains, les classes aisées se résignent forcément à l'état de locataires, il y a quelque témérité à croire que l'ouvrier de Paris pourra aisément, et en vertu d'une combinaison quelconque, devenir propriétaire. N'oublions pas, d'ailleurs, que l'ouvrier de Paris n'a point, comme l'ouvrier d'une filature ou d'une mine, la perspective d'un travail continu dans la même résidence, et que, dès lors, il n'a point le même intérêt à se fixer ; il est même obligé à des déplacements plus ou moins fréquents. Bornons donc notre ambition à améliorer, pour l'ou-

vrier, la condition de locataire, et simplifions le problème en recherchant tout uniment les moyens de multiplier les logements à bas prix pour les familles, et les garnis pour les ouvriers isolés.

Cela ne peut se faire que si la spéculation y est incitée par l'espérance d'un placement avantageux de son capital, c'est-à-dire si les compagnies financières, les entrepreneurs, les architectes arrivent à être persuadés que la construction des maisons destinées aux ouvriers leur donnera les profits qui ont été jusqu'ici demandés à la construction des hôtels et des maisons bourgeoises.

Il semble que cette conviction devrait aisément pénétrer dans les esprits, car le nombre des familles à loger est considérable ; le produit des locations, plus demandées qu'offertes, ne serait pas diminué par des non-valeurs ; l'abondance du travail et la hausse des salaires assureraient le paiement régulier des loyers. Enfin, ce serait à désespérer de la logique si le progrès incontestable de l'instruction générale et de l'instruction professionnelle n'avait pas pour conséquence un accroissement de moralité, un désir plus vif du bien-être domestique, la recherche d'un logis convenable et un sentiment plus exact que par le passé de la dette contractée envers le propriétaire. On a fait aux maisons d'ouvriers une réputation détestable au point de vue, non du produit qu'elles donnent, mais des procédés et des procédures qui accompagnent leur exploitation ; on a dit que, si le revenu est bon, la gestion est des plus pénibles. L'objection restera vraie pour certaines catégories ; mais on ne saurait l'admettre, elle est fausse, pour la grande majorité. Tel qui, aujourd'hui, s'insurge presque d'avoir à prélever sur son salaire une somme relativement élevée pour payer le loyer d'un affreux taudis, se résignera volontiers à l'acquit de sa dette pour la jouissance d'un logement où il sera plus à l'aise et où il se sentira plus digne. Rien donc ne s'oppose à ce que la spéculation financière obtienne la rémunération qui est due à tout emploi de capital, si elle se décide à commanditer les entreprises de maisons ouvrières.

En Angleterre, le nombre des sociétés organisées pour la construction des maisons ouvrières s'élevait, d'après le dernier compte rendu officiel, à 1 268, comprenant 400 000 associés. Pour le seul comté de Middlesex, dans lequel est situé Londres, le nombre des sociétés était de 346, celui des associés de 111 000. C'est par centaines de millions que se chiffre l'importance de ces opérations, dont le mécanisme, approprié aux diverses combinaisons, est

indiqué dans le livre de MM. Muller et Cacheux. Arrivée à de telles proportions, l'œuvre cesse d'être purement philanthropique : elle devient essentiellement financière, et elle peut s'implanter et croître partout où se produit le besoin de logement et où il existe, comme en Angleterre, comme en France, une abondante réserve de capitaux.

La principale difficulté, c'est que la question est peu connue ; il n'a pas été donné une publicité suffisante aux résultats obtenus à Londres, ni même à ceux qui, à un degré infiniment plus modeste, ont été obtenus dans quelques quartiers de Paris. La spéculation craint de rencontrer des résistances et des préjugés, même du côté des ouvriers qu'il s'agirait de servir. Nous croyons que le gouvernement pourrait beaucoup pour secouer cette torpeur et dissiper cette ignorance, rien qu'en faisant étudier les opérations des sociétés qui fonctionnent à l'étranger, dans les villes capitales, en publiant cette enquête et en provoquant ainsi dans tous les organes de la presse une discussion approfondie et éclairée. Il ne faut pas croire que les entreprises les plus utiles, les plus sûres s'introduisent toutes seules dans le domaine de l'opinion. En Angleterre, sans le patronage du prince Albert, sans le concours éclatant de l'aristocratie et du haut clergé, les premières sociétés ne se seraient point fondées. Il y a un signal à donner, une sorte de poussée initiale, une mise en train nécessaire, et c'est à ce point de départ que l'autorité morale d'un gouvernement peut intervenir utilement.

L'intervention du gouvernement en cette matière doit-elle se limiter à la publication d'enquêtes et à l'autorité morale qui s'attache aux renseignements émanés de lui ? Il importe, aujourd'hui particulièrement, de sauvegarder fermement le principe en vertu duquel l'État et la Commune doivent se tenir à l'écart de toute entreprise qui peut être conçue et gérée par l'industrie privée et qui, par cela seul, appartient à cette industrie libre, indépendante et responsable. L'entreprise dont il s'agit n'aura d'ailleurs chance de vie et de durée que si elle naît et se développe dans les conditions ordinaires de la spéculation. Mais le principe supérieur de non-intervention serait-il violé, ou même ébranlé, si la législation autorisait certaines facilités, immunités, exceptions, destinées à favoriser les maisons ouvrières ? Nous éprouverions à ce sujet quelques scrupules si nous n'avions l'exemple de précédents divers qui, sans compromettre en rien le principe, ont évidemment facilité et peut-être déterminé le succès. A Lille, le conseil municipal n'a pas hésité à accorder une garantie d'intérêt. Dans plusieurs pays, la loi

ou les arrêtés municipaux ont concédé des faveurs spéciales d'impôts, de taxes locales, de voirie, de fourniture d'eau et d'éclairage. L'enquête qui serait faite indiquerait sous quelle forme et dans quelle mesure il peut être dérogé aux lois générales dans un intérêt qui, bien que limité en apparence à une classe de citoyens, n'est pas aussi particulier qu'on le suppose, car il touche essentiellement à l'hygiène de la cité, aux conditions du travail, à la moralité, à l'ordre public. A Paris, d'ailleurs, la loi ne consacre-t-elle pas déjà certaines exemptions en matière d'impôt, et, pour les maisons ouvrières, les immunités ne seraient-elles pas justifiées par ce seul fait, rappelé plus haut, que les difficultés auxquelles il s'agit de remédier proviennent en grande partie de la reconstruction de l'ancien Paris, c'est-à-dire d'une sorte de révolution économique, qui, tout en profitant à l'ensemble de la cité, a dû léser, par incidence, la population ouvrière au point de vue des ressources du logement et du taux des loyers.

Vous avez pu observer que, dans ces derniers temps, la question des logements et des loyers à Paris s'est emparée de l'attention publique, en même temps que celle des communications à établir entre l'intérieur de Paris et la zone suburbaine. Ces deux questions se touchent et doivent être résolues simultanément; car, si la construction des maisons ouvrières n'est réalisable en grand que dans les quartiers extrêmes, où les terrains n'ont pas encore atteint un prix excessif, d'un autre côté il est nécessaire que les ouvriers obtiennent de plus grandes facilités de circulation pour se rendre au siège de leur travail.

En terminant ce Rapport, dont l'étendue sera excusée à cause de l'importance et de l'opportunité du sujet, nous vous proposons d'exprimer le vœu que les pouvoirs publics fassent procéder à une enquête spéciale sur l'organisation actuelle des maisons ouvrières, tant à Paris et dans les autres villes de France que dans les pays étrangers, et nous vous demandons d'exprimer à la Compagnie Immobilière de Lille, représentée par M. Dequoy, président du conseil d'administration, ainsi qu'à MM. Muller et Cacheux, les remerciements et les félicitations du Conseil à raison des communications pleines d'intérêt qui vous ont été faites.

Un hommage est dû à la mémoire de M. Violette, qui s'est dévoué, pendant les dernières années de la plus honorable carrière, à la fondation et au succès de la Compagnie Immobilière de Lille. C'est à lui que revient l'initiative des communications qui vous ont été présentées au sujet des maisons ouvrières. Le *Bulletin* de la Société, dans lequel le comité du commerce

vous propose d'insérer le présent Rapport, attestera le souvenir, gardé par vous, de l'éminent service rendu par notre ancien collègue.

Approuvé en séance, le 23 juin 1882.

Signé : Charles LAVOLLÉE, rapporteur.

MINES.

RAPPORT fait par M. GRUNER, au nom du comité des arts chimiques, sur la
LAMPE DE SÛRETÉ de M. BIRKEL, ingénieur de la mine de Pechelbronn.

On emploie, dans les mines à grisou, deux sortes de lampes de sûreté : Les unes, comme la lampe primitive de Davy, sont entourées, sur toute leur hauteur, d'un treillis métallique plus ou moins fin ; les autres, en vue d'un meilleur éclairage, sont munies à la base, en face du bec, d'un court cylindre en cristal, convenablement protégé par de gros fils de fer, et solidement relié à la toile métallique placée au-dessus.

Ces deux sortes de lampes rendent d'incontestables services, mais ne peuvent cependant complètement empêcher les accidents.

Elles signalent la présence du gaz, mais ne préviennent pas les explosions. Lorsque l'ouvrier s'obstine à vouloir travailler dans l'atmosphère explosive, quelques minutes suffisent pour rendre le treillis incandescent, par la combustion du gaz à l'intérieur même de la lampe, d'où l'inflammation se transmet alors à l'atmosphère extérieure.

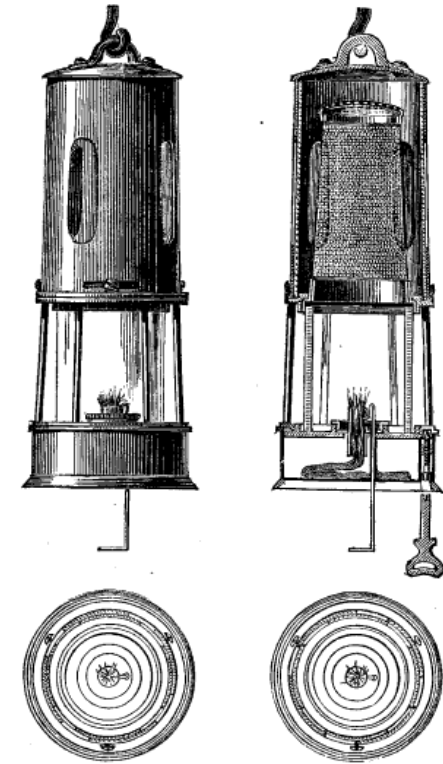
Il peut arriver aussi que la flamme intérieure passe au travers du treillis, même froid, lorsqu'elle est aspirée, ou poussée, par un trop fort courant d'air.

C'est ce danger d'explosion, malgré l'emploi de la lampe de sûreté, qui doit faire proscrire tout séjour prolongé, tout travail sérieux, dans les galeries infestées de grisou. L'ouvrier doit se retirer dès que la lampe de sûreté décèle la présence du gaz. Mais cela suppose que l'homme a constamment l'œil sur sa lampe, ce qui est impossible lorsqu'il travaille.

Or, la lampe de M. Birckel doit parer à l'inconvénient que je viens de signaler. Elle est disposée de façon — tout au moins dans certaines conditions — à s'éteindre spontanément dans une atmosphère explosive.

L'appareil de M. l'ingénieur Birckel appartient au type des lampes à cylindre de cristal. Il diffère des lampes anciennes par un double étui en

fer-blanc couvrant complètement le treillis métallique. L'étui *intérieur* est directement fixé sur le treillis lui-même; l'étui *extérieur* peut glisser autour de l'intérieur à frottement doux. Pour l'entrée de l'air et la sortie des produits de la combustion de l'huile, les deux étuis sont percés d'un certain nombre de fenêtres verticales, c'est-à-dire d'ouvertures pratiquées du haut en bas, dans le fer-blanc, parallèlement aux génératrices du cylindre; elles ont 0^m,010 de largeur. Pour que la lampe puisse fonctionner dans ces conditions, il faut évidemment que les fenêtres de l'étui mobile extérieur correspondent à celles de l'étui fixe. C'est l'état ordinaire des choses. En cet état, la lampe brûle facilement, et éclaire convenablement au travers du cylindre en cristal. L'ouvrier attentif reconnaît d'ailleurs la présence du gaz aux signes que tout le monde sait, l'auréole bleue autour de la



Lampe de sûreté de M. Birckel.

flamme blanche. Pour éviter tout danger, il lui suffit alors de tourner rapidement l'étui mobile; les fenêtres se ferment et la lampe s'éteint. Mais ici encore, cela suppose que l'ouvrier regarde la lampe et non le chantier. Le danger d'explosion n'est donc pas supprimé. Mais voici l'expédient auquel a recours M. Birckel. Il a observé, en ramenant, par la rotation partielle de l'étui, la largeur de l'ouverture à 6 ou 7 millimètres, que l'air pur n'arrivait plus alors en proportion suffisante pour entretenir la combustion du bec, dès que l'atmosphère devenait explosive. Dans ces conditions donc la lampe s'éteint spontanément. Le danger d'explosion se trouve ainsi écarté en quelque sorte *automatiquement*. Théoriquement, cela est vrai; mais dans la pratique il peut très bien arriver que les choses se passent différemment. L'ouvrier, pour ne pas être plongé dans l'obscurité, par le passage momentané de quelque *bouffée* de gaz explosif, préférera presque toujours laisser aux fenêtres leur largeur normale que de la ramener à 6 ou 7 millimètres par la rotation partielle de l'étui extérieur. En réalité donc, la lampe Birckel

est un excellent instrument aux mains de l'ingénieur ou du surveillant, qui peut avoir constamment l'œil sur sa lampe pendant ses visites; mais elle ne présente pas une sécurité *absolue* aux mains du simple mineur.

Ces réserves faites, il faut néanmoins reconnaître que la lampe Birckel peut rendre d'utiles services et qu'elle en a certainement rendu à Pechelbronn, où, depuis plus de deux ans, tous les ouvriers en sont pourvus, sans qu'il soit survenu le moindre accident.

Par ces motifs, je crois devoir, au nom du comité des arts chimiques, vous proposer de remercier M. Birckel de la communication qu'il a fait faire de cette lampe à la Société, et de voter l'insertion du Rapport du comité au *Bulletin* avec une gravure sur bois.

Signé : L. GRUNER, rapporteur.

Approuvé en séance, le 28 juillet 1882.

BIOGRAPHIE.

NOTICE SUR LA VIE ET LES TRAVAUX DE A. POITEVIN, PAR M. DAVANNE (1).

Le nom de Poitevin doit suivre ceux des grands inventeurs de la photographie : Nicéphore Niepce, Daguerre, Talbot; il n'a pas reçu, il est vrai, une notoriété retentissante; ignoré du public, Poitevin est resté dans l'ombre de la science, apprécié seulement par ce milieu spécial qui seul pouvait s'intéresser à ses utiles travaux. C'est à lui cependant qu'il faut faire remonter la majeure partie de ces progrès qui ont transformé la photographie et en ont si largement étendu les applications; il a consacré aux recherches des actions chimiques de la lumière, des nouvelles méthodes d'impression que l'on pouvait en déduire, tout le temps qu'il a pu soustraire aux nécessités de la vie, et les conséquences de ses travaux sont considérables.

La photographie, telle que nous l'avaient donnée les premiers inventeurs, paraissait enserrée dans des limites restreintes dont on avait cherché vainement à la faire sortir; il semblait qu'elle ne pourrait aller au delà de quelques applications déterminées, elle restait isolée entre l'art et l'industrie,

(1) Extrait de la conférence faite à la Sorbonne, le 20 avril, à l'assemblée générale de la Société des amis des sciences, par A. Davanne.

également suspecte à l'un et à l'autre ; après les publications de Poitevin, nous la voyons non seulement s'enrichir de procédés nouveaux purement photographiques, mais aussi sortir de son isolement et, en s'appuyant sur les réactions décrites par ce savant, elle s'est reliée aux grandes industries graphiques, elle a apporté à la typographie, à la lithographie, à la gravure un concours dont le développement prend chaque jour une plus grande importance.

Poitevin, né à Conflans, dans la Sarthe, montrait, dès son adolescence, un goût particulier pour l'étude des sciences, et, en 1840, à l'âge de vingt et un ans, il entra brillamment à l'École Centrale, dont trois ans plus tard, il sortait troisième de sa promotion, avec le diplôme d'ingénieur-chimiste.

Dès lors sa vocation était tracée. Frappé par les remarquables résultats obtenus par la récente découverte de Daguerre, il en avait vite aperçu les points faibles : le procédé sur plaque d'argent ne donnait qu'une seule image d'un prix relativement élevé, il fallait la multiplier économiquement.

Déjà les rares loisirs que lui laissaient ses études à l'École Centrale avaient été consacrés à des recherches pour reproduire la plaque daguerrienne au moyen de la galvanoplastie, recherches qu'il espérait alors pouvoir continuer ; mais dès sa sortie de l'École, nous voyons commencer l'antagonisme entre la vocation et la lutte pour la vie : chimiste attaché aux salines de l'Est, apportant successivement dans les salines de Dieuze, de Montmorot, d'Arc, de Gouhenans les améliorations suggérées par les connaissances acquises, il dut abandonner pendant plusieurs années, pour les travaux industriels, les recherches qui le charmaient.

Cependant, de 1847 à 1855, sans quitter la position conquise par son travail, il reprend son idée première, et s'efforce, par l'emploi des procédés galvanoplastiques, d'obtenir la gravure de l'image daguerrienne ou d'en faire une contre-épreuve qui, enlevée, au moyen d'une couche de gélatine, donnait une sorte de négatif que l'on pouvait imprimer en image positive sur papier au chlorure d'argent.

Il suivait ainsi la voie ouverte par Talbot et tâchait d'allier la finesse de l'épreuve daguerrienne aux avantages que présentait la production d'un type négatif pouvant servir à l'impression d'un nombre indéfini d'épreuves positives. Mais bientôt, abandonnant ce procédé, il employa comme préparation éminemment apte pour obtenir l'impression lumineuse à la chambre noire, l'application sur verre d'une couche de gélatine mélangée de sels d'argent sensibles ; en 1850, M. Balard fit à ce sujet, au nom de Poitevin, une communication à l'Académie des sciences.

Mais, comme tant d'inventeurs, Poitevin arrivait ving-cinq ans trop tôt, il ne pouvait alors se douter, en face d'études encore incomplètes, de toute l'importance que prendrait plus tard l'emploi de la gélatine pour les impressions rapides qui ont fait de si grands progrès dans ces dernières années, il posait un simple jalon et traçait la route qui vient d'être parcourue.

En 1872 et 1873, M. Stas, étudiant les diverses modifications que subit le bromure d'argent, nota l'extrême sensibilité de décomposition par la lumière que prend ce produit sous l'influence d'une ébullition prolongée; puis, par le mélange de la gélatine et du bromure d'argent, on put obtenir ces plaques dites *au gélatino-bromure*, d'une sensibilité telle qu'on arrive à fixer une image par la lumière réfléchie en $\frac{5}{30}$, $\frac{1}{100}$ et même $\frac{1}{300}$ de seconde, et dans des conditions exceptionnelles en $\frac{1}{1500}$ et même en $\frac{1}{3000}$ de seconde, comme l'a fait M. Janssen en photographiant directement le Soleil. Tout porte à croire qu'on ne s'arrêtera pas là.

C'est la vie, c'est le mouvement pris sur le fait; ce sont de nouvelles méthodes de vérification, des documents de toute nature offerts aux savants et aux artistes.

C'est un champ nouveau à exploiter qui touche par un point à l'un des plus anciens essais faits par Poitevin.

Ce qui le préoccupait surtout, c'était d'obtenir la multiplication facile des épreuves; les premières impressions au chlorure d'argent purent faire croire un instant que les recherches de gravure héliographique, les tirages aux encres grasses ne devaient plus avoir d'intérêt; néanmoins, Poitevin continuait, avec raison, ses études dans la voie qu'il s'était tracée.

Bientôt on s'aperçoit que les épreuves dites *à l'argent*, qui ont le défaut d'être coûteuses et irrégulières, en ont un bien plus grave encore: elles ne sont pas solides, elles s'altèrent, elles sont toutes destinées à disparaître dans un temps très rapproché, quelle que soit leur valeur; et aux regrets que pouvait causer dans la famille la disparition d'un portrait cher, vint s'ajouter le cri d'alarme des savants et des artistes qui voyaient s'effacer entre leurs mains des documents réunis le plus souvent à grande peine et à grands frais.

Alors un homme dont le nom est resté considérable dans les sciences et dans les arts, le duc Albert de Luynes, donna une énergique impulsion aux recherches commencées pour détourner ce mal. En 1856, il mit au concours deux prix de grande valeur, l'un de 2 000 francs pour l'obtention de l'image photographique avec une matière aussi inerte que le carbone; l'autre,

de 8 000 francs, pour le meilleur procédé d'impression photographique au moyen des encres grasses.

Poitevin qui, à cette époque, avait continué d'étudier avec beaucoup de soin l'action, encore peu connue, de la lumière sur les mélanges de matières organiques et de bichromates alcalins, résolut le double problème par l'emploi raisonné de ces substances, et il remporta en 1862, puis en 1867, les deux prix proposés, après élimination successive de ses nombreux concurrents, dont le plus important pour le prix de 8 000 francs fut Ch. Nègre, qui avait présenté au concours de grandes planches héliographiques sur acier d'une exécution très remarquable.

Je fus chargé du Rapport sur le dernier Concours, et après quinze années, après avoir vu se fermer récemment les deux tombes de Nègre et de Poitevin, tous deux si dignes d'intérêt, je puis faire part de scrupules, maintenant disparus, mais qui n'ont pas été sans troubler quelquefois ma conscience.

Des deux concurrents l'un était un artiste habile, jaloux de son œuvre, s'isolant dans son travail, faisant à peine connaître quelques détails de son procédé, mais présentant de très beaux résultats.

L'autre, Poitevin, était un chimiste, cherchant et trouvant des réactions nouvelles, mais les utilisant avec moins de succès, basant sur ses recherches des séries de méthodes d'une application juste, mais n'apportant à l'appui que des images dont toute la valeur résidait dans le contrôle exact de la réaction indiquée.

J'étais alors hésitant devant la décision qui m'était tracée par un grand savant, Regnault; mais il fit cesser mes doutes, en me rappelant que dans l'ordre scientifique comme dans l'ordre moral, les principes priment le succès; ce dernier n'est souvent qu'éphémère, tandis que les principes justes poussent des racines fécondes et les bienfaits qu'ils produisent sont infinis.

Aujourd'hui, l'œuvre de Ch. Nègre est restée, mais isolée, presque oubliée, tandis que les recherches et les études de Poitevin ont fructifié, elles ont donné naissance à une foule d'applications diverses dont il est le premier inventeur, mais dont il n'a pu récolter les fruits.

Nous retrouvons les preuves de ses constantes études dans les nombreuses communications faites en son nom à l'Académie des sciences, par M. Balard, par M. Ed. Becquerel, et insérées dans les *Comptes rendus*; d'autres ont été adressées à la Société d'encouragement et primées par elle; d'autres, à la Société Française de Photographie. Ces études portent d'abord, nous l'avons

dit, sur des essais de gravure de la plaque daguerrienne, sur l'obtention de clichés négatifs, sur des méthodes diverses pour employer la gélatine comme milieu favorable aux réactions photographiques; et, en 1855, Poitevin présente toute une série de procédés nouveaux, basés sur les modifications que la lumière fait éprouver à un mélange de bichromate alcalin et de substances organiques, telles que la gélatine, l'albumine, la gomme arabique ou autres matières analogues.

De ces modifications découlent : les impressions aux matières colorantes inertes, vulgairement appelées *photographies au charbon*, celles faites avec des papiers qui portent actuellement différents noms dans le commerce, des modes faciles de reports lithographiques, des procédés directs de lithographie, des méthodes de moulages dites *hélioplastie*, des applications céramiques avec couverte à teinte dégradée, dans lesquelles se trouve le germe de la photoglyptie et les lithophanies photographiques.

Nous touchons également, avec Poitevin, à divers procédés de gravure; il est aussi l'inventeur premier de toutes ces méthodes d'impression à l'encre grasse sur surface plane, analogues à la lithographie, faites sur glace, sur cuivre, sur zinc, sur pierre et même sur papier, et qui, sorties de France entre les années 1867 et 1870, ne tardèrent pas à y rentrer, voilées sous des noms étrangers et sous des formules d'emprunt qu'il était facile de démasquer. Il suffisait, en effet, de lire ces quelques lignes imprimées longtemps avant, en 1862, par Poitevin :

« La possibilité une fois reconnue de faire adhérer l'encre grasse et tous corps gras aux seules parties modifiées par la lumière d'une surface *quelconque* recouverte du mélange précité (bichromate et matières gommeuses et gélatineuses), j'étais arrivé à la possibilité de la photolithographie. »

Cette phrase, bien qu'elle ne fût publiée qu'en 1862, s'applique aux travaux faits en 1855.

Plein de confiance en ses découvertes, satisfait de ses premiers essais, Poitevin entrevoit dans leur exploitation un avenir et la liberté de se livrer à ses études favorites; il quitte les attaches qui absorbent son temps; il se fait apprenti, ouvrier, puis patron, et il crée un atelier de photolithographie; mais il avait oublié que, moins que tous autres, les inventeurs, les savants, ne peuvent s'attarder aux applications mercantiles; leur génie, comme celui de l'artiste, plane dans des régions plus élevées; sans cesse poursuivis par la fièvre du mieux et de l'idée nouvelle, ils leur sacrifient le temps, les soins, les calculs sévères que demande l'exploitation industrielle. A peine deux ans

s'étaient-ils écoulés dans les soucis et les déboires, que Poitevin cédait, à un prix à peine compensateur des dépenses faites, ces brevets sur lesquels il avait fondé de si belles espérances.

Voyons ce que ces procédés sont devenus aujourd'hui, et posons d'abord le principe général des études de Poitevin.

Les matières gélatineuses, albumineuses, gommeuses et analogues, mélangées de bichromate alcalin, deviennent plus ou moins profondément insolubles ou imperméables, résistent plus ou moins à l'action de l'eau, lorsque la lumière les a frappées ; cette action est proportionnelle à la somme, à l'intensité lumineuse.

Ce principe établi, il devient facile de comprendre les diverses applications qui en dérivent.

Sur un papier, on a étendu une couche d'albumine mélangée d'une matière colorante (encre de Chine ou toute autre couleur inerte) ; cette préparation devient sensible à la lumière si on couche le dos de la feuille sur un bain de bichromate de potasse ; le liquide pénètre à travers la feuille de papier et se mélange ainsi à l'albumine sans la dissoudre. Après dessiccation, ce papier est exposé au jour sous un cliché de traits, puis immergé dans l'eau froide ; l'albumine non touchée par la lumière se dissout entraînant la matière colorante ; mais, dans les parties qui ont reçu l'action lumineuse, l'albumine devenue insoluble reste sur le papier emprisonnant la substance colorée et formant le dessin ; ainsi peuvent s'obtenir avec grande facilité des reproductions de cartes, de plans, etc. Mais on peut aussi bien opérer avec l'albumine bichromatée non colorée et après exposition à la lumière, au moyen d'un rouleau d'imprimeur chargé d'encre grasse, on fait tableau noir en couvrant uniformément toute la surface albuminée ; lorsqu'on met ensuite cette feuille dans l'eau, l'encre grasse est entraînée partout où l'albumine est dissoute, elle reste là où la lumière a rendu l'albumine insoluble ; et on obtient ainsi rapidement une épreuve à l'encre noire d'imprimerie ; si au lieu d'encre ordinaire, on a pris l'encre dite de *report*, l'épreuve qui en résulte, bien nettoyée, peut être mise soit sur pierre, soit sur zinc par les procédés connus du report, et l'on en peut tirer, par les procédés industriels courants, un nombre indéfini d'exemplaires.

Au lieu d'albumine, si l'on prend une solution de gélatine que l'on mélange en quantité convenable avec une matière colorante inerte quelconque, on obtient en l'étendant sur papier une surface de couleur très foncée. Ce papier est sensibilisé en le plongeant dans un bain de bichromate de potasse

à 3 pour 100; puis, après dessiccation, on l'expose sous un cliché. La lumière vient alors, suivant les transparences plus ou moins grandes de ce cliché, *sculpter* l'image dans l'épaisseur de cette couche colorée, et cela avec une perfection, une délicatesse merveilleuses. Quand on retire l'épreuve du châssis, l'image n'est pas visible, elle est empâtée dans l'excès de gélatine et de couleur; il faut, pour l'obtenir, enlever tout ce que la lumière n'a pas modifié, à peu près comme le praticien enlève d'un bloc de marbre tout ce qui n'est pas sa statue; mais ici le praticien inconscient et sûr sera l'eau tiède, éliminant par dissolution de la gélatine toute la matière colorante inutile, et l'épreuve sort complète avec telle coloration que l'on a choisie. Un tour de main très heureux, indiqué par M. l'abbé Laborde et aussi par M. Fargier, a complété le procédé de Poitevin, il consiste à toujours développer l'épreuve par le côté opposé à celui qui a reçu l'impression, ce qui permet d'obtenir les teintes les plus délicates insolubilisées par la lumière.

En mettant une couche excessivement mince d'albumine bichromatée sur pierre lithographique et en exposant cet enduit au soleil sous un cliché, Poitevin obtint des dessins qu'il lui suffisait de traiter par les procédés ordinaires de la lithographie pour en faire le tirage; il reconnut en outre que si l'exposition a été convenable, la surface continue de gélatine bichromatée prend l'encre là où la lumière l'a rendue suffisamment imperméable à l'eau, tandis qu'elle s'imbibe d'eau et repousse l'encre dans les parties préservées de l'action lumineuse, et il put dire qu'une impression analogue à la lithographie pouvait être obtenue sur une surface quelconque recouverte du mélange précité. Actuellement, en effet, ce mode d'impression peut être exécuté sur glace, sur cuivre et sur beaucoup d'autres surfaces planes, pourvu que la couche gélatineuse y soit suffisamment adhérente. En Allemagne, en Autriche, en Italie, en Angleterre, on fait un fréquent usage de ce procédé, ainsi qu'en France et plus qu'en France sous les noms si variés d'*Albertypie*, *Collotypie*, *Licht-Druck*, *Phototypie*, etc.; mais le principe reste le même, il appartient entièrement à Poitevin, et l'on est en droit de se demander, alors que l'on cherche de nouveaux gisements de pierres lithographiques, s'il n'a pas résolu la question de la manière la plus simple, en les supprimant.

Lorsque la gélatine bichromatée est mise dans l'eau froide après son insolation sous un cliché, elle absorbe l'eau dans une proportion inverse de l'action lumineuse, nous le savons, mais alors elle se gonfle plus ou moins et produit une sorte de modelage dont les reliefs et les creux sont renversés suivant que l'on a employé un négatif ou un positif, ou plus simplement sui-

vant que l'on a fait un moule et un contre-moule, avec cette remarque toutefois que ces reliefs reproduisent non pas des proportions sculpturales, mais des proportions lumineuses, ainsi que cela existe dans les plaques translucides de porcelaine que l'on nomme des *lithophanies*.

Poitevin a indiqué sous le nom général d'*hélioplastie* toute une série d'applications de cette réaction de la lumière sur la gélatine bichromatée ; ces moulages, convenablement étudiés et reproduits, peuvent donner des planches en relief ou en creux, utilisables pour la typographie ou la gravure en taille-douce, ou servir à la fabrication des lithophanies. Lorsque l'épreuve est obtenue en creux sur une matière céramique, on peut remplir les creux plus ou moins profonds avec un émail coloré et transparent ; après la cuisson, l'image se montre avec des teintes qui sont dégradées suivant l'épaisseur plus ou moins grande de la couche d'émail, et si nous suivons dans ses conséquences le développement de ce principe, de cette idée première, nous voyons ce moulage en matière céramique se transformer et devenir la photoglyptie. Par des moyens un peu différents de ceux employés par Poitevin, M. Woodbury a remplacé le moulage au plâtre par le moulage dans le métal sous une presse hydraulique puissante. Alors ce n'est plus le gonflement plus ou moins prononcé de la gélatine qui est utilisé pour produire l'empreinte, ce sont les parties solides qui restent après élimination par l'eau chaude des parties solubles.

Avec ce moule métallique dans lequel on verse une encre gélatineuse colorée qui est ensuite reportée sur papier, on obtient des épreuves qui ressemblent à s'y méprendre aux plus belles photographies. Ce procédé dit Woodburytypie ou Photoglyptie est une conquête réelle, il sert maintenant à répandre dans la circulation un nombre considérable d'épreuves, et la photoglyptie modifiée par M. Rousselon a donné naissance entre ses mains à un remarquable procédé de photogravure.

Rattachons encore à cette initiative de Poitevin l'action des vapeurs humides sur des surfaces hygroscopiques fournies par un mélange d'albumine et de matières sucrées, telles que le sucre, le miel, la glycose, additionnées de bichromate d'ammoniaque. Les recherches sur ce sujet furent faites par MM. Salmon et Garnier ; nous mentionnons seulement leur parenté avec celles de Poitevin ; mais nous reconnaissons qu'il faut laisser aux auteurs qui les ont appliquées le mérite de leurs travaux.

Ce sujet si fécond des applications fondées sur les réactions des bichroma-

tes alcalins mélangés de matières organiques, est loin d'être épuisé, ce rapide examen des principales peut faire juger de leur importance.

Et pourtant Poitevin, déçu dans ses espérances, se voit forcé d'utiliser d'une manière plus positive pour l'existence ses connaissances scientifiques. Dans l'espace de dix années, il dirige successivement, à Lyon, l'usine de produits chimiques de M. Pereire; à Ahun, les mines, puis à Folembay, des manufactures de verreries; dans ces diverses positions, il n'abandonnait pas ses études favorites sur l'action chimique de la lumière, et il fit connaître des recherches sur les mélanges d'alloxantine et de bichromate de potasse, des méthodes variées pour faire des épreuves positives, soit directement avec les sels d'argent, soit par les réactions des sels de fer et de l'acide gallique; il publia des formules pour obtenir sur papier la reproduction des couleurs. Ces méthodes, qui pourront être reprises dans la suite, n'ont pas encore été utilisées pratiquement; nous nous arrêterons seulement à une réaction étudiée par lui, celle que produit la lumière sur un mélange de perchlorure de fer et d'acide tartrique, qui, plus tard, eut d'heureuses applications.

Lorsqu'un semblable mélange est étendu en couche mince sur une glace doucie, qu'il est ensuite séché puis exposé à la lumière, il se fait une réduction: le perchlorure est ramené à l'état de protochlorure; cette action est rapide. Nous avons donc là les éléments d'une image photographique; un peu d'humidité ambiante, une poudre quelconque promenée à la surface de la préparation, suffisent pour faire apparaître l'image, car le protochlorure de fer, plus hygrométrique que le perchlorure, retient la matière colorante. On peut développer l'épreuve par des poudres vitrifiables, la transporter sur plaque d'émail, la passer au feu de moufle et l'on a une image indélébile.

La différence produite par la lumière dans l'état des sels de fer peut être accusée par de nombreuses réactions, qui sont autant de causes d'apparition de l'image photographique; en outre, les matières organiques, comme le papier ou substances analogues, prennent par l'action lumineuse, un certain état d'imperméabilité que Poitevin a signalé dans son travail, et ces actions diverses, modifiées, étudiées au point de vue pratique, ont reçu leur consécration industrielle et rendu des services sur lesquels j'arrête un instant votre attention. On prépare actuellement des milliers de mètres courants de papier couvert d'un mélange de perchlorure de fer, additionné d'un acide organique et d'un mucilage. C'est le papier Pellet ou cyanofer. Soumis à la

lumière sous de simples calques, comme ceux que font exécuter les ingénieurs ou les architectes, puis passé dans un bain de cyanoferrure de potassium concentré, suivi de lavages acidulés, ce papier donne immédiatement la reproduction exacte du calque en traits bleu foncé sur fond blanc, ce qui permet l'addition des couleurs conventionnelles et les corrections nécessaires.

Ces procédés de copies photographiques, ces reports, ces décalques par la lumière ont une importance économique réelle. Dans une haute administration dont le réseau s'étend sur toute la France, il a été établi dans un grand nombre de bureaux un service de calques, de reports et de zincographie photographiques. Chacun d'eux remplaçant plusieurs dessinateurs et n'occupant qu'une partie du temps d'un seul employé, ils équivalent, en fait, à un véritable accroissement de personnel et réalisent pour l'ensemble des services une économie qu'on peut chiffrer à plusieurs centaines de mille francs.

Quant à Poitevin, qui est le promoteur ou l'inventeur de ces applications, il n'a plus voulu renouveler ses tentatives industrielles; il a quitté celles qu'on lui avait confiées; il a renoncé en 1869 à ces luttres sans profit et s'est retiré au pays natal où, avec des ressources modiques, il s'est consacré à sa famille et a continué pendant quelques années les recherches favorites qui lui ont du moins rapporté quelques éclairs de gloire; mais la famille s'est augmentée, les besoins sont devenus plus considérables, et bientôt, douleur profonde! il comprend que les réactifs qu'il achète, ses instruments de travail, sont pris sur le nécessaire de la maison; il cesse donc de travailler, il cesse de vivre, car la torpeur envahit ce cerveau fatigué, et le lauréat du prix de Luynes, chevalier de la Légion d'honneur en 1862, le candidat adopté en 1878 par le jury de l'Exposition universelle, comme collaborateur de tous les progrès photographiques de trois grandes nations, la France, l'Autriche, la Russie, proposé vainement pour une allocation rémunératrice exceptionnelle, le lauréat du grand prix du marquis d'Argenteuil, donné par la Société d'encouragement, le père de tous les progrès photographiques récents, meurt le 4 mars dernier, laissant aux administrations les profits des larges économies que leur procurent ses découvertes; aux industriels, des éléments de richesse; à sa veuve et à ses quatre enfants, l'honneur de son nom.

La place d'inspecteur des manufactures, qui servait à élever et à instruire ses enfants, disparaît avec lui, et si l'aîné, qui a dix-neuf ans, a besoin d'être

aidé et soutenu pour arriver à conquérir le titre d'ingénieur que son père ambitionnait pour lui, la plus jeune, âgée de vingt mois, pèsera longtemps encore sur les bras de sa mère.

Ne sommes-nous pas là devant cette situation si vivement ressentie par l'illustre Thenard quand il fonda la grande Association des Amis des Sciences ; quand, heureux de la voir augmenter en influence et en richesses, il pouvait dire aux savants :

« Que vos préoccupations poignantes sur le sort de ceux qui doivent vous survivre s'adoucissent ; notre Société, dans la mesure de ses moyens, veillera sur vos veuves, adoptera vos orphelins ».

Aussi nous remettons les intérêts de la famille Poitevin entre les mains du grand et digne successeur de Thenard.

Les moyens dont dispose la Société, nous le savons, sont encore insuffisants en présence de toutes les souffrances à soulager. Récemment, son illustre président a fait un chaleureux appel en faveur de tant d'infortunes, permettez à un membre obscur de l'Association de le répéter tout bas, en disant : « Venez à nous, donnez, donnez encore, donnez toujours pour ces martyrs de la Science ; jamais vos largesses ne compenseront ni les maux qu'ils ont soufferts, ni le bien qu'ils vous ont fait ».

COMMERCE.

NOTE SUR LE COMMERCE DES LAINES BRUTES, FILÉES ET TISSÉES EN ANGLETERRE,
PAR M. SIMON.

M. Paul Pierrard, courtier en laines, à Londres, vient de publier des statistiques qui fournissent sur le commerce anglais des renseignements fort intéressants.

En premier lieu se trouve la récapitulation, depuis l'origine et année par année, des nombres de balles exportées par les colonies anglaises. Le tableau ci-après résume ces chiffres par décades.

LAINES COLONIALES IMPORTÉES EN ANGLETERRE.

ANNÉES.	AUSTRALIE.	CAP de BONNE-ESPÉRANCE.	TOTAUX.
	balles.	balles.	balles.
1814	165	»	165
1824	1 915	»	1 915
1830	8 067	160	8 227
1840	41 025	3 477	44 502
1850	138 679	19 879	158 558
1860	184 563	55 763	240 326
1870	549 402	124 473	673 875
1880	863 801	193 458	1 057 259
1881	932 508	194 242	1 126 750

On a cité les nombres afférents aux deux dernières années, afin de montrer que la progression ne semble pas près de s'arrêter. Tous les districts australiens, qui se prêtent à l'élevé du mouton, rivalisent d'ardeur. Le total de 932 508 balles, pour l'Australie seulement, se répartit comme suit :

	Balles.
Sydney.....	248 989
Port-Philippe.....	353 370
Adélaïde.....	112 393
Swan-River.....	11 040
Van Diémen.....	23 476
Nouvelle-Zélande.....	183 240
Total égal.....	932 508

Le poids moyen des balles, en 1881, étant de 152 kilogrammes, l'ensemble des laines coloniales représente, pour la marine anglaise, un fret de 171 266 tonnes, et, pour le commerce de nos voisins une valeur de 576 095 725 francs, à raison de 3 fr. 36 par kilogramme (valeur moyenne).

Ces matières premières, sous forme de laines brutes, teintées et cardées, donnent lieu à une réexportation relativement peu importante :

7 790 377 kilog. (en 1880) valant 29 677 825 francs.
6 376 564 — 1881 22 322 600 —

mais les exportations de laines anglaises *filées* (cardées ou peignées) se chiffrent par 83 618 500 francs, en 1880 et 80 609 200 francs, en 1881.

Les laines feutrées ou non, en laine pure ou mélangée, engendrent un mou

vement commercial plus considérable encore et le total des tissus (peignés et cardés) vendus à la consommation étrangère, passe de 168 418 025 francs, en 1880, à 188 799 675 francs, en 1881.

Si l'on examine la répartition ci-après de cette colossale exportation, on remarque que les augmentations s'appliquent soit à la France et à la Belgique, soit à certains pays avec lesquels notre commerce entretient des relations suivies. Cette évolution explique les souffrances dont se plaignent nos centres lainiers :

EXPORTATION ANGLAISE DES LAINAGES DRAPÉS OU NON.

	1880	1881
	—	—
	francs.	francs.
France et Belgique.	45 293 250	54 427 950
Allemagne.	17 393 175	18 330 100
Hollande.	8 335 000	6 884 650
Suède et Norwège.	2 176 250	2 683 075
Portugal, les Açores et Madère.	659 750	1 011 725
Italie.	5 694 525	7 331 925
États-Unis.	22 896 525	21 351 550
Amérique du Nord.	12 739 800	17 036 450
— Sud.	10 633 475	15 069 375
Chine et Japon.	11 210 950	6 979 725
Indes orientales.	9 657 150	7 679 000
Australie.	9 886 200	15 186 725
Pays divers.	11 841 975	14 827 425
	168 418 025	188 799 675

COMMERCE.

PRODUCTION DE LA LAINE EN AUSTRALIE, PAR M. DE SAVIGNON.

M. F. de Savignon, commissaire délégué par le Ministère de l'agriculture et du commerce à l'Exposition internationale de Sydney, expose le résultat des études qu'il a eu occasion de faire en Australie sur l'importation et l'élevage du bétail et sur la production de la laine dans cette contrée.

Premiers temps de la colonisation. — Le continent australien, par l'abondance et la variété de ses productions, occupe un rang élevé et capable de nous inspirer des craintes sérieuses, si notre attention n'était détournée par les dangers dont nous nous croyons menacés plus directement par l'Amérique.

Les richesses de l'Australie consistent dans ses troupeaux, ses mines de houille et de métaux, sa production de céréales. Ces richesses croissent à mesure que la population augmente, et elle augmente rapidement. Outre que les familles australiennes sont nombreuses, il ne se passe pas de semaine où l'émigration ne jette sur les quais de Sydney au moins trois cents nouveaux venus. On calcule, dans le New-South-Wales, que si l'accroissement de la population reste constant, elle devra doubler tous les neuf ans.

Retracer l'histoire des troupeaux australiens, c'est faire l'histoire de la colonisation de ce vaste continent, qui, dans un avenir peu éloigné, doit former, selon les opinions les plus sérieuses, une nation indépendante.

Sydney, la métropole du New-South-Wales, n'était à l'origine qu'un lieu de déportation. Les convicts furent les premiers colons. Ils firent moins qu'on ne le croit communément, et cela se conçoit : comment pourrait-on civiliser en employant à cette tâche, difficile entre toutes, des hommes reconnus pour être les ennemis de la société ?

Ce fut l'émigration qui, à dater de 1788, importa en Australie, avec les traditions de famille, l'esprit d'entreprise et l'amour du travail.

Importations de bétail en New-South-Wales. — Races diverses de bêtes à laine.

— Les premiers settlers débarquèrent, à l'époque citée plus haut, sur cette partie du port Jackson connue sous le nom de Farm-Cove. Leur troupeau comprenait : un taureau, quatre vaches, un veau, un étalon, trois juments poulinières, trois poulains ; ils possédaient, en outre, un petit nombre de moutons, de chèvres et de porcs. D'autres envois de bétail semblables au précédent furent faits d'Angleterre et du Cap. Tous ces animaux se multiplièrent rapidement, si bien que l'on y comptait en :

	MOUTONS.	BÊTES À CORNES.	CHEVAUX.
1828.	536 391	262 868	12 479
1861.	6 119 100	»	»
1866.	12 238 000	»	»

En 1878, les sept colonies formant le groupe australien possédaient 70 000 000 têtes de moutons.

Les premières tentatives sérieuses d'introduction du pur mérinos en Australie furent faites en 1797 par le capitaine Kent, qui avait ramené du Cap un petit troupeau de choix. Les bêtes qui le composaient furent partagées entre trois gentlemen, parmi lesquels sir John Macarthur, qui est considéré comme le fondateur de l'industrie lainière en Australie. Ce lot de moutons réussit bien ; aussi le gouvernement anglais, envisageant l'importance de ce nouvel élément de richesse avec une justesse de vues dont il fait preuve tous les jours, encouragea-t-il les débuts de J. Macarthur

par une concession de 10 000 acres de terre et par un envoi de bêtes mérinos provenant du troupeau de Georges III.

C'est à Camden, nom de la station de J. Macarthur, que l'élevage australien prit naissance.

Camden s'étend sur des bancs de grès stratifiés en couches ondulées et ne présentant qu'une faible inclinaison. Le sol y est peu profond et le pâturage peu abondant. La taille des animaux y diminue pendant que leurs formes s'amélioraient par une judicieuse sélection. En 1846, la station fut jugée impropre à l'élevage du mouton, et le troupeau fut dispersé. Des lots de bêtes à laine de Camden furent achetés par des squatters de Tasmanie, Victoria et de toutes les parties de New-South-Wales exploitées alors pour leurs parcours.

Dès 1836, des bêtes de Camden avaient été acquises par des éleveurs du Victoria, qui avaient reconnu qu'elles étaient plus propres à améliorer leurs troupeaux que les meilleurs reproducteurs importés de l'étranger.

Les moutons anglais introduits en Australie dans les premiers temps de la colonisation étaient surtout des southdown, des lincoln et des dishley. Ces importations se continuent; presque insignifiantes comme nombre et comme qualité pour le southdown, elles sont importantes pour le dishley et le lincoln.

Le dishley, mauvais marcheur, prospère dans les régions peu exposées aux sécheresses prolongées. Il donne alors une laine longue, fine et lustrée; mais il peut être souvent utilisé plus avantageusement par le croisement tel que le pratiquent des éleveurs de Tasmanie et du Riverina.

Le croisement dishley mérinos leur procure une laine longue, très fine, élastique, douce et lustrée, s'alliant très bien à la soie pour la confection des châles de prix; aussi sa valeur est-elle élevée.

Le lincoln est moins distingué que le dishley; il est grand, robuste, atteint un poids élevé, se contente de pâturages grossiers; il est moins exigeant que le mérinos sous le rapport de l'étendue des parcours. La toison, lourde chez les animaux importés d'Angleterre, perd de son poids à chacune des générations qui se succèdent sur le sol australien; aussi les éleveurs doivent-ils constamment rafraîchir le sang.

La quantité de laine fournie en New-South-Wales par le lincoln pur est de 13 kilogrammes. 500.

Le bélier lincoln, allié à la brebis mérinos, donne des métis de forte taille, vigoureux, précoces, d'un entretien et d'un engraissement faciles. Cette dernière qualité est très importante pour l'éleveur lorsqu'il veut se défaire de ses animaux: s'ils sont gras, il est assuré de trouver un acheteur. Obligé, le plus souvent, de faire parcourir à ses moutons de longs trajets sur des routes pâturées sans cesse, il trouve encore à les vendre avantageusement lorsqu'ils sont rendus à destination, bien qu'ils aient perdu pendant le voyage une partie de leur embonpoint.

Parfois aussi, lorsque la sécheresse sévit, et que les herbes et l'eau manquent, le squatter se trouve dans la triste nécessité de sacrifier une partie de ses troupeaux. Alors les moutons sont tués, écorchés et fondus dans des chaudières; les peaux sont desséchées et réunies en balles; le suif est mis en tonneaux et le tout est expédié à Sydney. Dans ce cas, le métis lincoln-mérinos indemnise mieux l'éleveur que le mérinos pur.

La généralité des troupeaux australiens sont formés de bêtes mérinos, ou du moins ayant du sang mérinos. Peu de moutons sont purs, eu égard au chiffre de la population ovine.

La nature et la qualité de la laine varient suivant des conditions qu'il serait trop long d'énumérer ici. Celles dont le manufacturier tire le meilleur parti sont les laines de peigne; les squatters du New-South-Wales l'ont bien compris; aussi s'efforcent-ils de l'obtenir partout où c'est possible, abandonnant la production de la laine de carde aux pays les moins favorisés par le climat, c'est-à-dire à ceux où le brin n'acquiert pas de longueur.

Pour arriver vite au but proposé, le croisement du bélier lincoln et de la brebis mérinos était tout indiqué. Le bélier devait donner du poids à la toison et allonger le brin. Le rôle de la brebis était de procurer à la laine la finesse, l'élasticité et la douceur. Les métis résultant de ce croisement sont dits *croisés*, et le système d'élevage qui opère ainsi est désigné sous la dénomination de *cross-bred*, ou élevage croisé.

Les races lincoln et mérinos diffèrent trop l'une de l'autre pour que deux reproducteurs appartenant respectivement à chacune d'elles puissent donner des produits présentant des caractères stables. Aussi les laines cross-bred varient-elles non seulement d'une station à la station voisine, mais aussi dans les troupeaux les plus uniformes. On constate même sur une toison croisée des différences de qualités plus nombreuses que sur celle d'un mérinos pur.

Ces faits sont admis en pratique; aussi, peu d'éleveurs s'adonnent-ils au cross-bred au moyen de béliers d'importation directe. La plupart se bornent à allier entre eux des métis, et lorsqu'ils jugent qu'une nouvelle introduction de sang lincoln est nécessaire, ils la font au moyen de béliers élevés dans ce but spécial.

Aperçu sur l'exploitation des troupeaux. — Stations à moutons. — L'industrie du mouton peut être divisée en deux périodes distinctes :

La première s'étend de 1788 à 1851. Pendant ces soixante-trois années, les parcours n'étaient bornés que très imparfaitement; le plus souvent, c'était le relief de la contrée qui délimitait les surfaces dévolues aux squatters. Les troupeaux étaient exploités suivant les mêmes errements qu'en Europe; toutes les bêtes à laine d'un même propriétaire étaient divisées en autant de troupeaux que le comportaient la différence de leur utilisation et l'importance du personnel. Ces troupeaux étaient gardés par des bergers à cheval, et la main-d'œuvre étant rare, les squatters leur confiaient un nombre de moutons beaucoup plus considérable qu'il n'eût fallu pour en

tirer le produit le plus avantageux. La grande quantité d'animaux réunis ensemble obligeait les bergers à se déplacer continuellement pour leur procurer de nouveaux aliments et pour les abreuver. Dans ces conditions, les propriétaires devaient supporter les frais d'un personnel dispendieux, les parcours étaient mal utilisés, le mouton vivait mal, il souffrait de la soif, et il était littéralement couvert de poussière.

La découverte des mines d'or en New-South-Wales date de 1851. Cette colonie constituait alors l'Australie à elle seule. La nouvelle que des placers avaient été trouvés se répandit avec autant de rapidité que la flamme sur une traînée de poudre. Tout le monde courut aux mines ; la plupart des bergers firent comme les autres artisans : ils se convertirent en diggers, et les salaires s'élevèrent dans le bush à des prix excessifs. Les squatters crurent que c'en était fait de l'élevage ; mais cette désertion des bergers, qu'ils regardaient comme la cause d'une ruine imminente, devait être au contraire, pour l'Australie et pour eux, le commencement d'une ère de prospérité inespérée. La nécessité les rendit ingénieux ; aussi, lorsqu'ils virent que les bergers leur faisaient défaut, prirent-ils les dispositions les plus propres à leur permettre de s'en passer à l'avenir. Ils employèrent toute la main-d'œuvre dont ils pouvaient disposer à abattre des arbres, à les débiter et à établir des *fences*, ou clôtures, autour de leurs meilleurs herbages. Les enclos ainsi formés portent le nom de paddocks.

Ce changement dans l'économie des stations, imposé par les circonstances, eut pour effets immédiats de régulariser l'exploitation des parcours par le mouton, d'améliorer les conditions d'existence de cet animal, de réduire le personnel nécessaire à sa garde, d'augmenter la quantité de la laine, d'améliorer sa qualité, tout en diminuant son prix de revient.

En Australie, les moutons vivent dehors toute l'année. Ils n'ont à redouter ni le froid ni la neige. Pendant l'été, lorsque l'herbe est rare, la pousse de la laine se ralentit, et le diamètre du brin diminue pendant tout le temps que le mouton doit endurer le manque d'aliments ou les souffrances occasionnées par la soif.

Lorsque la sécheresse se prolonge, certaines stations manquent de l'eau nécessaire à leurs moutons ; alors le propriétaire, lorsqu'il est à même de le faire, sacrifie une partie de son troupeau, qu'il fait fondre pour pouvoir conserver l'excédent.

Les stations à moutons étant très étendues, la qualité des paddocks doit être très variable ; les uns conviennent à l'élevage, d'autres à l'engraissement ; ceux de meilleure qualité sont toujours réservés au troupeau de *stud*, aux agneaux que l'on conserve pour la reproduction et aux agnelles. Sur les stations bien conduites, on évite de surcharger les pâturages en y mettant trop d'animaux ou en les y maintenant trop longtemps : lorsque le *manager*, ou régisseur de la station, s'aperçoit qu'un paddock a été suffisamment brouté, il fait passer le troupeau dans un paddock contigu.

Ce système, qui consiste à élever le mouton en l'abandonnant à lui-même autant qu'il est rationnel de le faire, a donné les meilleurs résultats dans tout le New-South-Wales. D'après les dernières statistiques, le chiffre des agnelages est de 71,87 pour

100 brebis gardées par des bergers, et de 75,25 pour 100 brebis libres dans leurs paddocks. Nous avons constaté que sur plusieurs stations, le rapport des naissances au nombre des brebis a atteint jusqu'à 94 pour 100, et qu'il varie ordinairement entre 80 et 85 pour 100.

Les pertes occasionnées par les maladies, les accidents et les attaques des dingos ne vont pas au delà de 2 à 2,50 pour 100.

Les districts les plus riches sous le rapport de la production de la laine sont ceux où la Couronne a aliéné la plus forte proportion de ses biens. Dans ces districts, on trouve peu de parcours à louer : les grands propriétaires, assurés de n'être pas dérangés dans la dépaissance du sol par de nouveaux arrivants, ont fait entourer non seulement leurs biens, mais aussi ceux qu'ils tiennent à ferme. Douze districts sont dans ce cas.

Dans vingt districts éloignés de Sydney et insuffisamment pourvus de voies de communication, les troupeaux sont soumis à un régime mixte, tour à tour entretenus dans des paddocks, ou gardés par des bergers qui les conduisent dans le *run*. On donne ce nom à toute la portion du territoire australien qui n'est pas close, et où les animaux ont devant eux d'immenses espaces libres où ils peuvent courir. Ces districts sont moins riches que ceux dont nous avons parlé précédemment ; l'élevage y est exposé à bien des chances contraires ; aussi sont-ils généralement exploités par de jeunes squatters entreprenants, qui suppléent par leur énergie à l'insuffisance de leurs capitaux. La plupart de ces propriétaires-squatters font tout d'abord sur les terres qu'ils ont acquises, et dont l'étendue n'est ordinairement pas considérable, les améliorations imposées par la loi. Le chiffre de ces améliorations doit s'élever à une livre par acre, soit 61 fr. 78 par hectare, dans les trois années qui suivent l'achat. Ils construisent, font des clôtures, et aménagent pour le mieux les abreuvoirs naturels. Ils louent ensuite des parcours à l'État, et emploient le surplus de leurs ressources en achats de moutons. Le capital d'exploitation nécessaire au fonctionnement d'une station est représenté par un chiffre moyen égal, à une légère différence près, au produit net de la station pendant deux ans. L'éleveur placé dans ces conditions emprunte son capital d'exploitation. Dans leurs prêts, les banques se règlent sur la quantité et la qualité de la laine, lorsque la station est connue ; sinon, elles prennent pour base le nombre des moutons. Le squatter, en vue de se procurer des fonds, s'impose alors le nombre maximum de moutons que ses parcours peuvent entretenir, que ses abreuvoirs suffisent à désaltérer. La plupart des squatters qui suivent cette ligne de conduite, le font en toute connaissance de cause, sachant que c'est assez parfois d'une année de sécheresse pour les ruiner ; mais ils se disent aussi qu'une bonne année peut liquider leur situation, et que deux leur permettront de mener leur affaire à bonne fin.

Lorsque des entreprises de cette nature sont tentées après une période de sécheresse, elles donnent ordinairement les plus beaux résultats. Quand, au contraire, la sécheresse sévit dès le début, le désastre est complet.

Les stations que nous venons de décrire très sommairement sont soumises à un régime économique qui, joint aux influences climatiques, entraîne des crises périodiques et violentes. La propriété change brusquement de main, et passe de l'emprunteur au créancier.

Dans un district, les troupeaux sont encore gardés par des bergers.

Nous manquons de renseignements pour les trois autres districts.

On ne remarque sur les stations australiennes, quel que soit le bétail qui y soit entretenu, que les bâtiments strictement nécessaires à leur fonctionnement. Sans entrer dans des détails qui comporteraient de longs développements, nous nous bornerons à dire qu'à de très rares exceptions près, ces constructions, faites de bois, sont quelquefois couvertes de tôle, plus ordinairement de bardeau et souvent d'écorce.

Ils comprennent pour les stations à moutons :

Une maison de maître et une pour le manager,

Des cabanes de bergers,

Une yard à moutons,

Un hangar à laine.

Ces deux derniers seuls nous intéressent.

La yard à moutons est un petit bâtiment circulaire de 10 mètres environ de diamètre. Une moitié de l'intérieur est divisée en quatre ou cinq compartiments ; l'autre moitié forme un passage où se fait le triage des animaux. Autour de cette partie centrale, il existe une série de compartiments beaucoup plus grands que ceux que nous venons de décrire, et mis en communication par des portes. Ces derniers compartiments communiquent eux-mêmes avec des parcs où sont enfermées les bêtes avant ou après le triage. Elles sont poussées des parcs dans les plus grands compartiments, de ceux-ci dans les moyens, et ensuite dans les petits situés au centre de la yard, et qui ne peuvent en contenir que vingt environ. De là elles s'engagent dans un passage dont la largeur diminue insensiblement, jusqu'à les obliger à défiler une à une. Un berger se tient à l'extrémité la plus étroite de ce couloir, qui aboutit à deux parcs, et fait passer les bêtes dans l'un ou l'autre, à son gré.

C'est dans la yard que se font toutes les opérations de triage, telles que la séparation des agneaux et des brebis lors de la castration, qui a lieu en même temps que le sevrage, la réforme des bêtes âgées ou défectueuses, et le choix des reproducteurs pour le troupeau de *stud*.

Le triage est singulièrement simplifié et accéléré par l'emploi de la yard.

Les yards sont construites de manière à pouvoir contenir 20 000 gros moutons ou 25 000 petits. C'est la quantité que les bergers peuvent faire défiler en une journée.

Le hangar à laine est un vaste bâtiment dans lequel sont compris le plus souvent : le bureau du comptable, un magasin de denrées de toutes sortes à l'usage des employés de la station, et la boucherie. C'est au hangar de laine (*Wool-Shed*) que se font la tonte, le triage des laines, leur mise en balles et leur emmagasinage.

La yard et le hangar sont les deux constructions essentielles de toute station à moutons.

Tonte. — Préparations que subit la laine depuis la tonte jusqu'à l'embarquement.

— La tonte se fait en suint, ou après lavage.

Le lavage est de deux sortes :

1° A froid ou à chaud, sur le mouton (*Washing*);

2° A froid ou à chaud, après la tonte (*Scouring*).

Ce dernier mode nécessite des aménagements et un outillage spéciaux; il est dispendieux, et n'a sa raison d'être que sur les stations situées à de grandes distances des ports, des chemins de fer ou des rivières navigables; en un mot, où se fait sentir la nécessité de diminuer le poids de la denrée. Trois causes tendent à faire renoncer au lavage, ce sont :

1° Les voies ferrées qui s'étendent de jour en jour, et permettent d'effectuer les transports à des prix relativement peu élevés;

2° La complication que le lavage apporte au fonctionnement des stations et les frais qu'il occasionne;

3° La mortalité qui sévit parfois sur les bêtes lavées à dos, surtout lorsqu'il survient un temps froid.

Le lavage à dos, à chaud et à la soude, se fait à la température de 43 degrés; il est ordinairement suivi d'un lavage à la chute, pendant lequel l'eau tombe d'une hauteur de 2^m,50. C'est ainsi que nous avons vu opérer à la station de Goonoo-Goonoo, appartenant au Peel River Company, Société qui a la réputation de bien laver. Lorsque l'eau est chauffée au delà de 45 degrés, la soude attaque les laines vivantes et leur communique une teinte légèrement rousse; de plus, l'épiderme du mouton devient très sensible à son action caustique et l'animal en souffre. C'est ce qu'en terme de métier, les laveurs australiens appellent *échauder les intestins à travers la peau*.

Le lavage à dos et à froid, de même que celui à chaud ou à froid après la tonte, sont pratiqués comme en Europe.

Les laines les plus faciles à laver sont celles de peigne, et surtout les laines lisses.

Les laines de carde présentent plus de difficultés. La forme du brin l'explique suffisamment pour nous dispenser d'entrer dans des détails.

Mais la laine qui offre le plus d'obstacles au nettoyage, est sans contredit celle du type fourni par les moutons ayant une forte proportion de sang saxon ou silésien. Ces animaux sont couverts d'une toison tassée, ils portent une laine très fine, généralement à peigne. On remarque à l'extrémité de leurs mèches des agglutinations de suint et de poussière, formant un mélange d'aspect résineux, qui durcit parfois au point de résister à un énergique lavage à la soude fait à chaud. Après cette opération, beaucoup de mèches portent encore à leur extrémité une petite boule noire qui relie ensemble tous les brins. C'est une marque indéniable de la présence du sang negretti.

En Californie, nous avons vu un troupeau d'une origine aussi distinguée que les meilleurs du New-South-Wales, mais qui devait ses hautes qualités à un autre type mérinos, à l'Infantado. Les toisons qu'il fournissait ne présentaient pas le grave inconvénient que nous venons de signaler.

En 1879, le nombre des bêtes tondues en suint a été de 16 705 109; celui des bêtes lavées à l'eau courante, de 2 166 213; celui des bêtes lavées à la chute, de 8 271 540; celui des bêtes tondues après dégraissage, de 821 172.

Les renseignements manquent pour les 4 959 836 moutons formant le complément de la population ovine du New-South-Wales.

Faite dans ces différentes conditions, la tonte a donné par toison les poids moyens suivants:

	kil.
En suint.	2,272
Après lavage à l'eau courante.	1,434
— à la chute.	1,220
Après dégraissage.	1,010

Pendant la tonte, la laine ne subit qu'une préparation, c'est le débordage (*skirting*) plus ou moins bien faite, selon le pays. Elle est ensuite classée par catégories et suivant qualités.

Voici en quoi consiste ce débordage : le tondeur commence par enlever en un plaque toute la laine du ventre, qui est immédiatement portée par un aide dans la case des ventres (*bellies*). Ce premier triage est indispensable, parce que la laine d'entre-ventre est presque toujours pailleuse, feutrée et roussie par les urines.

La toison est ensuite étalée devant un classeur qui fait le débordage proprement dit : travail par lequel il sépare de la toison toute la bordure et les extrémités. On établit plusieurs catégories des diverses parties de toisons résultant du débordage; elles sont désignées sous les noms de : *skirts*, 1^{re} *pieces*, 2^{de} *pieces* et *locks*.

Le corps de la toison est aussi classé, selon sa destination et son mérite, sous les dénominations de laine à peigne de 1^{re} qualité (1^{re} *combing*), laine à peigne de 2^e qualité (2^{de} *combing*), laine à carde de 1^{re} qualité (1^{re} *clothing*), laine à carde de 2^e qualité (2^{de} *clothing*).

Un bon classement doit donner de 20 à 25 pour 100 de débordage.

Le meilleur classement consisterait à conserver, après débordage, les deux grandes catégories de 1^{re} et 2^{de} *combing* et de 1^{re} et 2^{de} *clothing*, et à en établir deux autres qui comprendraient : 1° les laines d'antennais, 2° les laines de brebis et de moutons à peu près de même âge.

Le Victoria apporte beaucoup de soins au débordage de ses toisons et les prix s'en ressentent.

Le New-South-Wales déborde d'une manière insuffisante.

Le South-Australia déborde peu, parfois même pas du tout.

Dans deux des contrées du New-South-Wales les plus renommées pour la production de la laine, le Mudgee et le Manaro, on se borne à séparer les *bellies* du reste de la toison.

Dans le New-England, le skirting ne dépasse pas 5 pour 100.

Après le skirting, la laine est emballée, les balles sont marquées et dirigées sur le port d'embarquement.

La mise en balles en New-South-Wales se fait sur le côté. Les presses dont on use sont du même système que celles qui sont employées dans les districts agricoles à la confection des balles de luzerne ou de paille que l'on expédie aux grands centres.

L'emballage de New-South-Wales est très lourd. Les balles pèsent jusqu'à 200 et même 300 kilog.

En Victoria, l'emballage se fait par le haut; le poids des balles est de 150 kilog., et au maximum de 200 kilog.

On a soin de ne pas trop presser, afin d'éviter le feutrage.

Les toiles d'emballage sont de jute ou de phormium tenax, deux plantes qui croissent en abondance dans l'Inde, en Indo-Chine, dans les îles du détroit de la Sonde, dans la plupart de celles du Pacifique, et en Australie. La toile d'une balle de 180 kilog. nets pèse de 4 à 5 kilog. et vaut en Australie 3 fr. 50 en moyenne. Les vieilles toiles pèsent 6 kilog. quand elles ont contenu de la laine en suint. Elles sont revendues en France de 20 à 25 francs les 100 kilog. Celles qui ont renfermé de la laine lavée pèsent de 4 à 5 kilog; elles se payent de 30 à 35 francs les 100 kilogs.

Origine, classement, collection des diverses qualités de laine. — La production de la laine en Australie a commencé, avons-nous vu, par le New-South-Wales; elle s'est étendue ensuite successivement en Tasmanie, Victoria, South-Australia, et à peu près en même temps, en Western-Australia et en Queensland. L'élevage du mouton prend beaucoup d'importance dans ces deux dernières colonies.

Le New-South-Wales est remarquable par la variété de ses produits. Au Nord, ils ont le caractère de la laine de Queensland. Dans le Liverpool-Plains, ils sont propres, nerveux et conviennent pour la chaîne. Ceux de New-England, à la propreté près, offrent les qualités de ces derniers.

La laine du Manaro est grasse, chargée de suint, et lourde parce que, suivant l'expression technique, son tube est plein de sève.

Le Mudgee est une région montagneuse, agricole, à riches pâturages composés d'herbes sapides. La brebis du Mudgee est petite, elle a le corps bien fait, le poitrail large, la tête et les jambes d'une finesse excessive; elle ressemble au petit mérinos negretti autrichien, ou plutôt hongrois, qui a servi à la formation du type mudgee. Les troupeaux de ce pays ont été créés et perfectionnés par des éleveurs très habiles, tels que *John Baylys* mort pendant l'Exposition de Sydney, et *Cox* qui remporta un 1^{er} prix à l'Exposition universelle de 1878. Les laines de Mudgee sont douces, longues

et fines; elles conviennent à la trame plutôt qu'à tout autre usage. Le mérinos de Saxe a été préconisé comme agent améliorateur des troupeaux de Mudgee; mais au point de perfectionnement où sont arrivées les bêtes de ce pays, la sélection nous semble préférable.

Le New-England produit aussi un type de laines qui lui est propre. Les sécheresses y sévissent rarement, aussi les herbes y sont-elles de très bonne qualité. La laine de cette provenance a été quelque temps en faveur sur le marché de Sydney, mais elle a été déclassée pendant ces dernières années, par suite d'une introduction irréfléchie de sang anglais dans les troupeaux, et aussi de la négligence apportée dans le classement des toisons. Souvent la même balle renferme des laines de différentes sortes : de la laine fine et de la grosse, de la courte et de la longue, de l'anglaise et du mérinos. Dans de telles conditions, les prix sont difficiles à établir. En 1879, de nombreux envois de New-England ont subi à Londres des réductions de prix, la marchandise n'étant point conforme aux échantillons.

Le Manaro, pays humide et marécageux, produit des laines grosses et mixtes, telles que les lincoln, dishley et cross-bred.

A un point de vue général, la meilleure laine est celle de Tasmanie, parce qu'elle réunit toutes les qualités : longueur, finesse, nerf, douceur et propreté. La supériorité des laines de Tasmanie date de trente ans. Cette colonie fournit des béliers à toute l'Australie; les plus appréciés sont ceux de MM. Gibson, Kermode, et Taylor.

Le Riverina, vaste pays de plaines compris entre le Murray et le Murrumbidgee, produit une laine tenant le milieu entre celles de Port-Philip et d'Adelaïde, dont il est question plus loin. Le Riverina doit sa réussite à des squatters du Victoria qui, en s'y établissant, ont importé leurs capitaux, leur énergie et leur expérience. Quelques éleveurs de ce pays ont tenté de compléter et d'augmenter les qualités de leurs laines en alliant la brebis tasmanienne au bélier de Victoria. Les toisons que nous avons eu à juger, et qui provenaient de bêtes issues de ce croisement, étaient irrégulières, et ne valaient ni celles de Tasmanie, ni celles de Victoria.

Les laines produites par les fermiers et les selectors sont bonnes par cette double raison, que leurs animaux sont bien nourris, et ne sont pas fatigués par de longues marches; mais les balles de cette provenance, qui sont composées de toisons ni bordées, ni classées, n'arrivent sur le marché que par petits lots et tardivement, ce qui fait qu'elles atteignent rarement un prix élevé.

La production du Victoria est variée, mais moins que celle du New-South-Wales ; elle présente aussi moins d'écart dans ses prix. Trois qualités surtout distinguent, entre autres, les laines du Victoria : la longueur, la douceur et le lustré. Ces laines sont celles qui atteignent le prix le plus élevé sur le marché de Londres. Les éleveurs victoriens sont arrivés à ce résultat avec le temps et par la consanguinité. Les plus renommés parmi eux sont : MM. Learmonth, Russel, Simpson et Cumming. Vivant au milieu de leurs troupeaux, ils ont façonné le tempérament, la forme et les apti-

tudes de leurs animaux, au point de produire une laine exempte de tout défaut. Nous devons ajouter que ce résultat a été obtenu dans des contrées reconnues par tous comme les plus favorables à l'élevage du mouton.

La bonne laine du Victoria est désignée dans le commerce sous le nom de Port-Philip, elle sert à la fabrication des chaînes, comme celle de Liverpool-Plains.

Le South-Australia fournit au commerce, sous le nom d'Adelaïde, des laines plus ouvertes et de qualité plus ordinaire que celles dont nous avons parlé précédemment; elles alimentent en partie la spéculation sur place.

Le Western-Australia, colonie longtemps dénigrée au profit de New-South-Wales et de Victoria, marche actuellement à grands pas dans la voie des progrès de toute nature. Ses produits sont très variés; sa laine peut être assimilée à celle du Queensland, sans cependant l'égaliser en qualité.

L'existence du Queensland, comme colonie, date seulement de 1860; on y comptait alors 8 166 802 moutons. En 1869, ce chiffre s'éleva à 8 604 115; en 1878, il redescendit à 5 418 826. Cependant, depuis 1869 jusqu'à présent, la production de laine du Queensland, et par conséquent sa richesse, a toujours été en augmentant. Voici ce qui s'est passé :

Lorsque le Queensland fut déclaré colonie, en 1860, une quantité de jeunes squatters aventureux s'y portèrent et s'y établirent. Des gens de tous métiers, qui dans ces mouvements de population, marchent les premiers, s'étaient fait attribuer des portions de territoire étendues et excellentes. Ils ne les utilisèrent pas, au grand détriment de la production lainière. Le Parlement décréta alors, que les concessionnaires seraient tenus de posséder un nombre de moutons proportionné à la superficie des terrains qu'ils occupaient. A la même époque, la gale ayant été introduite en Queensland, l'importation des moutons y fut interdite. La demande était abondante, l'offre rare, et l'on vit le prix des brebis monter, en peu de temps, à 18 fr. 75, puis à 25 fr., et finalement, à 31 fr. 25. Les laines atteignaient de beaux prix à Londres. La valeur des stations augmenta d'une manière exagérée, on les achetait sur le nombre de moutons qu'elles entretenaient et non sur la qualité du sol ou sur celle des troupeaux. Dans ces conditions, l'élevage fut pratiqué d'une manière vicieuse, et le prix de la laine diminua à Londres. A la même époque, en 1866, la sécheresse survint et accrut ces pertes. Beaucoup de squatters ne purent pas résister à ce double désastre; ce fut pour eux la ruine, et pour les stations le rétablissement du cours à la valeur réelle.

En 1867, le stock de moutons était, en Queensland, de 8 665 757. La sécheresse se prolongea jusqu'en 1868. L'agnelage fut très réduit durant cette année; le nombre des moutons n'augmenta que de 256 027. Beaucoup de stations changèrent de propriétaires et tombèrent aux mains d'éleveurs qui comprirent la nécessité de changer radicalement le système d'exploitation du sol par le mouton. Aussi, en 1870, près de 9 000 000 de bêtes défectueuses furent-elles converties en viande conservée ou en suif. On reconnut, vers la même époque, que plusieurs districts, entre autres ceux

de la côte, ne convenaient pas aux moutons, ils y furent remplacés par des bêtes à cornes.

L'exportation des laines de l'Australie se traduit par les chiffres suivants :

	BALLES.
New-South-Wales et Queensland.	188 907
Victoria.	309 614
South-Australia.	111 190
Western-Australia.	8 639
Tasmania.	24 263
New-Zealand.	184 877
Total.	827 490

Bon nombre d'éleveurs du Queensland se sont attachés à entretenir des animaux d'origine très distinguée. C'est là que vivent, sur les bords du Darling river, les fameux troupeaux de *Darling-downs* de M. Fisher, connus et recherchés de tous les squatters australiens.

C'est aussi dans la partie sud du Queensland, sur les bords du Darling river que l'on trouve la race des *Canning-downs*. M. Macansh l'a fixée par sélection, après l'avoir formée par l'alliance d'un bélier Rambouillet du type negretti avec des brebis très fines possédant du sang de Saxe et de Silésie. On constate, dans la laine des *Canning-downs*, les caractères du Rambouillet avec ses bonnes ondulations. Elle a valu à M. Macansh des succès à l'Exposition universelle de 1878, et aussi à Sydney. Son ancien associé, l'un des plus grands propriétaires du New-South-Wales, n'a pas manqué l'occasion d'acquérir les meilleurs mérinos de Rambouillet, exposés à Sydney par le Ministère de l'agriculture en 1880.

Les appréciations formulées précédemment sur les laines doivent être considérées en partie comme générales; chacune des colonies du groupe australien, produisant les qualités de laine les plus variées.

Le climat australien exerce une influence directe sur le mouton; il modifie certaines races. Cette action est surtout marquée sur les métis, qui tendent de plus en plus à acquérir de la finesse. Le squatter, dont le but est ainsi contrarié, et qui cherche à produire des laines intermédiaires, est obligé de renouveler continuellement le sang de son troupeau par des reproducteurs importés d'Angleterre.

Quantités des laines produites en Australie. — Il résulte de nos recherches, que la production des colonies australiennes a été la suivante, pour la tonte de 1878-1879 :

ANNÉES.	NOMBRE DE MOUTONS.	LIVRES.	FRANCS.
1869.	8 646 243	1 098 149	27 728 262
1871.	7 403 334	1 158 833	29 260 533
1873.	7 268 946	1 374 526	34 706 781
1875.	7 101 381	1 366 030	34 492 257
1879.	7 976 564	1 499 682	37 865 970

La tonte de 1879-1880 a donné, pour le New-South-Wales seul, un excédent de 30,000 balles sur la précédente, accroissement causé par une saison tout à fait exceptionnelle, et par le remplacement du gros bétail par le mouton, sur beaucoup de stations.

La production du South-Australia et du Victoria, au contraire, a diminué par suite de la sécheresse de 1879.

Il serait bien difficile, sinon impossible, de préciser d'après les statistiques locales la quantité de laine produite en New-South-Wales : diverses parties de cette colonie expédiant leurs produits vers différents centres commerciaux, ces produits se confondent avec ceux des localités qui les reçoivent. Les documents australiens relatifs à la production de la laine fournissent des chiffres inexacts, et plus élevés que ceux reconnus à Londres, et voici la cause de cette différence : une grande quantité de laine originaire du New-South-Wales, est exportée par le Victoria, et grossit artificiellement les chiffres de production et d'exportation de cette colonie. Le New-South-Wales qui de son côté, ne veut pas laisser amoindrir son importance agricole et commerciale, fait figurer aussi à ses exportations la laine acheminée par le Victoria, ainsi que sa valeur.

Cette considération nous a conduit à traiter la question de production de la laine, en même temps que nous examinions le mouvement commercial de cette denrée entre son lieu d'origine et l'Europe. Les développements que comporte cette étude ne nous ont pas permis de la comprendre dans la présente communication.

COMMERCE.

SUR LE TRAVAIL DES AVEUGLES, PAR M. LAVANCHY-CLARKE.

M. F.-H. Lavanchy-Clarke, rue Vernier, 30, aux Ternes, Paris, fait un exposé de la situation des aveugles en France et montre l'importance que présente la question de l'amélioration du sort de ces infortunés à cause de l'étendue de la partie de la population qu'elle intéresse. Des tentatives ont été faites, et dans ce but une Société a été fondée en 1881 pour la création d'ateliers d'aveugles, dans lesquels ceux-ci trouveraient des moyens d'existence.

S'il est une infortune sur laquelle il soit superflu d'insister, devant laquelle nul ne demeure insensible, c'est celle des aveugles.

S'il en est une pour le soulagement de laquelle on n'a presque rien fait jusqu'ici en France, c'est celle des aveugles.

Qu'on examine les chiffres suivants :

Il y a en France 28 000 *aveugles dépourvus de toute ressource*.

Sur 7 à 8 000 enfants privés de la vue, 400 seulement reçoivent une éducation professionnelle, moitié dans l'Institution nationale des jeunes Aveugles, moitié dans quelques établissements charitables dûs à l'initiative privée. L'Hospice national des Quinze-Vingts entretient 300 pensionnaires et distribue quelques secours à d'autres, soit en total un millier d'aveugles, jeunes ou vieux, dont on s'occupe. Tous les autres, au moins *vingt-sept mille*, sont condamnés à la misère, à l'abandon, à la mendicité.

Parmi ces infortunés, un grand nombre ne sont pas aveugles-nés. L'épreuve, — en est-il une plus affreuse ? — les a surpris au milieu de la vie, en plein exercice de leur activité, quelquefois ayant femme et enfants et subvenant par leur travail au pain quotidien de la famille. Subitement un accident extérieur, un sinistre, une maladie, une inflammation les prive pour toujours de la vue et leur enlève du même coup tout moyen de se livrer à la carrière ou à l'état qui les faisait vivre, eux et peut-être d'autres dont ils étaient l'unique soutien.

Que leur reste-t-il, sinon l'aumône, parfois bien pénible à solliciter, toujours incertaine, trop souvent incomplète ?

Il est incontestable qu'en France il y a pour l'aveugle enfant insuffisance d'enseignement, pour le vieil aveugle insuffisance de secours, puisqu'il n'est admis dans les hospices qu'au même titre que les autres vieillards, et (c'est sur ce point que nous insisterons), *pour l'aveugle dans la force de l'âge, absence complète de travail*.

Cette lacune, nous avons à cœur de la combler, et si nos débuts ont été forcément modestes, c'est avec une joie profonde, et non sans émotion, que nous venons aujourd'hui, après un essai de quelques mois à peine, parler déjà de résultats positifs et surprenants.

Dévoué à cette noble cause, M. Lavanchy-Clarke nous avait dit et répété avec insistance : « Partout à l'étranger on a établi des ateliers pour les aveugles. La Saxe, le Danemark, la Hollande ne comptent plus un seul aveugle nécessaire ; l'Angleterre vend dans une seule année pour 1 500 000 francs d'objets fabriqués par eux, l'Amérique du Nord a suivi cet exemple. *La France seule n'a rien fait encore*.

Cet état d'infériorité pouvait-il se prolonger indéfiniment ? Nous ne l'avons pas cru ; notre comité s'est formé et s'est mis à l'œuvre. Dès qu'il a eu réuni les fonds d'une première installation, dès qu'il a eu de quoi marcher pendant quelques semaines, le 16 janvier de cette année, il a ouvert un atelier et a demandé aux aveugles s'ils préféraient le travail à la mendicité.

« Vous n'en trouverez pas, » ont affirmé d'avance quelques sceptiques. « Habitué à tendre la main, ils ne voudront plus s'astreindre à un apprentissage difficile ; et d'ailleurs il vous faudrait des années pour les mettre à même de gagner leur vie ! »

Et nous pouvons répondre après moins de six mois d'expérience, que jamais peut-être ouvriers n'ont justifié plus rapidement ce qu'on attendait d'eux ; que l'atelier est en pleine activité ; que pour plusieurs de nos aveugles l'apprentissage est terminé, que nous sommes déjà en mesure de livrer des chaises rempaillées ou cannées, des brosses de toutes dimensions et de toutes formes, des balais, des paniers, des manches d'outils confectionnés par des aveugles qui, en janvier dernier, n'avaient aucune notion des métiers que nous leur avons enseignés.

Nous n'avons jamais espéré un aussi rapide progrès. Il y a là un bienfait moral et matériel qui frappera les plus indifférents. Notre œuvre a fait ses preuves irrécusables : ne devons-nous pas, en la recommandant à la sympathie de tous ceux qui compatissent au sort des aveugles, préciser le caractère de ce que nous avons fondé, de ce que nous désirons continuer et développer de plus en plus ?

Avant tout, notre atelier n'est pas un asile ou un hospice : c'est une école professionnelle, un lieu d'apprentissage et par conséquent de passage. L'aveugle y vient le matin, y déjeune à midi et retourne le soir, comme un autre ouvrier, au sein de sa famille. Quand il saura son métier à fond, c'est chez lui qu'il travaillera, cédant sa place à l'atelier, c'est-à-dire à l'école, à d'autres qui ont besoin du même apprentissage que lui. De la sorte, il y aura comme un constant roulement dans l'application du bienfait. Néanmoins, l'apprenti aveugle devenu ouvrier, s'il n'entre pas dans des ateliers de voyants, comme nous avons lieu de l'espérer pour quelques-uns, pourra trouver par l'entremise de l'école professionnelle qui reçoit les commandes, l'écoulement de ce qu'il aura fabriqué à son domicile.

Mais ces hommes qui, avant leur cécité, s'entretenaient par leur travail, et depuis avaient dû recourir à l'aumône, ne peuvent pas être considérés comme des apprentis ordinaires ; force leur serait sans cela de renoncer à l'apprentissage. Aussi, dès leur entrée à l'école professionnelle, il leur est alloué une indemnité journalière qui, d'abord fixe, change bientôt de nature, devient un supplément de salaire et diminue à proportion que ce salaire en vient prendre la place. En un mot, tant que le travail de l'aveugle n'est pas suffisamment rémunérateur, ses efforts et son temps lui sont rétribués quand même : au bout de quelques mois il sait travailler, et peut être payé à ses pièces.

Quels métiers les aveugles peuvent-ils exercer ?

Obligés de commencer avec une extrême prudence, nous sommes loin d'avoir expérimenté encore tous ceux dont ils s'occupent avec succès à l'étranger, mais pour l'initiation desquels il nous eût fallu le concours onéreux de plusieurs contre-maîtres en plus des cinq (tous aveugles) que nous avons pu engager.

Nous avons débuté par le rempaillage des chaises, rempaillage grossier et rempaillage fin, par le cannage ; nous pouvons maintenant de plus livrer des chaises entièrement neuves.

La vannerie occupe quelques-uns de nos ouvriers.

Notre branche principale est la broserie. Déjà nos aveugles confectionnent tous les articles dans les formes usuelles, et sont prêts à étudier et à fabriquer ceux de formes spéciales dont on leur fournit les échantillons.

Ajoutons, ce qui paraît étrange au premier abord mais est constaté journellement par l'usage, que les articles fabriqués dans notre école sont *supérieurs* à ce que produisent les voyants : la raison en est cette nécessité même qu'a l'aveugle de serrer autant qu'il le peut la paille de sa chaise, l'osier de sa corbeille, la soie ou le chiendent de sa brosse, comme unique moyen de contrôler la bonne exécution de son travail. Les personnes qui nous ont confié des chaises à regarnir et les hôtels qui ont acheté chez nous leur broserie, sont unanimes à en reconnaître la durée exceptionnelle.

« Vos aveugles travaillent trop bien et trop solidement, » nous a-t-on dit plus d'une fois : ce reproche de nos amis sera peut-être un encouragement pour d'autres.

Nous entreprenons maintenant une branche nouvelle qui promet d'être particulièrement fructueuse : la sparterie (tapis et paillassons) et les tapis-brosses.

Nos tourneurs acceptent des commandes d'articles en tous genres.

Enfin, nous ne voudrions pas oublier le travail des femmes. Ne pouvant ni les admettre dans notre école, trop restreinte, ni leur en créer encore une spéciale, nous en occupons à domicile qui nous livrent des travaux de tricot, crochet et filets (de fantaisie, de pêche et housses pour chevaux).

Du moment où nous avons acquis la certitude de la réussite de nos ouvriers, il a fallu songer au placement de leurs produits. Nous remercions les amis, et surtout quelques dames dont le zèle infatigable nous a puissamment aidés à les faire connaître.

Nous sommes assurés dorénavant de l'entretien des chaises de paille et de jonc des jardins publics (Tuileries et Luxembourg), de celles de plusieurs églises, maisons hospitalières, pensionnats et magasins de Paris.

Presque tous les grands hôtels (l'Hôtel Continental en tête) et plusieurs maisons particulières, après avoir fait l'essai de nos articles de broserie, nous ont apporté leurs commandes et ont promis celles de l'avenir.

Notre clientèle est donc en pleine voie de formation.

Quant aux apprentis et aux ouvriers, nous n'éprouvons qu'un regret, celui d'être obligés de repousser un si grand nombre de postulants. Si nous sommes heureux de constater combien il est d'aveugles qui ne demandent qu'à gagner leur vie par eux-mêmes au lieu de la solliciter de la charité du passant, nous souffrons profondément, pourquoi ne pas le dire ? en leur refusant l'éducation professionnelle, qu'ils

savent être désormais à leur portée, mais que nos ressources ne nous permettent pas de leur accorder. Un jour, nous en avons la ferme confiance, on s'étonnera de ces longs retards, et c'est par milliers que l'on comptera en France les aveugles travailleurs. A l'heure actuelle, nous n'en instruisons que vingt-cinq, et nous avons dû fermer la porte de la seule école instituée encore à plusieurs centaines qui sont venus y frapper en vain.

C'est qu'une école professionnelle, alors même qu'elle vend ses produits, ne peut avoir la prétention de subvenir d'elle-même à tous les frais de son fonctionnement. Elle est fondée, non pour gagner, mais pour instruire, et toute éducation coûte, — surtout si, d'une part, vous occupant non d'enfants, mais d'hommes faits, vous devez dès le premier jour leur remplacer les moyens d'existence qu'ils ont perdus, et, d'autre part, si, du jour où ils sont devenus des ouvriers accomplis, vous devez recommencer avec des frais identiques des apprentissages nouveaux. Et c'est là précisément notre tâche.

L'école professionnelle n'est pas affranchie non plus des difficultés que rencontrent d'habitude les fabricants ou marchands : elle en a même de supplémentaires. Tenant, pour occuper et instruire ses élèves, à fabriquer tout par elle-même, elle ne peut profiter de l'économie qu'on réalise en faisant venir des départements des objets tout confectionnés, ne payant pas de droits d'octroi ; — et pour toutes les matières premières ces droits d'entrée à Paris sont fort élevés. Nous avons dû cependant la placer, au moins pour ses débuts, dans l'enceinte de la capitale, afin qu'elle fût près à la fois des aveugles et de ceux que nous voudrions intéresser à leurs progrès.

Elle aurait besoin, comme toute entreprise, d'un fonds de roulement : les achats de certaines matières premières sont, pour la qualité et le prix, plus avantageux à effectuer en gros et dans des saisons déterminées ; les fournitures de certaines administrations ne peuvent être acceptées, quelque désirables qu'elles soient, que si nous possédons d'avance les moyens d'y satisfaire.

On le voit, pour que notre œuvre s'accomplisse, il nous faut être aidés. Nous hésitons d'autant moins à demander qu'on s'unisse à nos efforts, qu'il ne s'agit plus, comme lors de notre premier appel, d'un essai à tenter, mais que l'expérience est faite et qu'elle a réussi pleinement.

Et, comme conclusion essentielle, qu'il nous soit permis d'ajouter une invitation pressante à visiter l'école de la rue Bâsfroi, n° 11, passage Rauch. Les meilleurs comptes rendus qu'on peut lire ne valent pas une constatation par soi-même des faits. Vous qui avez le bonheur de posséder l'usage de vos yeux, venez voir ce qu'on peut, ce qu'on doit faire pour ces déshérités qui l'ont perdu. Dans cet atelier, installé avec talent par notre contre-maître menuisier-tourneur aveugle, vous suivrez l'éducation professionnelle à ses divers degrés, et quand vous aurez reconnu les résultats acquis, les forces qui se perdaient et que nous rendons au travail, vous prouverez votre intérêt pour une œuvre, non d'aumône improductive, mais de relèvement moral autant

que de secours. Par vos dons généreux, vous contribuerez à l'affermir et à l'étendre.

La Société des ateliers d'aveugles accepte avec gratitude :

1° Les dons des bienfaiteurs (au moins de 500 francs), affectés à l'organisation première ;

2° Les souscriptions annuelles des fondateurs (au moins 30 francs par an) ;

3° Les offrandes faites en dehors de tout engagement ; des apports.

Pour tous renseignements, pour achats et pour commandes, s'adresser à M. F.-H. Lavanchy-Clarke, par lettres, 30, rue Vernier, Les Ternes, et 11, rue Basfroi, où on le trouve les jeudi et samedi, de une heure à cinq heures.

Prière d'adresser les mandats d'argent à M. Albert Hentsch, trésorier, 20, rue Le Peletier, Paris.

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.

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

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par M. TRESCA, membre du Conseil, au nom du comité des arts mécaniques, SUR LA BALANCE-COMPTEUR de M. VINCENT.*

M. Vincent a présenté à votre appréciation un appareil de comptage qu'il désigne sous le nom de balance-compteur, et qui a pour objet de déterminer rapidement le nombre d'objets, tous semblables ou de même poids, qui composent une livraison de vendeur à acheteur, et plus particulièrement d'ouvrier à fabricant.

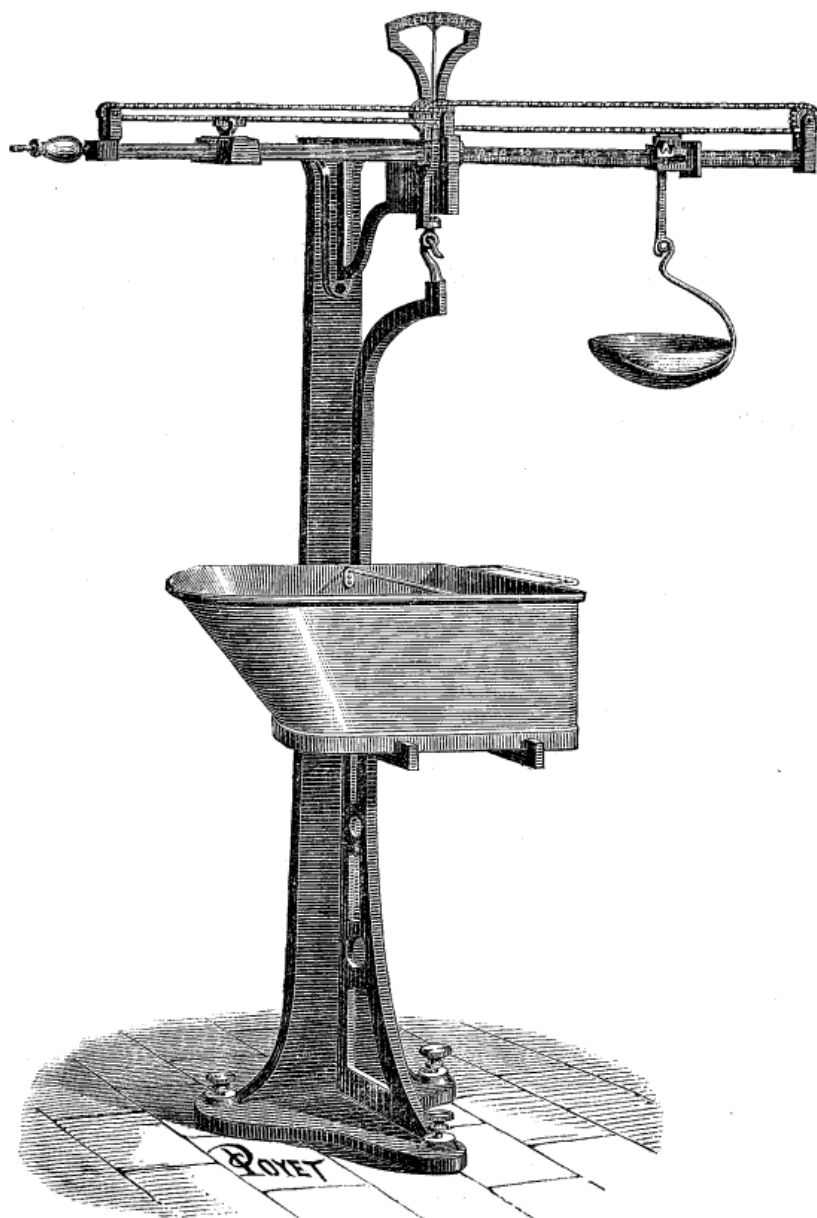
Au lieu de compter, il pèse; mais au lieu de chercher le nombre de kilogrammes, il détermine directement, avec sa balance, le rapport exact entre le lot tout entier et une subdivision comptée une fois pour toutes et qu'il substitue aux poids marqués en usage.

On arriverait facilement au même résultat par deux pesées successives du lot complet et de celui qui sert d'unité; mais le résultat serait alors donné par le quotient d'une division, tandis que l'échelle même de l'appareil permet de lire immédiatement le rapport cherché.

Le levier qu'il emploie, et qui est analogue à ceux des instruments ordinaires de pesage, doit se tenir horizontal sous la charge du plateau principal et de la sèbile qui devra recevoir tout à l'heure le lot qui servira d'unité.

Il faut même que l'équilibre ait lieu pour une position quelconque de cette sèbile, ce que M. Vincent obtient au moyen d'un contrepoids mobile

qui se déplace automatiquement en sens contraire de la sèbile même, ainsi qu'on peut toujours le vérifier sur la balance non chargée.



Balance-compteur de M. Vincent.

L'extrémité du levier est, en outre, munie d'un bouton à vis, qui sert à réajuster cet équilibre lorsqu'on a placé sur la griffe principale servant de plateau, le vase dans lequel seront apportés ou versés les objets à livrer.

Les choses ainsi placées, si l'on vient à charger ce vase, il faudra pour rétablir l'équilibre, déplacer la sébile garnie de sa petite charge, et le point auquel elle sera ainsi amenée fait connaître immédiatement, en chiffres, le nombre des unités qui composent la livraison, 100 grosses ou 100 douzaines par exemple, ou tout nombre inférieur, s'il s'agit d'objets livrés à la grosse ou à la douzaine.

L'appareil mérite toute confiance et peut faire foi, *de visu*, entre les intéressés ; il économise beaucoup de temps dans ces opérations où le temps n'est compté pour rien, quoiqu'il soit, dans la plupart des circonstances, prélevé, sans aucun salaire, sur celui de l'ouvrier.

L'administration des poids et mesures a jugé, d'ailleurs, qu'il n'y avait pas lieu de le soumettre au poinçonnage officiel, à la condition, toutefois, qu'il ne serait fait usage, dans son emploi, ni de mesures ni de poids réguliers.

Le nombre est grand des objets pour lesquels la balance-compteur de M. Vincent peut être utilisée. Nous nous bornerons à citer les boutons, les agrafes, les épingles et les aiguilles, les dés à coudre, les boucles, les vis et les petites pièces de quincaillerie qui entrent en nombre dans la construction de certains objets plus complexes, les montures de porte-monnaie, de parapluies, etc.

M. Vincent n'a encore livré qu'un petit nombre de ces appareils, particulièrement chez les fabricants de boutons et à la capsulerie militaire. Son usage se répandra, soyez-en certains, surtout si vous voulez bien accorder votre approbation au présent Rapport, dont nous vous proposons l'insertion dans votre *Bulletin*, avec figure explicative.

Signé : TRESCA, rapporteur.

Approuvé en séance, le 23 juin 1882.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT fait par M. SEBERT, au nom du comité des arts économiques, sur des APPAREILS ENREGISTREURS, construits par MM. RICHARD frères.

MM. Richard frères, constructeurs d'instruments de précision, demeurant impasse Fessart, à Paris-Belleville, ont présenté à la Société une série d'ap-

pareils, comprenant des thermomètres, des baromètres et des hygromètres enregistreurs qui présentent ce caractère commun d'inscrire à l'encre et d'une façon continue leurs indications sur une feuille de papier quadrillé entraînée par un mouvement d'horlogerie.

Ces appareils sont disposés de façon à pouvoir être facilement déplacés et transportés, leurs dispositions mécaniques simples permettent de les mettre en service partout, sans qu'il soit nécessaire de recourir, pour leur entretien et leur direction, à un personnel spécialement habitué au maniement des instruments de précision, et leur prix minime les met à la portée de tous, puisqu'ils sont vendus, suivant le modèle, de 90 à 100 francs pièce seulement.

Ces particularités donnent à la communication qui nous a été faite par MM. Richard, une importance qui nous a paru justifier les développements dans lesquels entrera ce Rapport.

Dispositions communes. — Organes d'enregistrement.

Tous les appareils dont il s'agit sont disposés d'après le même type.

Tous leurs organes sont portés sur un socle surmonté d'une cage vitrée qui laisse voir la plume traçante et le papier entraîné par le mouvement d'horlogerie.

La monture de la cage est en bois, s'il s'agit d'appareils d'appartements, mais pour les appareils destinés à être placés en plein air, comme les thermomètres, elle est en métal, ainsi que le socle même qui supporte tout le système.

La partie destinée à recevoir les enregistrements, y compris le mouvement d'horlogerie, est identique dans tous les instruments, ce qui explique la modicité du prix auquel on peut arriver en fabrication courante.

Les appareils dont on veut enregistrer les indications diffèrent donc seuls, dans chaque cas particulier, mais ils sont tous disposés de façon à porter au bout d'un long style, traduisant leurs indications, une plume qui trace à l'encre, sur la surface d'un papier quadrillé animé d'un mouvement lent, un trait fin et continu.

L'organe enregistreur est formé d'un tambour vertical, mobile autour de son axe, à l'intérieur duquel est logé un mouvement d'horlogerie complètement renfermé entre les deux fonds du tambour.

La cloison supérieure présente seulement deux ouvertures, habituellement

fermées par de petits volets, pour le passage des clefs de remontage et de réglage.

La cloison inférieure laisse passer l'extrémité d'un des axes du rouage, sur lequel est monté, à l'extérieur, un pignon denté, qui reçoit ainsi un mouvement de rotation régulier.

Ce pignon engrène avec une roue fixe, clavetée sur une tige montée sur le socle de l'appareil et qui traverse tout le tambour auquel elle sert d'axe de rotation.

Il résulte de cette disposition que le mouvement du rouage, entraînant le pignon denté qui joue le rôle de roue planétaire, provoque un mouvement de rotation générale du tambour qui contient le moteur.

Il en résulte encore que le tambour et son mouvement d'horlogerie intérieur forment un ensemble que l'on peut séparer facilement du reste du système. Il suffit, en effet, de dévisser un écrou pour pouvoir dégager le tambour que l'on peut donner à réparer à un horloger sans toucher aux autres organes.

On conçoit aussi que, grâce à ces dispositions, au moyen du simple changement du rapport des rayons des deux roues planétaires qui règlent le mouvement final, le constructeur peut modifier facilement la vitesse de marche du tambour et faire varier, dans des limites étendues, la durée de sa révolution, durée qui règle celle des périodes d'enregistrement sur les feuilles de papier quadrillé dont on recouvre le tambour tournant.

Ces feuilles sont imprimées à l'avance; l'espacement de leurs traits horizontaux, qui s'enroulent suivant des circonférences parallèles aux bases du tambour, est réglé selon la nature des instruments.

Les traits verticaux, qui s'appliquent sur les génératrices, mesurent les durées, et leur écartement est réglé d'après la marche du mouvement d'horlogerie.

Dans les appareils que MM. Richard ont soumis à la Société, la durée de révolution du cylindre est d'une semaine et quelques heures, de façon à permettre de changer les feuilles tous les huit jours à heure fixe.

Les génératrices tracées sur le papier quadrillé sont espacées alors de deux en deux heures et réparties par groupes représentant une journée entière.

Les noms des jours de la semaine et les numéros d'ordre des heures sont inscrits à la partie supérieure.

Un intervalle de deux heures correspond, sur ces feuilles, à un écarte-

ment de 3 millimètres. On peut facilement apprécier, à l'œil, la moitié de la distance de deux traits qui correspond aux heures impaires et même les quarts de ce demi-intervalle qui correspondent aux quarts d'heure.

MM. Richard construisent aussi des appareils dans lesquels la durée de révolution n'est que d'une journée et dont les feuilles doivent être, par suite, renouvelées chaque jour.

Ils peuvent enfin, sans difficultés, donner à cette durée telle autre valeur dont on pourrait avoir besoin.

Si les traits verticaux tracés sur le papier quadrillé étaient rigoureusement rectilignes et s'appliquaient exactement sur les génératrices, il serait nécessaire de donner à la plume un mouvement vertical rigoureux, ce qui entraînerait, dans la disposition des organes des appareils, une complication dont il est facile de se rendre compte et qui, en créant des résistances passives, nuirait à la sensibilité. C'est un des principaux obstacles qu'ont rencontré, jusqu'à ce jour, tous ceux qui ont cherché à construire des appareils enregistreurs de ce genre.

MM. Richard ont tourné cette difficulté d'une façon très heureuse en se contentant d'une solution qui n'est qu'approximative, mais qui donne cependant une précision bien suffisante dans la pratique.

Les appareils dont on veut recueillir les indications étant tous supposés pourvus d'un long style mobile dans un plan vertical et animé d'un mouvement de rotation, ils disposent l'appareil de telle sorte que le plan décrit par le style soit orienté tangentiellement au cylindre, et ils montent la plume portée par l'extrémité de ce style de façon qu'elle se trouve exactement appliquée contre la génératrice de contact du cylindre et du plan, lorsque le style est dans sa position moyenne d'oscillation.

Par suite de cette disposition et grâce à la flexibilité transversale du style, qui est formé d'une lame mince et élastique, la plume, dans les mouvements verticaux de rotation du style, ne quitte pas la surface du cylindre sur laquelle elle trace une ligne légèrement infléchie.

On corrige l'erreur qui pourrait résulter de cette inflexion, pour la mesure des temps correspondant aux indications des appareils, en disposant, suivant la courbe décrite ainsi sur la surface du cylindre, les traits de quadrillage tracés sur le papier que l'on enroule sur cette surface.

Dans la pratique, ces traits se confondent, sur ce papier, avec des portions successives de circonférences tracées avec un rayon constant, égal à la longueur du style.

On voit que cette disposition si simple, que rend possible la flexibilité transversale du style, permet de recevoir directement, sur un tableau rectangulaire, les tracés des appareils enregistreurs, aujourd'hui si nombreux, dont les indications sont fournies par la marche d'une aiguille sur un cadran.

Chaque feuille de papier quadrillé se fixe sur le cylindre de la façon la plus simple, les bords qui se recroisent étant simplement maintenus par la pression d'une lame de ressort facile à dégager.

Le papier repose par le bas sur un rebord saillant du cylindre pour assurer le parallélisme des traits horizontaux avec la base du tambour.

Lorsque ce tambour est ainsi garni d'une feuille de papier, on peut le faire tourner à la main, dans un sens quelconque, parce que le mouvement d'horlogerie est relié au cylindre par un canon monté à frottement gras, comme la minuterie des horloges, et l'on peut ainsi amener la pointe de l'aiguille exactement en regard de la division du papier qui correspond à l'heure à laquelle on opère. En abandonnant ensuite l'appareil à lui-même, il commence sa révolution, et le cylindre vient présenter successivement et à chaque instant, devant la plume, les divisions voulues.

Les instruments de MM. Richard présentent encore une disposition qui est commune aux différents types d'appareils enregistreurs qu'ils construisent, c'est celle de la plume traçante, et cette disposition forme une des particularités les plus remarquables de ces instruments, car elle constitue une solution excellente du problème longtemps cherché de l'inscription à l'encre, d'une façon continue et prolongée, des traces du passage d'un style auquel on ne pourrait, sans inconvénients, faire exercer, sur la surface du tableau, une pression un peu forte.

Cette plume est simplement un petit godet, en forme de pyramide triangulaire renversée, obtenu en pliant une lame mince de métal.

L'une des faces de la pyramide est appliquée sur le style et y est fixée par un petit emmanchement, le sommet opposé vient affleurer le papier et l'arête correspondante est fendue comme le bec d'une plume, afin de déterminer par capillarité, l'écoulement de l'encre dont on emplit le godet. On fait usage d'une encre d'aniline mélangée de glycérine, dont on verse une goutte dans le godet.

A la condition de faire usage de papier collé à la gélatine, on obtient un trait net et fin, malgré le contact prolongé de la plume sur les mêmes points du papier.

Ce trait peut s'inscrire, sans interruption, pendant plusieurs semaines.

Par excès de précaution, les constructeurs conseillent de nettoyer la plume et de renouveler l'encre tous les huit jours, au moment où l'on change le papier et où l'on remonte le mouvement d'horlogerie. Dans ces conditions, on obtient un enregistrement continu assuré. On doit, au moment où l'on vient de remplir le godet, vérifier si l'appui de la plume sur le cylindre est convenable. On le fait en imprimant, par un léger choc, un déplacement brusque au style et produisant ainsi, grâce à l'élasticité des pièces, un trait vertical qui prouve le bon fonctionnement du système et conserve en même temps la trace de l'heure de la mise en marche.

Baromètres enregistreurs. — Les baromètres auxquels MM. Richard frères appliquent les organes d'enregistrement dont il s'agit, sont des baromètres anéroïdes de construction spéciale, auxquels ils ont, il y a quatre ans, apporté un perfectionnement important qui en a accru notablement la sensibilité.

L'organe élémentaire de ces baromètres est une chambre anéroïde ou coquille, formée de deux valves métalliques minces, soudées par leurs bords, dans laquelle on fait le vide. Les deux valves, qui tendent alors à se rapprocher, sont maintenues écartées par l'action antagoniste d'un ressort logé à l'intérieur et formé de deux plaques d'acier cambrées qui s'arc-boutent l'une sur l'autre par leurs extrémités.

Chaque coquille ainsi constituée, s'aplatit légèrement quand la pression extérieure augmente et s'épanouit quand celle-ci diminue.

Chacune de ces coquilles porte, suivant son axe et sur chaque base, une petite pièce saillante; l'une de ces pièces forme pas de vis, l'autre forme écrou; de sorte que l'on peut superposer une série de coquilles semblables disposées en colonne verticale, en les vissant successivement l'une sur l'autre.

Dans ces conditions, si la base inférieure de la colonne repose sur un plan fixe, la base supérieure se soulève ou s'abaisse, pour chaque variation de la pression atmosphérique, d'une quantité qui est la somme des déplacements de chaque coquille élémentaire.

On peut donc, en faisant varier le nombre des coquilles de la colonne, obtenir, pour des mêmes variations atmosphériques, des déplacements différents, suivant le degré de sensibilité que l'on veut demander à l'appareil, et il est à remarquer que les coquilles restent indépendantes l'une de l'autre comme vide.

Dans les baromètres destinés aux observations météorologiques, comme ceux que MM. Richard ont soumis à la Société, la colonne employée est

formée de huit coquilles. Dans ces conditions, et avec l'amplification donnée par le style dont il nous reste à parler, la plume de ce style parcourt la hauteur totale du tambour enregistreur, pour une variation de la pression atmosphérique équivalente à une hauteur de huit centimètres de mercure, c'est-à-dire pour une variation supérieure à celle que l'on peut avoir à observer à la surface de la terre.

Lorsque MM. Richard ont eu à construire un baromètre enregistreur destiné à des observations aéronautiques, ils ont été conduits à ne conserver que deux coquilles seulement et, dans ces conditions, l'appareil qu'ils ont construit, pour la Commission des communications aériennes de Meudon, pourrait enregistrer, sans dépasser la course permise par le cylindre, une chute de pression correspondant à une ascension de 5 000 mètres.

Les déplacements de la base supérieure de la colonne de coquilles sont utilisés pour faire mouvoir l'extrémité du petit bras d'un levier articulé dont le grand bras forme le style enregistreur.

Pour éviter toute résistance, qui pourrait fausser les indications de l'appareil, le levier est équilibré par un petit contrepoids, dont la position peut être réglée au moyen d'une vis de rappel.

Ce levier amplifie environ quarante fois les déplacements de la base supérieure de la colonne de coquilles ; on peut d'ailleurs, par le déplacement de l'axe de rotation, faire varier légèrement ce rapport d'amplification, et le constructeur règle ainsi, une fois pour toutes, et par comparaison avec un bon baromètre à mercure, les déplacements du style de façon qu'ils correspondent aux divisions tracées sur les papiers quadrillés.

Dans les baromètres construits pour le Bureau central météorologique et pour les Commissions départementales, le millimètre effectif de course de la plume correspond exactement à un millimètre de hauteur du baromètre à mercure.

Le baromètre, une fois réglé, ne subit pas de dérangements sensibles, en ce qui concerne l'amplitude de ses oscillations ; le seul changement que l'on peut observer avec le temps, est un mouvement d'ensemble dû à une variation lente dans l'état d'équilibre du métal qui compose les coquilles, ce qui équivaut à un déplacement du zéro de l'échelle.

Pour permettre de corriger cet effet, toute la colonne de coquilles est montée sur une base solide que l'on peut soulever ou abaisser, par un mouvement de réglage, commandé par une vis sur laquelle on agit au moyen d'une clef spéciale.

On peut ainsi, à un instant quelconque, établir l'accord des indications de l'instrument avec celles d'un baromètre à mercure et, dès lors, ces indications doivent concorder en toutes circonstances.

On pourrait craindre que la température exerçât une influence perturbatrice notable sur les indications du baromètre anéroïde. Cette influence existe, en effet, mais on peut la rendre négligeable, dans la pratique, par une compensation que l'on obtient en laissant une certaine quantité d'air dans l'une des coquilles.

Pour s'assurer que l'effet de correction est obtenu, on place le baromètre dans une enceinte dont on porte la température à 50 degrés ; si le baromètre n'est pas resté stationnaire, on laisse de nouveau pénétrer l'air dans la coquille compensatrice et on fait varier la pression avant d'en souder de nouveau l'orifice, jusqu'à ce que l'appareil marque le degré voulu.

Il est bien évident que l'on ne doit pas demander aux baromètres enregistreurs de ce système une haute précision, telle que celle que l'on peut obtenir des baromètres à mercure, lorsque l'on tient compte des variations du niveau dans la cuvette et qu'on effectue les corrections dues à la température, mais tels qu'ils sont ces appareils donnent une précision bien suffisante pour la plupart des applications et en particulier pour les observations météorologiques. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce point.

Thermomètres enregistreurs. — Le thermomètre employé dans les appareils enregistreurs Richard est un thermomètre métallique fondé sur l'emploi d'un tube courbe, en cuivre, de section méplate, du système Bourdon. Ce tube, qui mesure environ 18 millimètres de largeur et 100 de longueur, est hermétiquement fermé et plein d'un liquide difficile à congeler, liquide qui est habituellement de l'alcool ; sa capacité est d'environ 2 centimètres cubes.

La dilatation de l'alcool fait changer la courbure du tube ; l'une de ses extrémités étant fixée sur le bâti de l'appareil, l'autre se déplace de quantités qui peuvent servir à mesurer les variations de température.

L'extrémité libre est reliée au moyen d'une bielle à un levier qui porte, comme pour le baromètre, la plume remplie d'encre ; mais la puissance d'action de l'appareil dispense ici de prendre les mêmes précautions pour assurer l'équilibre des leviers.

L'appareil se gradue, par comparaison avec un thermomètre étalon, en se servant de glaciers et d'étuves pour obtenir les différents degrés de température.

Les thermomètres construits pour l'usage de la météorologie sont gradués de -15 à $+40$ degrés.

On s'est assuré que, dans cette étendue, les déplacements de la plume sont sensiblement proportionnels aux variations de la température.

Les dimensions des leviers sont choisies de façon qu'une variation de température de 1 degré soit représentée par un déplacement de 1 mill. 5 pour la plume, et les divisions du papier quadrillé sont, en conséquence, espacées de cette quantité.

Cet écartement a l'avantage de permettre d'apprécier à vue le dixième de degré, ce que ne permettrait pas la division par millimètre.

Le réglage des leviers pour obtenir l'amplitude voulue du mouvement de la plume s'opère, une fois pour toutes, lors de la construction, et l'on n'a plus à craindre qu'un déplacement du zéro par suite de mouvements moléculaires du métal avec le temps.

On corrige facilement l'erreur qui résulte de ce déplacement, en soulevant plus ou moins la partie fixe du tube qui est montée, à cet effet, sur une platine dont on peut régler la hauteur au moyen d'une clef agissant sur une vis de rappel.

Les dispositions adoptées pour la construction de ces thermomètres leur assurent une grande sensibilité ; par sa matière, le tube moteur est éminemment conducteur de la chaleur, il présente une surface considérable en contact avec l'air et n'a qu'une faible capacité, l'alcool qu'il contient se met donc rapidement en équilibre avec la température ambiante.

Il résulte de ces conditions une telle sensibilité qu'elle devient un obstacle lorsqu'on se propose de comparer les indications de ce thermomètre à celui de thermomètres ordinaires, car ceux-ci se trouvent constamment en retard sur le thermomètre métallique, si les variations de température sont un peu rapides.

Mais si, comme on le fait au Bureau central météorologique, on compare les indications données par les thermomètres à maxima et à minima avec celles de cet instrument, on vérifie facilement que ces indications concordent au dixième de degré près.

MM. Richard peuvent construire aussi des thermomètres gradués spécialement en vue d'applications industrielles ou scientifiques déterminées.

C'est ainsi qu'ils ont construit pour MM. Louis, fabricants de chocolat, à

Bordeaux, des thermomètres destinés à enregistrer les variations de température d'étuves employées dans cette fabrication spéciale.

Ils ont mis aussi en construction pour le service de l'artillerie de la marine des thermomètres destinés à suivre les variations de température d'étuves employées au séchage du coton-poudre.

Pour ces applications spéciales, le tambour enregistreur est disposé de façon à faire un tour entier en 24 heures, de façon à donner plus de précision dans les lectures des durées, et l'on change chaque jour le papier qui reçoit les tracés.

Hygromètre enregistreur. — MM. Richard ont réussi récemment à construire des hygromètres dont les indications peuvent s'inscrire sur un tambour enregistreur, comme dans les appareils qui précèdent.

On connaît les difficultés que l'on rencontre pour réaliser un hygromètre qui soit d'un emploi pratique.

Les hygromètres à cheveu, qui sont très sensibles, conservent fort peu de temps leurs qualités et il est rare que ceux que l'on a occasion de rencontrer soient en état de fonctionner.

Par l'emploi de la baudruche, qui jouit des mêmes qualités que le cheveu, mais qui a sur celui-ci l'avantage d'une grande stabilité, MM. Richard paraissent avoir fait faire un grand pas à la question.

Ils font usage d'une membrane de cette substance tendue sur un tambour métallique.

Un levier poussé par un petit ressort antagoniste appuie, par l'intermédiaire d'une bielle, sur le milieu de cette membrane.

La baudruche se tend plus ou moins suivant l'état de sécheresse de l'air, et le mouvement de flexion qui en résulte est amplifié par le style qui porte la plume.

Les mouvements de l'appareil sont très réguliers et l'on a pu, au Bureau central météorologique, établir une table de tarage pour l'emploi de ce genre d'appareils.

Les résultats ont été assez satisfaisants pour que l'on ait pu confier un instrument de ce système aux membres de l'expédition météorologique du cap Horn.

On peut espérer que ces appareils conserveront leur sensibilité un temps suffisant, car un hygromètre de ce genre, construit par MM. Richard en 1878, et qui fait mouvoir une aiguille de 35 centimètres de longueur, donne toujours les mêmes résultats et la même sensibilité, bien qu'il ait été

porté, à diverses reprises, de l'humidité extrême à la sécheresse absolue.

Résumé.

En résumé, les dispositions adoptées par MM. Richard frères, dans les instruments qu'ils ont présentés à la Société, constituent un progrès des plus dignes d'attention.

On peut dire que la commodité d'emploi et la modicité du prix de leurs appareils enregistreurs ouvrent un vaste champ d'applications nouvelles; on n'aura plus à reculer, à l'avenir, devant les difficultés qui s'étaient opposées, jusqu'à ce jour, à l'emploi courant des instruments enregistreurs, dans les cas si nombreux où leur utilité se manifeste.

En ce qui concerne la météorologie, l'emploi d'appareils de ce genre qui dispensent de l'assujettissement des observations à heure fixe, présente une grande importance. Cette importance paraît déjà avoir été appréciée, à en juger par le grand nombre d'instruments qui ont été livrés par MM. Richard depuis l'époque peu éloignée où ils en ont commencé la fabrication, car les livraisons se sont élevées à près de 300 en dix-huit mois.

Parmi les établissements ou les services qui emploient ces appareils, on peut déjà citer, en effet, en France, l'Observatoire de Montsouris, le Bureau central météorologique, les Observatoires météorologiques de Perpignan, de Douai et de Besançon, les Commissions météorologiques d'un grand nombre de nos départements, les Écoles régimentaires et les établissements du Génie, le Dépôt des cartes et le Laboratoire central de la marine.

A l'étranger, les observatoires météorologiques en font également usage. L'Angleterre, l'Allemagne, la Suisse, la Russie, l'Italie, l'Espagne, le Portugal en possèdent. Il y en a en service aux États-Unis et au Brésil; on en fait usage sur les chantiers de l'isthme de Panama, l'expédition du cap Horn en a emporté, on en a installé même à Yokohama.

Partout leurs qualités sont appréciées et tous ceux qui en font usage leur prodiguent des éloges.

La continuité de leurs indications, la sûreté de leur marche et la simplicité de leur service constituent, en effet, pour ces applications spéciales de précieux avantages.

En ce qui concerne particulièrement les baromètres, M. Angot a pu constater sur ceux qu'il observe depuis dix-huit mois au Bureau central météorologique de France, que leurs indications ne se sont jamais écartées de plus

de 0^{mm},6 de celles du baromètre à mercure et que, la plupart du temps, leur concordance avec ce dernier est exacte à moins de 0^{mm},2.

Pour ces appareils surtout, la disposition donnée aux organes ou plutôt la réunion, sur un même socle, du rouage d'horlogerie et du baromètre présente d'ailleurs un avantage important, celui de donner aux appareils une sensibilité extrême et de leur permettre d'enregistrer, sans retard, les moindres variations de la pression. Car, ainsi que l'a fait remarquer notre collègue M. le colonel Goulier, la légère et perpétuelle trépidation produite par l'échappement du rouage équivaut à une série de petits chocs analogues à ceux que l'on a l'habitude de produire en frappant sur le cadran des baromètres anéroïdes lorsqu'on veut vaincre la paresse de leurs organes. Par l'effet de ces chocs répétés, les résistances passives qui peuvent entraver la marche de la plume se trouvent à chaque instant annulées et les organes sont, pour ainsi dire, tenus constamment en éveil.

On obtient donc toute la sensibilité dont les appareils sont susceptibles en produisant ainsi, d'une façon indirecte, l'effet que notre collègue M. Redier a déjà réalisé, dans d'autres appareils enregistreurs, au moyen d'un mécanisme spécial.

Il en résulte que ces baromètres indiquent les variations de pression les plus passagères; c'est ainsi que fréquemment, spécialement dans les orages, on voit la plume tracer une série de petites ondulations formant une succession de crochets, de grandeur décroissante, qui se répètent de quart d'heure en quart d'heure environ, pendant plusieurs heures, et atteignent parfois au début une valeur de 2 à 3 millimètres.

Ces ondulations dénotent l'existence de perturbations atmosphériques qui ne peuvent être mises en évidence que par des appareils à enregistrement continu.

A l'Observatoire météorologique de Montsouris, M. Marié Davy a soumis aussi à l'étude les baromètres, les thermomètres et les hygromètres Richard et il en fait hautement l'éloge.

Le père Denza, directeur de l'Observatoire de Montcalieri et président de l'Association météorologique italienne, les a soumis avec succès à l'épreuve du service dans les stations de montagne.

M. Britto Capello, qui les emploie à Lisbonne, leur rend le même témoignage.

Nos collègues M. Hervé Mangon et M. le colonel Goulier qui ont eu aussi l'occasion d'en faire usage, leur accordent les mêmes éloges et votre rappor-

teur peut ajouter qu'il a été également satisfait de ceux qu'il a eu l'occasion d'expérimenter.

Du reste, les nombreux tracés obtenus et qui sont placés sous vos yeux, témoignent par eux-mêmes des qualités des appareils.

Tous les témoignages sont aussi unanimes pour constater les qualités d'ingéniosité et de sagacité dont MM. Richard frères font preuve chaque jour dans l'étude des conditions de fonctionnement et de réglage des organes délicats qu'ils ont à mettre en œuvre.

Ils n'ont pas, du reste, limité leurs recherches aux appareils qui viennent d'être décrits et il convient de signaler, tout particulièrement, leur baromètre enregistreur à papier sans fin et à marche rapide qui constitue un appareil des plus remarquables, mais d'un prix naturellement plus élevé.

Ces jeunes constructeurs, qui marchent si bien sur les traces de leur père, montrent par leur heureux début, ce que l'on est en droit d'attendre d'eux, et votre Comité ne peut que vous proposer de venir en aide à leurs efforts, en leur accordant vos encouragements.

Il vous demande donc d'ordonner l'insertion du présent Rapport au *Bulletin* de la Société avec les dessins nécessaires pour faire comprendre le mode de construction des intéressants appareils qui nous ont été présentés.

Signé : SEBERT, rapporteur.

Approuvé en séance, le 28 juillet 1882.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 146 RELATIVE AUX APPAREILS ENREGISTREURS.

Baromètre enregistreur.

Fig. 1. Élévation de l'appareil.

Fig. 2. Plan de l'appareil.

A, boîtes anéroïdes ou coquilles superposées et vissées les unes aux autres ; le poids de ces boîtes est équilibré par des lames de ressort logées dans la partie centrale. Chaque boîte agit isolément ; la boîte inférieure repose sur une platine *t, t*, dont on peut régler la position au moyen d'une vis mobile *m*.

B, B, leviers de transmission.

C, levier en aluminium portant la plume D chargée d'encre d'aniline mélangée de glycérine.

E, tambour entouré d'une feuille de papier quadrillé et contenant un mouvement d'horlogerie, accomplissant sa révolution en une semaine.

- a*, contrepoids équilibrant le système des leviers.
 - b*, pièce servant à protéger l'extrémité du levier portant la plume.
 - c*, vis servant à régler la pression de la plume sur le tambour.
 - d*, tige se déplaçant en restant verticale et servant à écarter le levier qui porte la plume, quand celle-ci ne doit plus tracer.
 - e*, levier servant à manœuvrer la tige *d*.
 - f*, axe du tambour portant la roue planétaire, il est fixé au socle de l'appareil.
 - g*, roue planétaire.
 - h*, pignon engrenant avec la roue *g* et commandé par le mouvement d'horlogerie du tambour. Ce pignon est calé à frottement gras sur son axe pour permettre la mise à l'heure du papier quadrillé.
 - i, i*, tige flexible en laiton s'accrochant sur le tambour et permettant d'y fixer le papier quadrillé.
- La cage de l'instrument n'est pas indiquée sur le dessin.

Thermomètre enregistreur.

Fig. 3. Élévation de l'appareil.

Fig. 4. Plan de l'appareil.

- A*, tube en métal, aplati et recourbé, du système Bourdon. Ce tube renferme de l'alcool.
 - B*, bielle transmettant le mouvement de l'extrémité libre du tube *A* au levier portant la plume.
 - C*, levier en laiton portant la plume *D*.
 - E*, tambour portant une feuille de papier quadrillé et contenant le mouvement d'horlogerie, accomplissant sa révolution en une semaine.
- Ce tambour, figuré en plan, n'est qu'indiqué en élévation.
- F*, pièce portant l'extrémité fixe du tube Bourdon. Cette pièce repose sur une platine *f, f*, dont la position est réglée par une vis mobile *m*.
 - b*, pièce servant à protéger l'extrémité du levier *C*.
 - c*, vis servant à régler la pression de la plume sur le tambour.
 - d*, tige servant à écarter le levier *C*.
 - e*, levier servant à manœuvrer la tige *c*.
 - g*, cage en tôle protégeant l'instrument, figurée en pointillé.

Hygromètre enregistreur.

Fig. 1. Élévation de l'appareil.

Fig. 2. Plan de l'appareil.

A, membrane en baudruche tendue sur un tambour métallique.

B, bielle transmettant le mouvement du centre de la membrane, par l'intermédiaire d'un petit levier, au levier portant la plume.

C, levier en laiton portant la plume D.

E, tambour portant une feuille de papier quadrillé et contenant un mouvement d'horlogerie.

Ce tambour n'est qu'indiqué en plan et en élévation.

F, colonne sur laquelle est fixé le tambour portant la membrane. Cette colonne repose sur une platine / dont on peut régler la position au moyen d'une vis mobile.

a, contrepoids équilibrant le système des leviers.

b, pièce protégeant l'extrémité du levier C.

c, vis servant à régler la pression de la plume sur le tambour.

d, tige permettant d'écarter le levier C.

e, levier servant à manœuvrer la tige c.

g, cage en tôle, figurée en pointillé.

AGRICULTURE.

DE LA FERTILITÉ, PAR M. J.-B. LAWES, DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES,
CORRESPONDANT DE L'INSTITUT DE FRANCE.

La Géologie nous enseigne que le monde que nous habitons a passé par de grands changements qui ont occupé de longues périodes de temps. Comparée à ces périodes, l'existence de l'homme sur la terre, pour si loin qu'on puisse remonter, est un événement tout à fait récent.

Nous pouvons différer d'opinion touchant l'origine de l'espèce et la loi de son développement, mais nous sommes tous d'accord sur la nécessité d'une création de la vie végétale, antérieure à celle de l'homme et des animaux, tels qu'ils existent aujourd'hui. Ces êtres tirent leur nourriture des plantes, et les carnivores même sont dépendants indirectement de la végétation, car la chair qu'ils mangent est formée par des animaux qui se nourrissent de plantes.

Parmi les nombreux changements que l'homme a produits sur la terre, ceux qui affectent la végétation sont pleins d'un intérêt spécial. De nos études de la vie et des mœurs des animaux, il semble ressortir que certaines de leurs opérations sont plutôt le résultat de la raison que de l'instinct. Par exemple, le fait d'amasser de la nourriture pour les besoins de l'hiver, paraît bien être un acte d'intelligence et de prévoyance. On observera, toutefois, qu'avant l'apparition de l'homme, la végétation telle qu'elle existait alors fournissait la seule ressource alimentaire à toute créature vivante. Il était réservé à l'intelligence plus élevée de l'homme de détruire cette végétation

existante, et d'en mettre une autre à sa place qui convînt mieux à ses bespins.

On ne saura probablement jamais à quelle date de l'époque historique, les céréales commencèrent à entrer dans la nourriture de la race humaine; cependant, on a la preuve que les grains ont été employés par l'homme pré-historique, et l'on sait que de nos jours, les céréales constituent, sous une forme quelconque, la plus grande partie de la nourriture de la population du monde.

Notre existence dépend tellement de la récolte de ces plantes annuelles que s'il pouvait arriver une année dans laquelle le monde entier serait privé de toute récolte de céréales, il en résulterait certainement que la plus grande partie de la population mourrait de faim. D'autre part le développement de ces plantes tient à des circonstances si artificielles, et leur existence dépend si complètement des soins et de l'attention de l'homme, qu'elles redeviendraient, sans cela, aussi rares que lorsque l'homme découvrit leurs précieuses propriétés.

La végétation perpétuelle est la végétation naturelle de la terre, et les efforts de la Nature pour affirmer ses droits sont si puissants que si l'on laissait un de nos champs de blé répandre ses graines et que si cela arrivait de même pour les mauvaises herbes annuelles — qui poussent si abondamment avec le blé par l'effet de la destruction de leurs ennemis naturels, les herbes vivaces — ce serait seulement une affaire de quelques années, plus ou moins, pour que le sol du champ ainsi abandonné à sa destinée fût de nouveau couvert d'une végétation perpétuelle; tandis que les plantes annuelles seraient entièrement extirpées ou n'existeraient qu'à l'état de rares spécimens.

Quoique l'homme puisse vivre avec une nourriture qui ne contient pas de matière amylacée, il n'en est pas moins vrai que, tout être humain, depuis le jour où il commence à se mouvoir jusqu'à celui où il descend dans la tombe, a besoin journellement de beaucoup d'amidon. Dans tous les pays cette matière constitue, en majeure partie, la nourriture journalière de ceux qui travaillent, et elle ne fait jamais défaut chez les riches, bien que leur table soit couverte de tous les mets délicats qui viennent de toutes les parties du globe. Les récoltes des graines de céréales sont celles qui, de toutes les plantes, produisent le plus d'amidon. La pomme de terre, qui forme une portion de la nourriture journalière de plusieurs peuples, est la seule plante qu'on puisse lui comparer sous ce rapport.

Les vastes dépôts de houille qu'on trouve dans diverses parties du monde, nous apprennent que la terre a été couverte d'une végétation qui a été détruite et renouvelée plusieurs fois. Pour l'agriculteur cette végétation n'a d'autre intérêt que de lui fournir du combustible et une petite quantité d'engrais. Il en est autrement avec celle qui existe ou qui a existé sur la terre depuis que les derniers grands changements géologiques ont eu lieu et que les continents et les mers ont pris la place qu'ils ont aujourd'hui.

La végétation naturelle, qu'elle consiste en forêts, en bruyères ou en pâturages,

est principalement continuelle; elle produit de la matière ligneuse qui est impropre à la nourriture, ou dont les parties nutritives sont mélangées de telle sorte, avec des matières non digestibles, qu'il est tout à fait impossible à l'estomac humain d'en opérer la transformation. L'homme, à moins qu'il n'ait recours à l'estomac d'un animal pour faire à sa place le travail de séparation, doit être porté de prime abord à détruire cette végétation existante.

On est depuis si longtemps accoutumé à cultiver les champs dans nos contrées, qu'on peut difficilement se figurer qu'ils aient pu être jadis dans un autre état que celui que nous voyons aujourd'hui. Dans les États-Unis, cependant, on met en culture tous les ans des millions d'acres de terre. Nous voyons là s'avancer l'agriculture par sauts et par bonds — pour employer une expression que nos plus grands hommes d'État appliquaient il y a quelques années au commerce de l'Angleterre — au point, que nos fermiers anglais sembleraient tendre à disparaître par suite de la concurrence; tandis qu'on voit en Irlande et dans l'Inde, des populations être tellement à la merci des ressources du sol que la question de leur alimentation est une des grandes préoccupations actuelles du Gouvernement. Je pense, donc, que la question, *Qu'est-ce que la fertilité?* se pose pour le moment avec une véritable opportunité, et c'est pour y répondre que nous allons présenter quelques observations sur ce sujet.

Si l'on prend une certaine quantité de roches, comme on en trouve dans diverses parties de la surface de la terre — granite, schiste, quartz, calcaire, etc. — et si, après les avoir pulvérisées à différents degrés de finesse, on les mélange entre elles en diverses proportions, on pourra, d'après leur composition connue, produire des sols qui contiendront en proportions très différentes les constituants minéraux les plus importants de la nourriture des plantes. Supposons qu'on ait composé avec intention un sol aussi riche que possible en ces principes nutritifs, et un autre extrêmement pauvre, avec deux autres de qualités intermédiaires, et qu'on les ait ensuite laissés tous exposés à l'influence ordinaire du soleil et de la pluie — l'expérience, bien entendu, serait faite sur plusieurs acres et le sol artificiel aurait une profondeur de plusieurs pieds — nous trouverions que les semences des plantes portées par les vents ou d'autre manière se seraient répandues sur ces sols et y auraient poussé avec plus ou moins de rapidité, et nous verrions, s'il nous était permis de poursuivre nos observations pendant des milliers d'années, que le caractère de la végétation a subi plusieurs changements remarquables. Le surplus d'une provision de glands amassée pour l'hiver par une souris donnerait naissance à une forêt de chênes, assez épaisse pour détruire toute la végétation herbacée précédente; et, d'autre part, un incendie accidentel ou une tourmente pourrait balayer la végétation forestière, et la remplacer par une autre de nature différente.

Le caractère et la puissance de la végétation seront très différents suivant les sols, et

le sol qui produira le plus sera celui où la plante aura pu trouver la plus grande provision de nourriture.

Le carbone ou l'azote combiné n'existant pas dans le sol, les premières plantes doivent entièrement dépendre de ce qu'elles peuvent en obtenir directement ou indirectement de l'atmosphère. L'eau de pluie contient toujours de l'ammoniaque, et la plante et le sol peuvent en outre en condenser une certaine quantité empruntée à l'atmosphère ; mais le développement de la plante, même dans le sol le plus riche en nourriture minérale, sera faible au commencement, parce que la décomposition de l'acide carbonique et la fixation du carbone seront limitées par la quantité d'azote combiné que la plante pourra obtenir des sources ci-dessus mentionnées ; mais son accroissement sera beaucoup plus grand sur les points où la nourriture minérale sera la plus abondante, parce que chaque particule d'azote disponible y sera employée en entier, tandis que sur ceux où cette nourriture sera moindre, une partie de l'azote combiné pourra passer dans le sol et s'y perdre.

Chaque année une certaine portion des végétaux disparaît, les feuilles et les branches tombent, et des parties des racines pourrissent. Une partie des éléments organiques qui tombe à la surface du sol revient à l'atmosphère, mais une autre reste, s'ajoutant à celle qui se décompose dans le sous-sol, et devient profitable pour l'accroissement futur de la plante. Les gaz du sol qui diffèrent peu d'abord de ceux qui existent dans l'atmosphère au-dessus de lui, se chargent fortement d'acide carbonique qui décompose les minéraux, et c'est ainsi que, d'année en année, une quantité de plus en plus grande d'azote, recueillie par chaque génération de plantes, vient former des ressources profitables à la génération suivante.

Cette matière organique contenant du carbone a été considérée par les chimistes du commencement du siècle, sous le terme général d'humus, comme étant la source principale de fertilité. Feu le baron Liebig a tourné cette idée en ridicule, et l'expression a été presque oubliée.

Je comprends sous le nom d'humus tous les composés organiques du sol qui ont subi certains états de décomposition après avoir fait partie de la végétation vivante. Ce qui distingue ces composés de cette végétation c'est qu'ils contiennent beaucoup plus d'azote que de carbone.

Dans la généralité des sols ordinaires la proportion de carbone et d'azote diminue à mesure qu'on s'éloigne de la partie superficielle, ce qui prouve que ces substances doivent provenir de la végétation qui s'est développée à la surface. Certains sols qu'on appelle alluvions possèdent un sous-sol fertile qui serait un dépôt de restes végétaux que l'eau aurait enlevés à d'autres sols. La fertilité est due, par conséquent, aux résidus organiques des générations antérieures de plantes, mêlés avec certaines substances minérales, dont les plus importantes sont l'acide phosphorique et la potasse.

Les pluies qui tombent annuellement sur la majeure partie du globe étant en excès considérable sur l'évaporation, il est évident que ces substances que je propose de reconnaître comme formant dans le sol le fonds de fertilité doivent exister sous une forme comparativement insoluble, car autrement elles auraient été emportées par les eaux.

On peut supposer que la potasse et le phosphate de chaux ont été dissous par les sécrétions de la plante lorsque ses racines sont en contact direct avec ces substances. L'humus peut être absorbé de la même manière et par quelques plantes plus facilement que par d'autres. Cependant, l'azote de l'humus n'a son plein effet sur la végétation que lorsqu'il a pris la forme d'acide nitrique.

Schlœsing a prouvé, il y a peu de temps, que la nitrification était due à l'action d'un petit organisme qui abonde dans nos sols. Dans des conditions favorables de température et d'humidité, l'acide nitrique se produit avec une grande rapidité; quant à la levure (qui convertit le sucre en alcool et en acide carbonique), on a démontré que le développement de cette plante dépend, comme celui de nos récoltes ordinaires, de la présence de matières minérales. On sait que la plante nitrifiante ne peut opérer son œuvre à moins d'être pourvue de substances alcalines pour neutraliser l'acide nitrique formé. Si, comme cela peut être, elle demande des alcalis et des phosphates, on s'explique pourquoi l'eau qui traverse des sols tourbeux ne contient pas d'acide nitrique.

Il est donc incontestable que l'acide nitrique, quelles que soient les conditions de sa production, est un agent d'une très grande efficacité pour le développement des végétaux; en fait, un fermier est souvent disposé à échanger un boisseau de blé contre cinq ou six livres d'azote sous cette forme. Tous les cultivateurs ont pu remarquer combien il était difficile de tenir la terre exempte de mauvaises herbes; la végétation, si on la laissait faire, couvrirait même bientôt nos chemins et nos routes ferrées. Bien plus, je mentionnerai, comme exemple, la plate-forme de la station que je fréquente, où l'on voit dans l'asphalte un grand nombre de petits trous causés par le dégagement des bulles d'air de la matière à l'état plastique, chacun de ces trous servait de résidence à une petite plante.

Lorsqu'on découvrit la pression de l'atmosphère et avant que la cause en fût connue, les savants du jour décidèrent que ce phénomène était dû à l'horreur de la Nature pour le vide. Il y a quelques années, on n'aurait pas eu de meilleure raison à donner pour expliquer les efforts persistants de la Nature pour couvrir la terre de végétation, mais la science moderne a éclairé le sujet de plus de lumière. Boussingault mit dans un vase en verre fermé de la terre de jardin, riche en matières azotées organiques et ne contenant que très peu d'acide nitrique; il la mouilla, l'exposa à une température favorable à la nitrification et la remua fréquemment. Au bout de quelques mois ce sol artificiel avait perdu la moitié de son carbone, et avait donné lieu à une formation d'acide nitrique dont la proportion, calculée sur l'étendue d'un acre

(0,40467 hectare), aurait été égale à plusieurs centaines de livres. Dans un hiver ordinaire les eaux auraient enlevé au sol la majeure partie de cet acide nitrique. Cela nous apprend que la végétation empêche la déperdition de l'acide nitrique, qu'elle l'emmagasine sous forme de produits alimentaires, et puis, enfin, que cet acide, lorsque la végétation disparaît, se transforme en composés insolubles tels que l'humus.

Cependant, outre l'enlèvement des produits alimentaires du sol, qui est l'objet principal de la culture, le remuage constant de la terre met en activité beaucoup d'éléments inactifs, tandis que la culture de plantes annuelles — en laissant si longtemps le sol sans végétation — est suivie de pertes considérables causées par l'écoulement des eaux.

En admettant que la fertilité est le résultat de l'accumulation d'éléments féconds, dus aux générations de plantes précédentes, nous nous posons la question, *Qu'est-ce que l'épuisement ?*

J'entends comprendre dans cette expression toutes les opérations agricoles dont le résultat est de réduire le stock capital de fertilité que contient le sol, à partir du moment où il a été mis en culture. C'est vers cette fin que tendent tous les efforts de l'agriculture, et si l'épuisement du sol n'arrive pas plus vite, il ne faut pas l'attribuer à une modération quelconque de la part du cultivateur, mais plutôt à la résistance que le sol lui-même oppose à l'enlèvement trop rapide de ses trésors.

A Rothamsted, on a mis en expérience des parcelles de sept champs pour des périodes de quarante ans dans un cas, et de plus de vingt ans dans tous les autres. Outre de nombreuses expérimentations sur d'autres parties de la ferme, on a consacré environ 50 acres (20 hectares 234) à la culture continue des récoltes fermières ordinaires, séparément et avec alternances.

Dans toutes les expériences de Rothamsted, aucune des parcelles n'a reçu aucune espèce de fumure, tandis que sur d'autres portions on applique les engrais toujours sur les mêmes lots de terre, ce qui permet d'avoir une idée de ce qui se passe dans le sol.

Quoique les expériences relatives à la production continue de récoltes sans aucune sorte d'engrais n'intéressent pas autant le fermier praticien que bien d'autres que nous faisons, elles ne méritent pas moins d'être étudiées avec soin ; car la justesse des réclamations des fermiers relativement à une fertilité inépuisable étant de plus en plus reconnue, il semble opportun de chercher la ligne de démarcation entre la fertilité naturelle inhérente à nos sols, qui est fournie en échange de la rente, et la fertilité additionnelle que le fermier apporte à son choix à la terre, et qu'il ne peut plus lui retirer.

Plusieurs agriculteurs pensent que la fertilité originelle des sols qui ont été cultivés pendant des siècles, a été depuis longtemps épuisée, et que la récolte aujourd'hui produite est due à l'engrais appliqué par le cultivateur actuel. Avant de traiter cette question sur laquelle j'aurai beaucoup à dire, j'essaierai de donner quelque idée des

changements qui se sont opérés sur la terre de Rothamsted depuis le jour où elle a été mise en culture jusqu'à l'époque où nos expériences ont commencé, et encore depuis cette période jusqu'à ce jour.

J'ai déjà dit que toute la terre était à l'origine couverte par de la végétation qui était presque entièrement perpétuelle. Dans les premiers jours de l'agriculture sur lesquels nous avons quelque renseignement, le système adopté paraît avoir été de défricher les forêts, les landes, et les mauvais pâturages et d'y avoir fait successivement plusieurs récoltes de blé, jusqu'à ce que le produit ne payât plus le prix de la semence et de la culture. Après cela, on laissait reposer la terre pendant un temps considérable, et puis l'on recommençait le même procédé; avec ce système l'épuisement du sol ne pouvait s'effectuer très rapidement.

Il est impossible de dire à quelle époque on a commencé de labourer ma terre, mais j'ai, à Rothamsted, des documents qui prouvent qu'on a récolté du blé et d'autres céréales sur les mêmes champs qui sont aujourd'hui en expérience; toutefois, je n'ai pas de données qui m'indiquent combien de moissons ont été faites successivement sur le même champ.

Passant à une période plus récente que celle dont je viens de parler, Macaulay dit que la production totale des grains dans la Grande-Bretagne n'excédait pas, annuellement 5 000 000 de quarters (14 539 050 hectolitres). Quelle que soit la date de la première mise en culture de mes champs, il est probable qu'ils étaient auparavant à l'état de prairies arides avec arbres clairsemés. Sur le côté Sud-Est, on a laissé plus d'un acre de prairie qui fait partie du champ sur lequel on fait des expériences de blé depuis 1844, et sur toute la longueur du côté Sud-Ouest du même champ, se trouve une bande d'herbage, extraordinairement large, d'où le champ a probablement tiré son nom de Broadbalk (bande large). Au champ de blé tient un enclos contenant quelques acres de prairie qui, à en juger par le caractère des arbres qui y poussent tout près, est resté probablement intact depuis des siècles et n'a jamais été labouré et cultivé.

On a soumis à de soigneuses analyses le sol de pâturage dans le champ Broadbalk, ainsi que celui de l'enclos adjacent et l'on a trouvé qu'ils ne différaient pas matériellement l'un de l'autre.

Après avoir enlevé toute la matière végétale, les racines, etc., formant un poids de plusieurs tonnes par acre, on a trouvé que les premiers 9 pouces (0^m,2286) de terre végétale, finement tamisée, contiennent 5 700 livres anglaises (2 582^k,500) d'azote, tandis que les seconds 9 pouces en contiennent environ 2 500 livres (1 134 kilos) de plus. Dans ces expériences on n'a pas poussé l'analyse au delà de 18 pouces, mais dans un autre lot de prairie, de même caractère, et situé à une petite distance, on a été jusqu'à une profondeur de 54 pouces de la surface. Entre 18 et 54 pouces l'azote diminue graduellement; encore que sa proportion, entre ces deux dernières profondeurs s'élève à 5 000 livres (2 270 kilos) par acre ou 1 livre (0^k,455) pour chaque

yard cubique (0^{m.c.}, 764) de sol. En prenant 9 pouces d'épaisseur pour le sol superficiel, on a 5 700 livres d'azote dans cette partie et 7 200 livres au-dessous, ce qui donne en somme par acre près de 13 000 livres d'azote qui sont à la portée des racines de quelques-unes de nos plantes agricoles. Cet azote forme, avec certains minéraux, le fonds de fertilité sur lequel peuvent compter ceux qui commencent de faire venir des récoltes sur des sols arables.

Les expériences de Rothamsted ont été établies quelques années avant qu'on eût essayé d'échantillonner et d'analyser les sols; par conséquent la composition de ma terre arable, à l'époque où l'on commença de la mettre en expérience, n'est pas basée sur les analyses actuelles; cependant les analyses faites depuis lors dans les divers champs ont été si nombreuses qu'il n'est pas difficile de fixer, dans des limites raisonnables, la composition originelle du sol de surface. Je suis porté à estimer la proportion d'azote dans les premiers 9 pouces du sol de Broadbalk, en 1840, à 3 000 livres environ par acre, et dans les seconds 9 pouces à un chiffre compris entre 2 100 et 2 200 livres; ce qui donne un total de 5 100 à 5 200 livres par acre, montrant la réduction très considérable d'environ 3 000 livres par acre dans la quantité d'azote contenue dans la terre arable, comparativement à celle qu'on trouve dans le pâturage.

Je ferai observer qu'il n'y a rien de nouveau dans le fait que la prairie renferme un fonds beaucoup plus grand de fertilité pour les grains que la terre arable. Ainsi, M. Caird discutant sur la possibilité d'en finir avec l'importation étrangère du blé, s'appuie sur le stock de fertilité existant dans nos pâturages qu'on pourrait utiliser. Cette opinion est de plus confirmée par le proverbe, « convertir une prairie en terre de labour c'est faire un homme »; et si, comme c'est véritablement le cas, l'accumulation de l'azote perdu dans le sol est nécessaire à l'existence d'un pâturage, on comprend facilement que convertir inversement un sol arable en pâturage c'est, pourrait-on dire, détruire un homme. Je me propose donc actuellement de définir le terme « fertilité ». Je n'ai pris, il est vrai, dans mon calcul qu'un de ses éléments, mais on verra, à mesure que nous avancerons, combien il a d'importance.

Il y a toute raison de croire que la végétation profite de l'azote qui se trouve dans le sol au delà de 9 pouces, encore que les racines qui pénètrent au-dessous de cette profondeur soient si peu nombreuses, comparativement à celles qui puisent leur nourriture plus près de la surface, que toute réduction dans la proportion de l'azote à une plus grande profondeur doit être relativement petite. Il est difficile de l'estimer autrement que par des analyses faites périodiquement à de très longs intervalles, et il faut donc laisser en legs à une génération suivante l'étude des changements qui peuvent avoir lieu dans ces parties plus profondes.

Depuis 1839 le champ de Broadbalk a donné une récolte d'orge, une de pois, une d'avoine, et trente-huit de blé. En 1846, 1856, 1865, 1868 et 1869, on a analysé le sol des diverses parties du champ, et c'est d'après ces données que j'ai établi mes estimations.

Le D^r Gilbert, dans une lecture qu'il a faite, en 1876, au South Kensington Science Conferences, a donné comme il suit la quantité d'azote enlevée par la production sans engrais de blé et de paille : — huit années 1844-51, 25 livres par acre et par année; douze années 1864-1875, 16 livres par acre et par année.

Dans un mémoire récent sur le produit, la consommation, les importations et les prix du blé dans le pays, on a estimé que le rendement des récoltes de blé obtenues sans engrais baissait de un tiers à un quart de boisseau par acre et par année. En quarante ans la réduction de la récolte due à l'épuisement serait donc de 10 à 13 boisseaux.

Quant à l'azote existant dans le sol, chaque analyse montre une réduction dans le tant pour cent comparativement à la précédente. La difficulté consiste à évaluer la quantité actuelle de cette réduction. Cependant, je suis porté à la fixer à 1000 ou 1200 livres par acre pendant les quarante années, ce qui serait une quantité bien supérieure à celle de l'azote enlevée par les récoltes de blé.

D'après ce que j'ai dit précédemment sur la production de l'acide nitrique et sur la facilité avec laquelle il peut être enlevé au sol par les eaux de drainage, en l'absence de végétation, on pouvait s'attendre à ce que dans le cas d'une production continue de récolte comme celle du blé — qui cesse de puiser de la nourriture dans le sol au commencement de l'été — ce drainage eût occasionné des pertes considérables dans les premiers temps de nos expériences. Malheureusement nous n'avons pas recueilli de l'eau de drainage à ces époques. Actuellement la composition de l'eau de drainage d'une terre non engraisée indique seulement que la perte d'azote par cette cause ne serait pas plus forte que celle qu'occasionnerait l'eau de pluie tombant sur le sol.

Pour résumer cette partie de notre sujet, nous avons la preuve d'une très grande perte dans le stock accumulé d'azote, prenant pour base que ma terre était à l'origine un pâturage; nous savons, en outre, que cette perte a été plus grande pendant la période où cette terre était en expérience et produisait sans engrais des récoltes de grains. Les récoltes vont en diminuant; la quantité d'azote enlevée par les moissons décroît chaque année; et enfin les différentes analyses du sol lui-même montrent qu'il y a diminution considérable de l'azote dans les premiers 9 pouces, avec indication d'une petite réduction dans les seconds 9 pouces.

Le terrain d'expérience dont je vais m'occuper reçut pendant les cinq premières années différents engrais minéraux et des sels d'ammoniaque, et la quantité d'azote qu'ils contenaient resta en excès considérable sur celle qu'enlevèrent la paille et le grain des récoltes de blé qu'ils produisirent. Dans la saison de 1852, cependant, lorsqu'on n'employa que des engrais minéraux, la terre se montra en meilleure situation, sous le rapport de l'épuisement de son azote, que celle d'où on avait enlevé douze récoltes depuis l'application de l'engrais.

De 1852 à ce jour, on a appliqué tous les ans la potasse, la soude, la magnésie et le superphosphate de chaux. L'application de la potasse et de l'acide phosphorique a été faite chaque année en quantité plus que double de celle que pouvaient consommer les plus amples récoltes, et comme ces substances subissent très peu de perte par le drainage, elles doivent former dans le sol une accumulation considérable depuis vingt-huit ans de leur distribution. Si l'on divise les vingt-huit années en quatre périodes de sept ans chacune, on trouve que pendant les sept premières années la terre avec engrais minéral a donné, par acre et par année, une récolte de blé nettoyé, excédant de trois boisseaux celle qu'a produite la terre tenue d'une manière permanente sans engrais. Pendant la seconde période de sept ans l'excès s'est élevé annuellement à deux boisseaux; il a été de un boisseau et demi dans la troisième période, et pendant la dernière il n'a été que de un boisseau sur la récolte sans engrais. Le produit moyen pour toute la période, calculé à 61 livres le boisseau, a été pour la terre sans engrais de 12 boisseaux et demi et pour celle qui avait reçu des substances minérales de 14 boisseaux et demi par acre. Il est probable que quelque résidu inépuisé d'azote, appliqué avant 1851, a pu être utilisé par la récolte produite par les engrais minéraux seuls pendant la première période; mais, en tenant même compte de cet avantage, la quantité d'azote enlevée par la récolte du terrain fécondé par les substances minérales n'a été, comme l'a constaté le D^r Gilbert, dans sa lecture au Kensington Museum, en 1876, que de 22,1 livres par acre et par année, dans une moyenne de vingt-cinq ans, contre 19,3 livres absorbées par le produit obtenu sans engrais pendant la même période.

Toutefois, avec une plus libérale distribution d'engrais minéraux, le sol et l'atmosphère combinés ont pu fournir 3 livres de plus d'azote à la récolte, c'est-à-dire ajouter annuellement au produit plus de 2 boisseaux de blé par acre.

Les analyses du sol n'ont pas été faites aussi fréquemment sur le terrain traité par les engrais minéraux seuls que sur celui qui n'était pas engraisé; mais, autant qu'on en peut juger, la décroissance de l'azote est sensiblement semblable dans les deux cas.

Le but que je me propose dans ces pages est de découvrir et expliquer les sources de la fertilité naturelle. Je dois donc renvoyer ceux qui désirent étudier le sujet avec plus de détails, à notre article « *Vingt ans de production de blé*, » publié dans le journal de la Royal Agricultural Society de 1864. Il y est démontré de la manière la plus concluante, qu'il suffit d'ajouter un composé soluble d'azote aux substances minérales employées dans l'expérience dont je viens de parler, pour élever le produit du blé au rendement le plus élevé que puisse fournir la saison. J'ajouterai que la seconde période de vingt ans a commencé depuis trois années, et qu'on peut compter sur un rapport supplémentaire pour confirmer et corroborer les conclusions antérieures.

Je me suis longuement étendu sur les sources de fertilité et sur le caractère de l'épuisement démontrés par le champ de blé en expérience, parce que la récolte du blé est d'une grande importance nationale et que la preuve donnée par ce champ,

par rapport à l'épuisement général du sol et au caractère de cet épuisement, m'a paru très claire et très exacte. Je me propose de traiter plus brièvement des résultats obtenus dans d'autres champs d'expérience, et de ne les juger qu'au point de vue de leur portée générale sur la fertilité du sol et sur la nature de l'épuisement.

Orge permanente.

La terre consacrée à cette récolte a reçu la dernière fois une application de fumier en 1847; depuis lors on a retiré une récolte de blé, une de trèfle, et 31 récoltes d'orge. On n'a fait qu'une série d'analyses du sol, on n'a donc pour le moment aucune donnée sur les changements qui s'y opèrent.

Il y a plusieurs différences marquées entre le blé et l'orge; le premier est semé en hiver, l'autre au printemps; pour le blé, la couche qui reçoit la semence doit être ferme et compacte, pour l'orge il la faut d'un caractère légèrement poreux; de plus les récoltes peuvent subir des influences différentes, comme ce fut le cas en 1880, où la récolte de blé se montra très médiocre, tandis que celle d'orge fut excessivement abondante. Toutefois, après avoir tenu compte de toutes ces distinctions, on trouve que le caractère de l'épuisement dans le champ qui porte l'orge est absolument semblable à celui dans lequel vient le blé. Si l'on compare le produit de l'orge obtenue sans engrais pendant les première et seconde périodes de l'expérimentation, on voit que la réduction dans la dernière — s'élevant à 7 boisseaux de grain et 4 quintaux de paille — forme un tiers du produit total. Sur le terrain qui a reçu exactement la même provision abondante d'engrais minéral que le terrain correspondant de blé, il y a aussi décroissance d'un tiers dans la récolte, montant à 10 boisseaux d'orge et 5 quintaux de paille par acre. Bien que les deux terrains, l'un sans engrais et l'autre avec engrais minéraux, aient montré tous les deux une décroissance proportionnelle de récolte, il faut cependant remarquer que l'application des substances minérales a fait produire annuellement à l'orge 7 boisseaux de plus de grain par acre, qu'à celui qui n'avait pas reçu d'engrais; cette différence est plus considérable que celle qui a été relevée entre les terrains correspondants dans les expériences du blé.

Racines permanentes.

Les expériences sur les racines ont commencé en 1843, et depuis cette époque on a cultivé des turneps blancs, des navets de Suède, des betteraves à sucre ou des betteraves ordinaires, excepté pendant trois années pendant lesquelles on a fait successivement trois récoltes d'orge sans engrais.

En ce qui regarde les différentes sortes de racines produites et surtout après le fait clairement constaté que le sol et le climat de Rothamsted conviennent mieux à la culture de la betterave à sucre ou de la betterave ordinaire qu'à celle des turneps, i

est impossible de montrer le caractère de l'épuisement du sol comme on l'a fait dans le cas des récoltes de blé et d'orge. Si, considérant le produit, pendant les dix dernières années, de la betterave à sucre ou ordinaire sur une terre dépourvue d'engrais, ou même sur un sol recevant un large approvisionnement de substances minérales, on venait à le comparer avec la récolte de turneps obtenue, pendant dix autres années quelconques, dans des conditions semblables, on remarquerait que ce produit a augmenté au lieu de diminuer et toute conclusion tirée de ce résultat relativement à l'état de fertilité du sol serait erronée.

On pourra mieux juger la question de la fertilité du sol en partant de ce fait que pendant les dix dernières années, le produit total le plus élevé qu'on ait obtenu en fournissant annuellement au sol une ample provision de substances minérales, n'a été qu'un peu au-dessus de 8 tonnes par acre.

La saison de 1880 a été excessivement favorable pour les racines; les fermiers ont généralement reconnu que la récolte avait été extraordinairement belle, et, malgré cela, le produit fourni par les engrais minéraux a été au-dessous de 6 tonnes de betteraves par acre. On n'a pas encore fait les analyses de ces racines, mais l'azote qu'elles contiennent sera environ de 17 livres par acre. Cette proportion d'azote est presque identique avec celle que le D^r Gilbert, dans sa lecture au South Kensington, constatait avoir été absorbée annuellement, pendant dix ans, entre 1864 et 1875, par la récolte de blé qui reçut une application semblable d'engrais minéraux. En ajoutant une large provision d'azote aux minéraux, on a obtenu l'année dernière une récolte qui a été, dans un cas, supérieure à 30 tonnes.

Nous avons fait une série considérable d'analyses des sols de divers lots, et nous sommes arrivés à cette conclusion que le sol dont on a retiré les racines nourries d'engrais minéraux, était plus pauvre en azote que le sol semblablement engraisé qui porte du blé ou de l'orge. On dit que les larges feuilles de la plante racine prennent de grandes quantités d'azote à l'atmosphère. Pour le moment, avec une ample distribution de toutes les substances minérales nécessaires, 15 livres environ d'azote par acre sont tout ce que nos racines peuvent obtenir du sol et de l'atmosphère combinés. En présence de ces faits, on peut avancer que les abondantes récoltes de racines obtenues dans différentes parties de la Grande-Bretagne au moyen du superphosphate minéral, sont dues à la proportion d'azote utilisable qui existe dans le sol pendant le développement des produits.

Pour mesurer les effets épuisants des récoltes agricoles et aussi le caractère spécial de l'épuisement, il ne faut pas seulement que les récoltes aient poussé sans discontinuité, sans engrais ou avec des engrais divers appliqués invariablement à la même portion de terrain, il est également essentiel que quelques-uns de ces engrais appliqués aient pleinement réussi dans la production des produits. Ces conditions n'ont été remplies avec aucune des deux récoltes dont je vais parler, récoltes de haricots et de trèfle rouge.

Depuis 1848, on a consacré un champ à la production de haricots, et l'on n'a obtenu qu'un succès très partiel. Après peu d'années le produit sans engrais a été réduit à presque rien, tandis que sans combinaison d'engrais artificiels on eût réussi à produire des récoltes agricoles.

Ce manque de réussite est dû, en partie, au caractère de la plante — les haricots plongent des racines fortes et charnues dans le sous-sol, alors que la moyenne partie de l'engrais nourricier qu'on applique est déposé à la surface, et parvient très lentement au sous-sol, si même il l'atteint jamais. La valeur des haricots, comme récolte alternante, dépend donc beaucoup de la fertilité naturelle du sous-sol. Cette légumineuse est produite plus ou moins dans les diverses parties de la Grande-Bretagne; mais, dans la plupart des comtés, cette récolte donne si peu de résultats comparativement à d'autres, que cette culture fréquente n'est pas évidemment rémunératrice et ne saurait être faite qu'à titre d'expérimentation.

Dans quelques localités où se trouvent de grandes étendues de sol alluvien ou des argiles riches, les haricots sont cultivés avec succès; mais ce n'est que dans un ou deux comtés de l'Ecosse qu'on en récolte une certaine quantité et, dans ces régions, le sol alluvien s'étend sur une surface considérable. Quoiqu'on ait soumis à l'analyse le sol de notre champ de haricots, on n'a pu savoir, faute du peu de développement de la récolte, s'il y a eu épuisement ou non.

Nos essais pour faire croître du trèfle rouge continuellement sur notre terre arable, nous ont donné des résultats encore plus malheureux qu'avec les haricots. La récolte a été tentée, cependant, pendant vingt-cinq ans sur un sol de jardin sans engrais, mais très riche, et l'analyse a constaté une très forte réduction dans le stock de l'azote du sol, parce que la proportion de cette substance — comme celle des engrais minéraux — doit avoir été enlevée par les récoltes, pendant cette longue période. Le résultat de l'expérience prouve sans aucun doute que l'incapacité de notre sol arable ordinaire à produire du trèfle rouge, provient de ce que la nourriture n'est pas suffisante dans le sol et qu'elle n'y est pas convenablement distribuée.

On ne pouvait avancer sans témérité que les récoltes de grains réussiraient mieux et prendraient plus de nourriture dans un sol tenu constamment sans engrais, que les racines et les haricots, dont les racines passent pour être reconstituantes. Tel a été cependant le cas, dans l'assolement sans engrais qui a été expérimenté depuis 1848.

Lorsque les expériences commencèrent, le champ consacré à la rotation se trouvait en bien meilleure condition que les champs d'expériences de blé ou d'orge, et pourtant dans un assolement quatriennal qui comprenait les turneps et le trèfle ou les haricots alternant avec le blé et l'orge, l'expérience a démontré que la terre aurait donné un plus grand produit de grains, si on y avait continuellement cultivé des céréales, sans alternance de récoltes réparatrices. Les turneps après la première récolte, alors que la terre, comme je l'ai dit, se trouvait en bonne condition, avaient cessé complè-

tement de se développer, et, malgré la circonstance de la saison de 1880 si favorable pour les racines, se montrèrent incapables de former un bulbe. La moyenne des six récoltes de haricots ne fut que de 13 boisseaux, et la production du trèfle rouge cultivé, après un intervalle de vingt-cinq ans, fut excessivement faible. L'orge, cependant, avait donné en moyenne 34 boisseaux, et le froment 27 par acre, pendant toute la période, et il est tout à fait certain que si le blé eût été cultivé d'une manière continue pendant les vingt-cinq ans, il eût produit plus de 14 boisseaux et demi par an, et que l'orge, dans le même cas, eût fourni annuellement plus de 17 boisseaux.

Cette propriété dont jouissent nos céréales d'extraire de la nourriture du sol, là ou d'autres récoltes sont incapables de le faire, devra être sérieusement considérée, lorsque nous viendrons plus tard, à estimer l'épuisement du sol dans ces contrées qui rivalisent avec nous pour la production des grains.

En employant tous les quatre ans un superphosphate minéral, on augmenta considérablement la récolte des racines, et lorsque celles-ci furent enlevées, la récolte d'orge qui suivit fut de beaucoup inférieure à celle qui avait été obtenue sur le terrain maintenu sans engrais, et qui avait fourni une récolte beaucoup plus faible de racines pendant toute la période d'expérimentation.

Les récoltes enlevèrent plus d'azote au sol qui avait reçu du superphosphate qu'à celui qui était resté sans engrais, et, dans les deux expériences, les produits allèrent en déclinant. Les analyses du sol, dans les deux cas, indiquent aussi une diminution de l'azote, mais nous n'avons aucune preuve qui montre clairement dans laquelle des deux expériences, la récolte ou l'azote du sol a décliné le plus rapidement. Il était à présumer qu'une période de trente-deux ans suffirait pour établir un fait de cette nature, mais il n'en a pas été ainsi. On ne compte que huit assolements dans la période, et chaque récolte n'a donc été produite que huit fois. A cause des grandes fluctuations de notre climat, ces huit récoltes n'ont pas été suffisantes pour mesurer exactement le taux de l'abaissement, surtout alors que quelques-unes des dernières saisons ont été exceptionnellement défavorables au développement des graines.

J'ai déjà dit que mon pâturage permanent contient une plus forte proportion d'azote que la terre arable; cet excès monte probablement à plus de 2 000 livres par acre dans les premiers 9 pouces à partir de la surface, sans tenir compte de la grande quantité qui se trouve dans le gazon et ses racines. Dans ces circonstances on pouvait penser que les engrais minéraux produiraient un meilleur effet sur le pâturage que sur la terre arable, et c'est ce qui est arrivé, car, durant les vingt-cinq années d'expérience, le produit fourrager obtenu au moyen d'alcalis et de phosphate, largement répandus, a non seulement été supérieur à celui qu'a donné le pâturage laissé constamment sans engrais, mais n'a montré encore, jusqu'à ce jour, aucun signe perceptible de décroissance. L'herbe est de couleur pâle, elle n'offre pas cette luxuriance et cette vigueur qu'on rencontre dans l'herbage qui a reçu des engrais azotés et minéraux, encore

est-il que la récolte d'environ 46 tonnes de fourrage, contenant plus de 1 000 livres d'azote, sans aucune nouvelle application de cette substance au sol, constitue un fait très intéressant.

On n'a pas fait d'analyses générales du sol de ces expériences pendant leur durée de vingt ans, et sa composition, lorsqu'on a commencé, est, par conséquent, inconnue. Mais on a analysé, en 1870, quelques pièces choisies et, en 1875 — la vingtième année depuis l'origine — on a pris plusieurs échantillons à la profondeur de 54 pouces dans chaque pièce expérimentale de toute la série.

On a trouvé que le montant de l'azote dans les premiers 9 pouces du sol pourvu d'engrais minéraux, était considérablement inférieur à celui qui se trouvait dans le sol non engraisé. Cependant, tandis que le fourrage enlevé annuellement de la terre sans engrais ne dépassait pas 1 tonne par acre, celui que l'on retirait de la terre qui avait reçu des engrais minéraux donnait plus de 1 3/4 tonne par acre.

Ce serait se fourvoyer que de vouloir établir une comparaison exacte entre la perte de l'azote dans le sol engraisé ou non, et la quantité de cette substance qui est enlevée dans les deux récoltes de fourrage, car il faudrait admettre la possibilité de mesurer les résultats avec une exactitude minutieuse, ce qui, d'après la nature des circonstances, serait évidemment impossible.

Je viens de passer rapidement en revue la relation générale des expériences de Rothamsted, relativement à la fertilité et à l'épuisement des sols. Ceux qui ont pris la peine de suivre les résultats donnés dans nos pages précédentes, n'auront pas manqué de remarquer combien le développement de nos récoltes dépend du stock d'azote emmagasiné dans nos sols; et comme les récoltes et le sol sont, dans d'autres localités, plus ou moins exposés aux mêmes influences climatologiques que les récoltes et le sol de Rothamsted, on en peut conclure fermement que la réussite des unes dépend comme celle des autres des sources de fertilité existant dans le sol.

Je ne donnerai pas ici mon opinion sur les divers procédés que peuvent employer la plante ou le sol pour emprunter l'azote à l'atmosphère; cependant, étant donné toute la valeur de ces moyens, il n'est pas possible de nier que quelques-unes de nos récoltes ont subi une forte réduction par manque d'azote, là même où il restait encore dans le sol un stock très considérable de cette substance.

Il paraîtrait, donc, que nos récoltes, alors qu'elles peuvent tirer de l'atmosphère tout le carbone dont elles ont besoin, dépendent, pour l'azote, beaucoup plus qu'on ne l'avait généralement supposé, de la provision qui en a été accumulée dans le sol, ou qui y a été apportée par les engrais.

Je ne sache pas qu'on ait fait, ailleurs qu'à Rothamsted, des tentatives pour se procurer, avant de les soumettre à l'analyse, des échantillons qui représentent suffisamment le sol. La méthode ordinaire a été de prendre indifféremment une pelletée de terre qu'on a généralement considérée comme une mesure assez exacte pour le but proposé. Pour nous, la manière de prendre un échantillon a toute l'importance d'une

opération et demande autant de soin et d'habileté que celle d'en faire l'analyse.

Quoique nous prenions généralement nos échantillons dans une couche de 9 pouces, il nous arrive parfois de les prendre à chaque 3 pouces de profondeur, et nous avons trouvé que la quantité d'azote subit des différences considérables à mesure que chaque lit de 3 pouces s'éloigne de la surface.

Alors surgit naturellement la question de savoir si le sol de Rothamsted est, comparativement à d'autres sols, riche ou pauvre en azote. Il n'est pas possible d'échapper à tout renseignement sur ce point, mais il faut, en même temps, pour les raisons que j'ai données plus haut, laisser une grande marge à l'erreur naissant de l'ignorance où l'on est de la profondeur à laquelle ont été pris les divers échantillons que je dois comparer.

Le professeur Schmidt, de l'Université de Dorpat, a fait une série d'analyses très soignées des sols noirs si réputés de Russie, qu'on dit être les plus fertiles du monde. Ces sols ont été aussi analysés par le docteur Voelcker, pour le compte de M. Butler Johnstone qui possède un domaine dans la partie de la Russie où ils se trouvent. Il existe une concordance générale entre les deux séries d'analyses; j'ai, cependant, adopté celles du professeur Schmidt, parce qu'il donne la profondeur à laquelle on a pris ses échantillons, et que les lotissages eux-mêmes ont été effectués plus bas dans le sous-sol.

On ne s'est aucunement préoccupé dans ces analyses de déterminer la quantité moyenne d'azote par acre, j'ai donc été laissé à l'alternative ou de fixer le tant pour cent de l'azote contenu dans le sol — ce qui ne constitue aucun fait pour un lecteur non scientifique — ou d'adopter comme base une estimation du poids du sol lui-même.

Ce serait une grande erreur que de supposer que ces sols noirs de Russie partagent en quelque façon le caractère des sols tourbeux de la Grande-Bretagne, dans lesquels la matière minérale fait essentiellement défaut. En Russie, la surface du sol noir, le plus riche en matière végétale, contient aussi 80 pour 100 de matière minérale; ordinairement le sol superficiel renferme 90 pour 100 et le sous-sol de 90 à 97 pour 100 de minéraux.

D'après ces analyses, j'ai estimé que le sol le plus riche de la série pouvait contenir, à 3 pieds de la surface, de 40 000 à 44 000 livres d'azote par acre.

La terre à pâturage de Rothamsted et la terre arable contiennent, à la même profondeur, la première de 10 000 à 11 000 livres, et la seconde de 8 000 à 9 000 livres d'azote à l'acre.

Entre 1 pied 10 pouces et 2 pieds 8 pouces, le sol russe contient plus d'azote que le sol de surface du pâturage de Rothamsted; et de six à sept fois autant qu'il y en a dans le sol de Rothamsted à la profondeur ci-dessus.

Un autre sol russe, qui a été échantillonné à 9 pouces de la surface, donne 10 700 livres d'azote par acre, tandis que les 10 pouces suivants en renferment plus

de 4 000 livres; mais, au-dessous de cette profondeur, la quantité d'azote n'est pas supérieure à celle qu'on trouve à la partie correspondante dans le sol de Rothamsted.

Une analyse constate qu'on rencontre la craie blanche à 14 pieds de la superficie; une autre, relative à de la terre arable, montre que l'azote à la surface du sol n'est pas plus abondant que dans la terre arable de Rothamsted. Le fait est-il dû à l'épuisement causé par les récoltes, ou à l'infériorité naturelle dans la fertilité du sol, on ne saurait rien affirmer à cet égard en l'absence de toute preuve. Ce que je puis mentionner, c'est que tous les échantillons des sols russes analysés par le docteur Voelcker sont excessivement riches en azote.

Le docteur Voelcker a publié dans le *Journal de la Royal Agricultural Society* de 1868, quelques analyses de sols pris dans la terre arable d'une ferme située aux environs de Leighton Buzzard. La moyenne des analyses des deux échantillons différents de sol a donné la proportion de 8 428 livres d'azote à l'acre dans les premiers 18 pouces à partir de la surface; ce serait environ par acre 3 000 livres de plus d'azote que dans la terre arable de Rothamsted, à la même profondeur. Les agriculteurs qui connaissent les deux districts admettront facilement que les sols des environs de Leighton Buzzard sont plus fertiles que ceux du district dans lequel je vis.

En 1858, le docteur Voelcker analysa des échantillons de quatre sols de prairie de l'État d'Illinois, apportés par M. Caird, qui m'a affirmé qu'ils représentaient parfaitement le caractère du terrain à la profondeur de 1 pied au-dessous de la surface. A cette profondeur, ils contenaient probablement de 7 000 à 10 000 livres d'azote par acre.

Personne n'a consacré autant d'années à l'étude des sols que M. Boussingault et je terminerai cette partie de mon sujet en rapportant quelques analyses de ce savant.

Sa ferme est située à Bechelbronn, en Alsace, et il donne l'analyse du sol d'un champ de blé en faisant partie, qui offre un caractère tout à fait semblable à celui du sol de mon district. Il est également assez remarquable que le même assolement quinquennaire ait été adopté en Alsace comme dans l'Hertfordshire, avec la seule différence que les trois récoltes de céréales en comprennent deux de froment et une d'avoine, tandis que, dans l'Hertfordshire, l'orge remplace la seconde récolte de froment.

Boussingault donne les proportions suivantes d'azote par acre, dans les divers sols qu'il a recueillis dans les différentes parties du monde, et son calcul est basé sur une profondeur de 17 pouces à partir de la surface : — Argentan, pâturage riche, 25 650 livres; Santarem, plantation de cocotiers, 32 450 livres; Rio Cupari, terre végétale tourbeuse riche, 31 250 livres; Rio Madeira, champs de cannes à sucre, 5 500 livres par acre.

Aux premiers jours de nos expériences, certains agriculteurs pensaient que le produit continu de 14 à 16 boisseaux de froment par acre, sur une terre sans engrais, était dû à une fertilité inaccoutumée dont jouissait le sol de Rothamsted. Cependant, la démonstration que j'ai faite, loin de venir à l'appui de cette opinion, montre simple-

ment combien on savait alors peu de chose sur la capacité d'un sol ordinaire pour la production continue de récoltes sans aucun engrais.

Pour résumer cette partie de mon sujet, je dirai que sur la terre qui a fourni des récoltes continues sans aucun engrais, le trèfle, les fèves et les racines qui passent généralement pour restaurer la fertilité d'un sol épuisé par la culture des céréales, ont donné des récoltes déclinant plus rapidement que celles des graines céréales; qu'une large distribution d'engrais minéraux n'a pas empêché leur déclin, alors qu'elle a considérablement accru le produit de quelques autres des récoltes; que sur un assolement quadriennal privé d'engrais, où tout le produit est enlevé, les deux récoltes de grains, venues dans l'assolement, n'ont pas fourni un produit supérieur à celui des récoltes de grains obtenues pendant la même période sur une terre restée continuellement sans engrais; que, dans un assolement où l'on a employé le superphosphate minéral de chaux, la récolte de racines a été largement augmentée, et que le produit a enlevé au sol plus d'azote que dans l'assolement resté sans engrais; mais, quoique dans les deux cas il y ait abaissement de production, la preuve, jusqu'à ce jour, ne montre pas d'une manière suffisante dans laquelle des deux expériences cet abaissement procède avec le plus de rapidité. Enfin, j'ajouterai que le caractère général des analyses des sols qui ont été faites à différentes époques, tend à confirmer les conclusions que je viens d'émettre et à constater un déclin dans le stock de l'azote.

Les expériences sur le pâturage diffèrent de celles qui portent sur la terre arable par les particularités suivantes d'une grande importance: — Le produit fourrager a beaucoup augmenté à la suite d'une large distribution d'engrais minéraux, et la quantité d'azote enlevée a été considérable; mais, après vingt-cinq ans, rien n'a prouvé qu'il y eût le moindre abaissement dans le produit.

Il est vrai que l'azote, dans le sol superficiel de la terre à pâturage, accuse un déclin considérable, mais, cela excepté, rien ne prouve absolument que l'atmosphère n'a pas été la source de l'azote passé dans le produit.

Grande-Bretagne.

Lorsqu'on vient à appliquer les résultats donnés dans les pages précédentes à l'agriculture générale de la Grande-Bretagne, on est forcé de conclure que, dans la plupart des cas, l'agriculture rémunératrice entraîne un épuisement lent mais continu du sol.

Dans les premières phases de notre agriculture, on ne cultivait que les sols fertiles; peu ou point du produit retournait à la terre comme engrais et de longues périodes de repos intervenaient entre une série de récoltes de céréales et une autre.

Avec l'accroissement de la population, la terre acquit plus de valeur, et la fortune croissante du pays permit au peuple de consommer une plus grande quantité de nour-

riture animale; les périodes de repos furent abrégées, et l'on introduisit la pratique des récoltes sans culture telles que racines et trèfle.

La production de la viande rendit à la terre une très large proportion des constituants du sol compris dans la nourriture consommée par les animaux, et, par suite de cette restitution de fertilité, le sol éprouva moins d'épuisement.

Certains districts de la Grande-Bretagne comprennent des sols si légers qu'ils ne contiennent, à leur état originel, qu'un très faible stock de fertilité naturelle, et que leurs récoltes dépendent surtout de ce que le cultivateur leur donne à ses dépens. Il est aussi certains sols forts qui sont affermés à des prix très élevés; mais, tenant compte même de ces exceptions, on peut dire, relativement au système d'agriculture usité dans ce pays, que le fermier paye au propriétaire une rente pour avoir le droit d'enlever au sol, sans restitution, une certaine partie de la fertilité qu'il possède.

Les diverses restrictions introduites dans les baux, conventions et coutumes, ont été évidemment imaginées dans le but de limiter, autant que possible, l'enlèvement de ce stock de fertilité; mais, vu l'ignorance complète qui prévaut par rapport aux substances dont on fait usage, les restrictions se bornent à interdire uniquement les récoltes qui semblent, d'après l'expérience, épuiser plus spécialement le sol.

Si, comme j'ai essayé de le prouver, l'azote qui est dans nos sols est l'une des sources principales de leur fertilité, surgit la question de savoir — comment expliquer les bénéfices des diverses opérations agricoles, telles que le drainage, les jachères, le chaulage et tous les genres de culture, autrement que par le fait que ce sont là plusieurs moyens de dégager et d'utiliser le stock d'azote contenu dans le sol?

La plupart de ces opérations passent pour accroître le fonds de fertilité, et il tombe sous la plus simple observation qu'elles augmentent le *produit* de la terre, mais c'est aux dépens de ce fonds; il serait donc plus exact de considérer ces opérations comme des procédés mettant à profit les éléments existants et inactifs qui se trouvent dans le sol.

On peut ainsi comparer d'une certaine façon la fertilité du sol au charbon d'une mine; les deux n'ont de valeur que lorsqu'on les exploite utilement et l'on ne peut atteindre cet objet sans une diminution du stock primitif. La réduction de ce stock est même d'autant plus essentielle pour la culture profitable de la plupart des sols, qu'en supposant l'existence d'une argile forte qui ne recevrait aucun des éléments nourriciers des plantes, il est fort douteux que sa culture arable produisît du bénéfice.

La fertilité naturelle existant dans le sol est moins chère que la fertilité empruntée ou achetée; et il serait, en réalité, plus avantageux de payer une rente pour un terrain fertile et fort que d'en affermer un fort et stérile sans payer de redevance.

Lorsqu'un fermier augmente ses récoltes au moyen d'engrais achetés tels que la suie, ou le nitrate de soude, il évalue le profit de son opération d'après l'accroissement de la récolte seule. Si sa terre a produit une récolte de blé valant 200 francs sans achat d'engrais, et qu'avec une dépense de 25 francs sa valeur ait monté à

250 francs, il considère l'opération comme lui donnant un profit de 25 francs, parce que toutes les dépenses ordinaires qui se rattachent au développement de la récolte sont portées sur le compte du produit dérivé de la fertilité naturelle du sol.

Dans le district où je vis, la culture de la terre est basée sur un assolement quinquennal, et les récoltes obtenues qui soldent le fermage, coûteraient à produire au moyen d'engrais artificiels achetés une somme supérieure à celle que le fermier paye pour elles dans sa rente; ou, en d'autres termes, relativement à la production de la récolte, le propriétaire vend la fertilité de son sol à meilleur marché que ne pourrait la fournir le fabricant d'engrais.

L'emploi d'un engrais quelconque est universel dans ce pays, et si cet engrais consiste en matières provenant des récoltes qui ont poussé sur la ferme, il retarde l'épuisement du sol et réduit son importance. On importe aussi et on emploie comme engrais de grandes quantités de produits servant à la nourriture des bestiaux, mais pour si considérable que paraisse l'importation de ces engrais, il est reconnu que leur consommation est limitée à une surface comparativement restreinte, et qu'ils n'ont en somme que très peu d'influence sur la fertilité générale du pays. Pour preuve de ce fait, je dis que l'addition d'une livre d'azote seulement par acre aux 31,000,000 d'acres de terre cultivée dans la Grande-Bretagne, exigerait l'importation d'environ 500 000 tonnes de grains et de tourteaux, quantité que n'atteint pas la consommation du pays. Même si le capital venait à affluer au point de faire généralement adopter un système de fermage élevé, on ne pourrait acheter qu'à un prix qui en prohiberait l'usage, la quantité de fertilité nécessaire pour couvrir les nouvelles exigences.

Notre démonstration relative à la fertilité et à l'épuisement permet de comprendre un peu plus clairement la différence qui existe entre la fertilité faisant partie du sol et celle qui est apportée sur la terre par le capital ou par le fermier.

Il reste, néanmoins, à ceux qui sont appelés à décider ces questions, la tâche très difficile de déterminer ce que le sol retient de la fertilité importée, et sa valeur pour les récoltes futures.

En présence de la concurrence croissante avec l'agriculture du monde, il n'est plus possible de lier les mains du fermier ou de paralyser ses efforts par les règlements restrictifs d'un âge passé, et il serait certainement désirable, en attendant une législation obligatoire sur ce sujet, que les intérêts du propriétaire et du fermier fussent plus clairement définis.

Si, au commencement de l'occupation, le propriétaire et le fermier pouvaient s'entendre amiablement pour fixer la quantité de fertilité à laquelle donne droit la rente, la tâche de l'arbitre ou du juge, appelé à trancher les différends, deviendrait beaucoup plus facile.

Etats-Unis.

On entend dire quelquefois par des enthousiastes, qu'une application libérale du capital au sol de la Grande-Bretagne nous permettrait de cultiver tout le blé nécessaire pour nourrir notre population; il n'en est pas moins incontestable que la production à bon marché des récoltes de grains, donne au fermier des Etats-Unis des avantages qui ne doivent être ni méconnus, ni dédaignés.

En premier lieu, et c'est un point très important, le fermier aux Etats-Unis est ordinairement bien élevé et intelligent, il est à la fois propriétaire et occupant du sol, et fait lui-même autant que possible le travail de sa ferme, employant pour cela les meilleures machines économes de la main-d'œuvre; il supporte une taxe légère, jouit de moyens de transport bon marché, et est, par-dessus tout, en possession d'une étendue presque illimitée de fertilité vierge. Toutes ces circonstances combinées réduisent presque au minimum le coût de la culture du blé, et le résultat lui permet de livrer sa récolte aux portes du propriétaire foncier de certaines parties de la Grande-Bretagne, à meilleur marché que celui-ci pourrait se la procurer des champs avoisinants. En un mot, elles lui confèrent le privilège de régler le prix des grains dans le monde entier.

Lorsque je constatais, dans mes remarques sur l'agriculture de la Grande-Bretagne, que le système de culture, à quelques exceptions comparativement rares, était basé sur l'épuisement du sol, j'ajoutais que cet épuisement est considérablement amoindri par la production de la viande et par l'emploi de l'engrais.

Je me propose maintenant, à l'appui de mon argument, de considérer l'agriculture des Etats-Unis se pratiquant sans retour d'aucune partie du produit à la terre sous forme d'engrais, bien que je sois parfaitement certain qu'un tel système ne prévaut que dans certains districts des Etats. Tout ce qui touche aux questions relatives à l'action des engrais et à l'épuisement excite le plus vif intérêt, et ce qui le prouve, c'est la grande place consacrée à ces sujets dans les nombreux journaux d'agriculture, et dans les rapports des diverses stations expérimentales. Je puis ajouter que l'activité de ces recherches qui constituent la science agricole, contraste fortement avec l'indifférence comparative qu'on a pour ces questions importantes dans ce pays.

Le fermier anglais n'a pas à craindre la concurrence du blé produit aux Etats-Unis au moyen d'une fertilité achetée d'engrais formés sur la ferme; le danger vient pour lui de ces énormes réserves de fertilité intacte qui constituent la richesse capitale des Etats-Unis; et cette fertilité, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, est infiniment moins chère que toute celle qui dérive de sources artificielles ou importées.

Dans le tableau ci-dessous que j'ai dressé, il y a quelques années, d'après les rapports du département de l'agriculture à Washington, on verra l'étendue de terre qui a porté diverses récoltes dans une moyenne de dix ans, c'est-à-dire de 1865 à 1875. L'accroissement des terrains mis en culture depuis cette époque a été si considérable

qu'en 1880, on comptait en plus 31 000 000 acres (12 544 770 hectares) de blé et de maïs seuls.

Le tableau donne le nombre d'acres (0,40467 hectare), en millions et parties de million, des récoltes obtenues en moyenne aux Etats-Unis, dans la période susdite de dix ans, ainsi que le produit par acre, et le nombre d'acres pour cent des diverses récoltes :

	ACRES EN MILLIONS et parties de million.	RENDEMENT EN BOISSEaux par acre.	NOMBRE D'ACRES pour 100 des récoltes.
Maïs	37.21	26	40.4
Blé.....	20.50	12	22.1
Seigle.....	1.31	13 1/2	1.44
Avoine.....	9.75	28	10.5
Orge.....	1.15	22 3/4	1.25
Sarrasin.....	0.72	18 1/3	0.78
Pommes de terre.....	1.25	93 1/2	1.36
Foin.....	20.35	1 1/4 tonne	23.1
	92.24		100

On voit, d'après ce tableau, que les récoltes de céréales n'étaient produites que sur les trois quarts au plus du sol arable aux Etats-Unis. Dans la Grande-Bretagne, sur une étendue égale, 46 pour 100 de la terre porte des récoltes de graines, et quoique je n'aie pas de statistique des produits dans ce pays, je suis porté à croire que, sur une surface égale pour cent de terre arable, on obtient plus de blé aux Etats-Unis que dans la Grande-Bretagne ; c'est-à-dire que 76 acres consacrés aux récoltes de grains en Amérique produisent plus de boisseaux de grain que les 46 acres employés de même en Angleterre.

Le pouvoir supérieur que possèdent les graminées, comparativement aux autres plantes, de tirer de la nourriture d'un sol non engraisé — ce qui est démontré très clairement dans les expériences de Rothamsted — se trouve confirmé par le caractère des récoltes aux Etats-Unis où 2 pour 100 au plus du sol en culture sont occupés par des récoltes qui appartiennent entièrement à d'autres genres ; de plus il est probable que dans la récolte de fourrage qui comprend une grande variété de diverses espèces, l'herbage graminé prédomine largement, car le *phleum pratense* ou Timothée, ainsi appelé du nom de celui qui l'importa d'Amérique en Angleterre vers 1780, est cité comme le foin qui se vend généralement dans les divers marchés.

Quant à la quantité d'azote enlevée chaque année au sol des Etats, supposé qu'on ne restitue aucune partie du produit, je suis porté à croire qu'elle doit s'élever annuel-

lement par acre à 30 livres environ et peut-être plus; les récoltes produites, bien entendu, n'excédant pas les chiffres donnés dans le tableau. Toutefois, je tiens pour certain que les sols nouvellement mis en culture donneront pendant un temps considérable de plus abondantes récoltes que les premiers.

L'idée que la fertilité de ces sols doit être épuisée en peu de temps et que les récoltes de grains ne pourront être obtenues au prix actuel, est complètement illusoire.

Le stock d'azote emmagasiné dans les immenses étendues de sol aux Etats-Unis est capable de produire très longtemps des récoltes égales à celles du tableau, et même lorsqu'elles commenceront à baisser, l'azote restant sera suffisant encore pour permettre un nouveau développement de fertilité par l'emploi d'engrais minéraux bon marché, tels que le plâtre ou le phosphate de chaux. Dans tous les cas, on ne voit pas la nécessité de recourir, pendant deux ou trois générations futures, à l'usage d'une substance aussi coûteuse que l'azote.

Avant cette époque, le fermier des Etats-Unis connaîtra si bien l'action des engrais, que le profit ou la perte consécutives de leur application ne sera plus une question de chance, mais seulement une conséquence de saisons favorables ou défavorables; conséquences à laquelle il est impossible de se soustraire.

Inde.

L'agriculture se trouve dans l'Inde et aux Etats-Unis dans des conditions qui diffèrent si complètement de celle des autres pays, qu'il est difficile de s'en faire une idée.

Tout nouvel émigrant qui débarque aux Etats-Unis, vaut autant qu'un capital ajouté à la fortune de la contrée. L'étendue moyenne de la ferme tenue par chaque personne comprend, suivant le recensement de 1870, environ 153 acres (61,9145 hectares), dont la moitié est encore inculte. Quoique disposant d'une si vaste surface, le fermier des Etats-Unis n'hésite pas à laisser sa ferme et à chercher un nouveau domicile, s'il croit, en agissant ainsi, pouvoir trouver une meilleure condition.

Dans l'Inde, l'Indou croît et multiplie sur le lieu même où il est né, et s'efforce en apparence, insouciant de toutes les lois économiques, de résoudre le problème, dont se préoccupent souvent les économistes politiques, de l'accroissement des ressources alimentaires en rapport avec celui de la population.

Voici comment s'exprime M. Hunter dans la conférence qu'il a faite à Edimbourg et qui a été depuis publiée sous le titre de *OEuvre de l'Angleterre dans l'Inde*. « On trouve 24 millions d'êtres humains luttant pour vivre avec le produit de 15 millions d'acres, c'est-à-dire d'un demi-acre environ par tête » L'étendue de l'Inde est si vaste, et les moyens de communication y sont si limités que la surabondance existe dans certains districts, tandis que dans d'autres le peuple est exposé à mourir de faim. D'après M. Hunter, la moyenne de la population, dans toute l'Inde Anglaise, est de

212 personnes par mille carré (258,99 hectares), et si l'on déduit les provinces comparativement nouvelles et éloignées du Burmah anglais et d'Assam, elle est de 243 personnes pour la même surface.

Aux Etats-Unis il n'y aurait que neuf personnes par mille carré. Toutefois, bien que la méthode qui consiste à comparer la population de divers pays avec la superficie relative soit très utile dans les questions de statistique, elle peut facilement induire en erreur lorsqu'on l'emploie pour montrer les capacités d'un sol à nourrir ses habitants. Si l'on appliquait, par exemple, à l'agriculture de la Grande-Bretagne les conditions dans lesquelles se pratique nécessairement celle de l'Inde, c'est-à-dire si l'on estimait la quantité des produits du sol — en dehors de toutes les sources étrangères de nourriture et de fertilité — nécessaire pour nourrir, habiller et fournir de combustible chaque habitant, il faudrait beaucoup modifier les idées actuelles sur le sujet.

Les membres de la Commission de la Famine Indienne disent « qu'il existe dans l'Inde des parties considérables dans lesquelles la population est si dense que les moyens de subsistance s'en ressentent fortement; et qu'un accroissement d'individus n'y pourrait trouver place qu'à la condition d'améliorer le système d'agriculture de manière à obtenir un plus grand produit par acre. »

La dernière famine a, dit-on, réduit la population de l'Inde de 5 500 000 âmes. On comprend facilement que, dans une contrée où la lutte pour l'existence devient chaque année plus difficile, la disparition d'une certaine partie de la population devienne une source d'augmentation de fortune pour ceux qui restent; et cependant les commissaires rapportent une dépêche du secrétaire de l'Etat, datée du 28 février 1880, dans laquelle il est dit « que les faits témoignent des efforts remarquables que font les classes agricoles pour surmonter et réparer l'effet des saisons défavorables. »

On ne peut pas lire le rapport de la Commission de la Famine sans être convaincu que tous les efforts ont été faits, et qu'aucune dépense n'a été épargnée pour amoindrir les effets de la famine; encore n'est-il pas douteux que la population ne soit en excès sur la capacité nourricière du sol et que, dans certaines limites, la disparition d'un certain nombre d'individus ne doive ajouter au bien-être des restants. Le rétablissement après les effets de la famine aurait donc été moins rapide si la perte des 5 500 000 personnes avait été évitée.

Les conclusions que j'ai tirées des expériences de Rothamsted, concernant la fertilité et l'épuisement des sols, ne tendent pas à diminuer les difficultés qu'ont à surmonter nos gouvernants pour subvenir aux besoins de la population croissante de l'Inde.

Dans la Grande-Bretagne, quoiqu'un sol fertile ait une valeur agricole plus grande qu'un sol de fertilité moindre, encore est-il que la valeur relative n'est pas proportionnelle aux différentes quantités de fertilité que les deux sols peuvent respectivement fournir aux récoltes. La fertilité tirée de toutes les parties du monde, aussi bien que l'avantage que possèdent les terres légères sur les terres fortes de coûter moins à

cultiver et de produire de la viande, contribue à diminuer la différence qui existerait autrement.

Dans l'Inde, on ne peut profiter d'aucune source étrangère de fertilité, et la viande est une nourriture trop coûteuse pour être consommée par les cultivateurs du sol. On dit que les forêts sont en voie de disparaître, que les pâturages sont détruits, que le combustible en usage est la bouse de vache, et que la vaste étendue des terres d'où proviennent, en grande partie, les éléments fertilisants qui aident à maintenir la fécondité du sol, continuellement ensemencé en céréales, va chaque année en diminuant. On est donc en présence de ce fait que le fermier indien doit obtenir sa nourriture, ses vêtements, son combustible, en dehors du sol qu'il cultive, et payer en plus la taxe au gouvernement, et qu'en outre la fertilité qui produit ses récoltes vient uniquement du sol, sans aucune aide de sources extérieures.

La taxe est fixée sur la valeur estimée des récoltes que peut produire la terre, et l'on pourrait en déduire que la fertilité d'un sol est la mesure réelle de sa valeur.

Voici comment s'expriment les Commissaires sur ce sujet : « Dans le Bombay la taxe est fixée d'après un système très ingénieux et très compliqué. La terre est divisée en parcelles de 5 à 40 acres chacune qui sont taxées séparément. Les sols sont classés d'après un système uniforme, suivant leur profondeur et leurs défauts, tels que inclinaison de la surface, danger d'inondation, mélanges de sable, d'argile ou de gravier dans la terre, circonstances qui sont toutes des sources de détérioration. Le champ reconnu comme ayant la valeur maximum est un sol noir à niveau, d'une profondeur supérieure à 1 3/4 cubits : c'est là l'étalon, évalué à 16 annas (2 fr. 40). Tout défaut et toute diminution en profondeur d'un quart de cubit réduit la taxe de un ou deux annas, c'est-à-dire de un ou plusieurs seizièmes.

Un cubit Indou vaut, je crois, 0^m,6350, le sol noir doit donc descendre, pour avoir la valeur maximum, plus bas que 1^m,117. A Rothamsted, nos échantillons ordinaires de sol sont généralement pris à la profondeur de 0^m,2286 successifs, quoiqu'ils l'aient été dans quelques cas à 0^m,0762, mais l'impositeur indien mesure la fertilité dans une proportion encore inférieure à notre plus faible détermination, car un seizième de 1^m,117 est très peu au-dessus de 0^m,0635.

J'ai fait observer, à propos des sols russes, que dans un cas où le sol noir descendait jusqu'à la profondeur de 0^m,914 à 1^m,219, l'azote se trouvait aussi haut dans le sous-sol qu'il l'est dans la couche superficielle de mon pâturage; tandis que dans d'autres cas où le sol noir ne descendait pas aussi bas, le sous-sol n'était pas très différent de celui de Rothamsted.

En supposant que le sol estimé le plus haut à Bombay ait la composition du sol noir le plus riche de Russie, le nombre de livres d'azote dans les quarter-cubits inférieurs s'élèverait environ à 1,600 livres, tandis que si l'on prend la même éten-

due dans les districts où le sol noir n'est pas aussi profond, ou sur le sol de Rothamsted, la quantité d'azote serait beaucoup moindre.

Avec une ignorance absolue de toute science et avec le simple secours de l'expérience tirée du développement des récoltes, nous obtenons ici l'estimation de la valeur propre à toute portion de sol de 0^m,0635 jusqu'à la profondeur de près de 1^m,21 à partir de la surface. Ceux qui sont portés à tourner en ridicule l'idée d'estimer la fertilité du sol par son stock d'azote verront combien la valeur d'une telle estimation est confirmée par ces résultats. Nous ne possédons pas, il est vrai, d'analyses de ces sols noirs Indiens, mais, pour les sols noirs de Russie, nous avons non seulement la preuve de leur fertilité, mais aussi du stock énorme d'azote qu'ils contiennent, et encore du fait que la richesse de l'azote est limitée à la profondeur du sol noir. Le sol de Bombay est réputé pour sa fertilité; qui, donc, peut douter qu'il n'ait été et qu'il ne soit encore très riche en azote?

Quant à la quantité d'épuisement que subissent chaque année ces sols Indiens, il n'est pas facile de la déterminer même approximativement. Suivant M. Hunter « la terre à blé qui, dans les provinces Nord-Ouest, ne rend maintenant que 840 livres à l'acre, produisait 1 140 livres au temps d'Akbar et pourrait en donner 1 800 dans l'East-Norfolk. » « Tout le monde sait » dit-il « qu'un fermage strictement scientifique triple le produit et qu'on peut faire rendre à un champ qui ne donne, sans engrais, que 730 livres de blé, 2 342 livres avec de l'engrais; » il cite, en outre, l'opinion du dernier Secrétaire du Gouvernement de l'Inde pour le département de l'agriculture, « qu'avec un engrais et un labourage convenables, chaque acre de terre de cette contrée pourrait donner largement, 30, 50 ou 70 pour 100 en plus des diverses récoltes qu'il fournit présentement, et cela avec augmentation correspondante de bénéfices nets. »

J'ai lu la conférence de M. Hunter avec beaucoup de plaisir, mais il me pardonnera de lui dire que s'il eût été un peu plus familiarisé avec l'agriculture, il n'eût pas établi une comparaison entre la culture de la terre telle qu'elle est pratiquée dans l'Inde, et celle qu'on suit dans l'East-Norfolk. La possibilité de faire venir des récoltes de blé avec profit dans le sol sablonneux de l'East-Norfolk est due à ce fait qu'une grande partie du stock reste dans ce district où le fermier le vend facilement à un prix élevé, et aussi aux facilités que l'on a de se procurer les sources étrangères de fertilité qu'on achète sous la forme d'engrais et de tourteaux, etc. — Privé de ces avantages, le fermier du Norfolk se trouverait dans une position plus désespérée que l'Indou.

M. Hunter éprouve quelque hésitation à adopter la déclaration du dernier Secrétaire du Gouvernement au département de l'agriculture que j'ai citée plus haut, mais il croit que « sans se lancer dans le fermage scientifique il est possible d'accroître sûrement les ressources alimentaires de l'Indien de 1 1/2 pour 100 par an » et si-

gnale, entre autres considérations, quatre moyens principaux d'augmenter le produit du sol. « L'un des obstacles » dit-il « à l'amélioration de la culture est le manque d'engrais; s'il y avait plus de stock on aurait plus d'engrais. »

Quoique le stock produise nécessairement de l'engrais, il ne s'ensuit nullement que, dans la condition particulière de l'agriculture indienne, l'accroissement du stock augmentât les ressources alimentaires de l'homme. Si l'Indou disposait, en sus de ses terres à céréales, d'une étendue considérable de terrains incultes où les animaux pourraient chaque jour trouver des moyens de subsistance, qui leur permettraient de fournir du lait et de l'engrais, l'avantage serait évident; mais dans des régions où la bouse de vache est employée comme combustible, où chaque personne doit vivre d'un acre de terre — étendue comprenant des marais et des parties stériles — et dans d'autres districts où l'individu ne dispose que de la moitié d'un acre, il est probablement nécessaire de consacrer chaque pouce de terrain à la production de nourriture pour la famille; l'application du stock à la consommation de toutes les parties d'un approvisionnement très limité aboutirait à l'alternative d'une existence misérable ou de l' inanition.

D'après un tableau donné dans le rapport de la Famine Commission, il paraîtrait qu'il y a neuf dixièmes environ d'un acre en récoltes alimentaires pour chaque tête de la population, et que l'autre dixième est consacré à d'autres produits, tels qu'indigo, coton, chanvre, tabac, etc. La terre donne 10 boisseaux environ (3 hectolitres 63) de céréales par acre (40 ares), principalement du millet ou du riz, dont on consomme 8 boisseaux; on emploie trois quarts de boisseau pour semence, et une quantité un peu moindre pour la nourriture du bétail, le déchet est de 31 livres et on vend un peu plus de 1 boisseau. La valeur du plus haut produit est inférieure à 100 francs par acre, sur lesquels 2 fr. 50 par acre reviennent comme taxe au Gouvernement.

Quant à l'épuisement des sols Indiens, il est à peu près certain que la fertilité va en diminuant, et que cet épuisement suit une marche progressive en raison de l'augmentation de la population et vu la mise en culture des terrains incultes qu'on défriche de plus en plus. Quoique une bonne irrigation offre les moyens de mettre en action les ressources du sol, il ne faut pas oublier que l'eau, à moins qu'elle ne contienne les éléments de fertilité, dissous ou en suspension, tend à diminuer plutôt qu'à augmenter la fertilité contenue dans la terre.

Il est vrai, sans contredit, que là où 1 000 livres de grains sont récoltées sur un acre de terre, alors que cette masse de produits est consommée sur place par le cultivateur, l'engrais provenant tant du grain que de la paille doit en grande partie revenir au sol, et que, supposé même l'absence d'engrais étrangers dérivés des terrains incultes, il doit réduire d'autant l'épuisement du sol de façon à rendre à peine sensible la diminution de la récolte sur des sols modérément fertiles, à moins de considérer de très longues périodes de temps. Encore doit-il y avoir épuisement de l'azote dans le sol, alors surtout que nous savons que non seulement la fiente est em-

ployée comme combustible, mais que l'on fabrique encore le salpêtre avec les eaux-vannes des habitations.

Il paraît que le cultivateur Indien connaît l'art d'extraire de ses terres la plus grande quantité de produits possible, et que le fermier du Norfolk, pas plus que l'agriculteur scientifique, ne peut l'aider à produire de meilleurs résultats. Toutefois, si l'Indou pouvait comprendre qu'en demandant chaque année de plus en plus à la terre, le produit du sol, s'il n'est pas en décroissance, n'est pas certainement en croissance, il aurait appris une importante vérité qui intéresse matériellement son bien-être.

Irlande.

Lorsque l'Irlande souffre d'un déficit de nourriture ou de la famine, on peut en attribuer la cause à l'action du climat, et c'est une cause semblable qui produit le même effet dans l'Inde. Dans chacune de ces contrées les caractéristiques particulières du climat sont occasionnellement poussées à l'extrême; la chaleur excessive et la sécheresse produisent la famine dans l'Inde, tandis qu'une trop grande humidité combinée avec l'absence du soleil produit la disette et la famine en Irlande.

Dans la Grande-Bretagne, aux États-Unis et dans l'Inde, les céréales constituent le fonds de la nourriture de la population, tandis qu'en Irlande ce sont les pommes de terre qui en sont l'article principal.

La pomme de terre, quoiqu'elle possède en commun avec la graine des céréales la propriété de produire de grandes quantités d'amidon, diffère de celle-ci en plusieurs points importants; elle appartient à un ordre botanique différent de plantes, l'amidon s'y trouve surtout emmagasiné dans ses tubercules au lieu d'être dans la graine, son développement demande tout l'été et sa maturité arrive en automne, longtemps après la moisson des céréales ordinaires. La pomme de terre peut ainsi tirer sa nourriture du sol à une époque de l'année où se produisent le plus abondamment les éléments de quelques engrais très importants. La seule céréale qu'on puisse lui comparer est le maïs qui n'atteint aussi son complet développement qu'en automne, et c'est probablement une des raisons pour lesquelles la production du maïs aux États-Unis est beaucoup plus élevée que celle des autres récoltes céréales.

La pomme de terre possède, en outre, la propriété de convertir en nourriture humaine une plus grande portion des éléments fécondants du sol, à un plus haut degré qu'aucune récolte de graines céréales; par exemple, pour chaque boisseau de blé on a environ 100 livres de paille, tandis que la fane de la pomme de terre devient en séchant si légère, que le plus souvent, dans nos expériences, nous ne voyons pas l'utilité d'en déterminer le poids. Ces propriétés, lorsqu'elles se combinent avec un climat convenable, permettent au cultivateur de produire, sur une étendue donnée de terrain, une plus grande quantité de nourriture humaine avec la pomme de terre qu'avec toute autre récolte de graines céréales.

En regard de ces avantages, la pomme de terre, d'autre part, a le terrible désavantage d'être sujette à la maladie qui cause des ravages inconnus pour les céréales.

Depuis 1848, on a recueilli, en Irlande, des statistiques qui fournissent non seulement la nomenclature des diverses récoltes par acre, mais encore le rendement moyen de chacune d'elles.

Il sera intéressant d'examiner ces statistiques dans le but de vérifier si elles montrent dans le rendement quelque différence qu'on puisse attribuer à une décroissance dans la fertilité du sol. Les statistiques qui n'ont de valeur que depuis 1849, comprennent une période de trente-deux ans; mais comme les chiffres pour 1880 ne sont pas encore publiés et que les récoltes favorables de cette année compenseront en partie les mauvaises de 1879, j'ai pensé qu'il était préférable d'exclure 1879 du tableau et de prendre les deux périodes de quinze ans, commençant en 1849 et finissant en 1878. Les récoltes que j'ai choisies pour l'examen sont les avoines, les pommes de terre et le lin; on trouvera les résultats dans le tableau suivant.

Tableau montrant la superficie en acres, et le produit moyen par acre des avoines, pommes de terre et lin, pour une moyenne de deux périodes de quinze ans.

	AVOINE.		POMMES DE TERRE.		LIN.	
	SUPERFICIE en acres.	PRODUIT moyen.	SUPERFICIE en acres.	PRODUIT moyen.	SUPERFICIE en acres.	PRODUIT moyen.
Moyenne : 1859-63.	2 058 544	Quintaux (1). 12,96	1 011 214	Tonnes (2). 4,15	128 309	Stones (3). 33.01
1864-79.	1 605 867	12,74	974 372	3,32	178 981	25.87
Réduction p. 100 pendant la seconde période. . .	22	1,5	3,6	20	+ 39,5	21.6

(1) Le quintal = 50,802 kilog.
 (2) La tonne = 1 015,649 kilog.
 (3) Le stone = 6,35030 kilog.

Pour les avoines, il y a eu dans la surface cultivée une diminution toujours continue dans chaque période de cinq ans depuis le commencement, tandis que le produit moyen des quinze dernières années n'est inférieur que de 1 1/2 pour 100 à celui de la première période. Pour les pommes de terre la superficie cultivée n'est que légèrement réduite dans la seconde période, et pourtant le rendement de la récolte a subi un abaissement qui monte à 20 pour 100 dans les quinze dernières années.

Pour le lin la surface cultivée a été sujette à des changements remarquables.

Cette culture commence en 1849 sur 60 314 acres, elle s'agrandit, avec quelques légères interruptions, et arrive à dépasser 300 000 acres en 1864, mais à partir de cette époque elle décline constamment; néanmoins, la dernière moitié des trente années accuse une augmentation de surface cultivée de 39 1/2 pour 100 sur la première moitié. La décroissance du produit du lin pour la seconde période est tout à fait semblable à celle de la récolte des pommes de terre, montant à 21 1/2 pour 100.

Sur les trois récoltes deux se rattachent à un amoindrissement de la surface cultivée pendant la dernière période, alors que toutes les trois accusent une diminution de rendement par acre; l'abaissement est très léger pour les avoines, mais il est très considérable pour les pommes de terre et le lin. Admettant que la décroissance est due à l'épuisement du sol, on devait s'attendre à la voir plus marquée dans les récoltes des pommes de terre et du lin, car, ainsi que je l'ai déjà signalé, les céréales possèdent à un plus haut degré, comparativement aux autres récoltes, la propriété d'extraire de la nourriture d'un sol appauvri. L'abaissement dans le produit de la pomme de terre est accompagné de la réduction de la surface en culture; on ne peut donc pas dire qu'en raison de l'accroissement de la population ou d'autres causes, le cultivateur a été obligé d'étendre ses opérations à d'autres sols possédant un degré inférieur de fertilité; cet abaissement ne peut être attribué qu'à deux causes, savoir: à des raisons défavorables ou à l'épuisement du sol.

L'influence de la température sur le produit du sol est un des problèmes les plus compliqués avec lesquels on doit compter: quant aux saisons, chacune d'elles comparée à une autre a son caractère propre et particulier, qui est plus ou moins propice aux différentes récoltes.

En Angleterre, l'année 1880 a été extrêmement défavorable à la récolte du blé, en même temps qu'elle a été excellente pour l'orge et les racines. Si l'on n'avait à s'occuper exclusivement que de la récolte du blé, en ce qui concerne l'Angleterre, on reconnaîtrait sans aucun doute qu'un grand nombre de saisons mauvaises ont eu lieu pendant la dernière période de quinze ans; mais, en Irlande, la récolte du blé, bien qu'elle ait décliné pendant la dernière période, ne s'élève en totalité qu'à 5 pour 100, et l'on ne peut imputer spécialement aux saisons défavorables l'abaissement même de ce produit, alors que, d'autre part, les statistiques pour ce pays ne montrent, durant la dernière période comparée à la première, aucune diminution dans la récolte fourragère et n'indiquent qu'une très légère décroissance dans les récoltes d'avoine et d'orge.

Un grand abaissement dans le produit du lin et des pommes de terre serait exactement ce à quoi l'on devrait s'attendre si ces deux récoltes avaient été faites sur des sols dépourvus d'engrais ou mal engraisés. Mais, de ce que le rendement des pommes de terre diminue sur un terrain appauvri, il ne s'ensuit nullement que le produit

soit plus sujet à la maladie. Tout au contraire, nos expériences montrent que ce sont les pommes de terre abondamment pourvues d'engrais qui souffrent le plus de la maladie, et je crois que la preuve donnée devant le Comité spécial par ceux qui s'occupent de la production de cette récolte sur une vaste échelle, tend à une semblable conclusion.

Tout en accordant, toutefois, qu'une différence dans les saisons existe entre les deux périodes, et que cette différence soit en faveur de la première, je suis néanmoins porté à croire que les statistiques dénotent un certain déclin de fertilité dans les sols de l'Irlande; et, considérant le caractère général des sols irlandais, aussi bien que la nature des produits, je pense que cet épuisement pourrait bien être dû à l'enlèvement au sol des minéraux plutôt que de l'azote.

Conclusion.

Je vais maintenant résumer et renforcer, en quelque sorte, la preuve que j'ai donnée dans les pages précédentes relativement à mes idées sur la fertilité et l'épuisement.

Les expériences de Rothamsted indiquent, dans leur situation actuelle, bien plus clairement qu'il n'a été fait ailleurs, la ligne entre l'influence du sol et celle de l'atmosphère pour la contribution des matières dont se composent nos récoltes.

Tout en ne niant pas que les plantes puissent tirer du sol une certaine portion de carbone, et que ces plantes, ou les sols dans lesquels elles poussent, empruntent de l'azote combiné aux sources atmosphériques, encore est-il que les résultats des expériences de Rothamsted, relatives aux statistiques chimiques de la production agricole, montrent clairement que l'atmosphère est la source principale, sinon exclusive, du carbone de nos récoltes, et que le sol est la source principale, sinon exclusive, de leur azote.

En ce qui concerne l'azote, je poserai les questions suivantes : Est-il possible, au moyen de récoltes quelconques, d'opérations mécaniques ou d'engrais ne contenant pas d'azote, de faire que les récoltes enlèvent plus de cette substance qu'il n'en existe dans le sol? En outre, comme l'application de l'azote par le moyen des fourrages ou des engrais est toujours suivie de quelque perte, peut-on recouvrer dans les récoltes autant de cette substance qu'on en a fourni au sol et qu'il y en existait déjà?

Dans son ouvrage intitulé : les *Engrais artificiels*, M. Georges Ville a fait connaître son opinion sur les sources de l'azote de nos récoltes, que l'on peut résumer comme il suit : Les récoltes renferment toujours plus d'azote qu'il n'y en avait dans l'engrais, et cet excès provient non du sol, mais de l'atmosphère. Il fait remarquer combien est faible la proportion d'azote combiné qui existe dans l'air sous forme d'ammoniaque et d'acide nitrique; il dit que les récoltes ne gagnent annuellement par la pluie que 5 1/4 livres d'azote combiné par acre, et que, par conséquent, la source doit être

l'azote libre de l'air. Il conclut que les plantes légumineuses, telles que pois, fèves, trèfles et luzerne prennent pratiquement tout leur azote de l'air ; que d'autres végétaux, tels que la betterave et le colza demandent à l'engrais de leur en fournir une certaine quantité, pour mettre en activité leur développement, mais qu'ils s'approvisionnent ensuite dans l'atmosphère ; enfin, que d'autres produits tels que les céréales puisent forcément leur nourriture dans le sein du sol.

On remarquera que les faits que j'ai présentés, ainsi que les conclusions que j'en ai tirées, sont en complet désaccord avec les faits et les conclusions avancés par M. Ville ; et plus spécialement en ce qui concerne les sources de l'azote des récoltes de légumineuses et de racines.

Je maintiens que la quantité d'azote fournie par l'atmosphère à nos récoltes, que l'azote combiné soit précipité par la pluie, ou qu'il soit absorbé par le sol ou par la plante, ne constitue qu'une très faible portion de la quantité totale que s'assimilent ces récoltes, et que le sol lui-même (ou l'engrais) est en réalité la source principale de leur approvisionnement. Au reste, la question est de savoir si, dans une terre arable, il se perd autant ou plus d'azote par le drainage, ou autrement, que n'en fournit l'atmosphère.

Ce n'est pas dans la capacité plus ou moins grande à tirer l'azote de l'atmosphère qu'on doit chercher l'explication de l'influence particulière, ou, pour ainsi dire, de la fonction des récoltes venues dans un assolement. Cette explication, on la trouvera plutôt dans la différence de caractère et de vitalité des diverses plantes ; dans le caractère des racines, en raison de leur nombre, de leur rang, de leur grosseur, etc., et de leur aptitude à prendre le plus de leur nourriture et de leur humidité à la surface ou au sous-sol ; enfin, dans la capacité supérieure de quelques-unes à dégager et à s'assimiler la nourriture impropre aux autres, ou à retenir celle qui serait autrement enlevée au sol par les eaux.

On dira peut-être qu'en maintenant que le sol est pratiquement la source de l'azote contenu dans nos récoltes — celles de légumineuses et de racines aussi bien que celles de céréales — nous supprimons l'avantage principal d'un assolement, celui de rétablir la fertilité du sol.

J'admets que, par cela même qu'une légumineuse absorbe plus d'azote qu'une récolte de céréales, il soit impossible d'échapper à la conclusion que le sol sera plus pauvre en azote après la récolte d'une légumineuse qu'après celle d'une céréale. Or, c'est aussi un fait bien établi qu'on obtient une plus abondante récolte de blé après le trèfle, qui a enlevé une plus grande quantité d'azote, qu'après du blé qui en a pris beaucoup moins.

Mais l'expérience a appris au fermier, et nous avons prouvé par une expérimentation directe, que les racines et autres résidus azotés d'une récolte de trèfle peuvent suffire à fournir tout l'azote exigé par la récolte suivante de céréales. Il paraîtrait, en effet, d'après les analyses, que la surface du sol d'une terre arable ordinaire peut

gagner par la venue d'une récolte de trèfle beaucoup *plus* d'azote qu'il n'en faut à la récolte de céréales suivante. On observera aussi que l'augmentation d'un quarter (12,90 kilog.) de blé avec sa paille, due à l'intervention d'une récolte de trèfle, ne représente qu'un accroissement d'azote de 12 à 14 livres.

Dans le cas de sols pauvres en azote accumulé ou assimilable, le développement et l'effet consécutif d'une récolte de trèfle ou d'une autre légumineuse sont moindres que dans les sols plus riches en azote disponible.

Pour donner une idée de ce fait, je mentionnerai qu'en 1850, nous fîmes une récolte de trèfle rouge sur notre assolement expérimental tenu continuellement sans engrais, et qu'après un intervalle de vingt-quatre ans, lorsque nous répétâmes la récolte, non seulement le produit ne s'éleva qu'à 1 1/2 tonne environ de fourrage, mais que la récolte de blé qui suivit immédiatement fut même inférieure à celle qu'on obtint sur une pièce correspondante qui avait été laissée en jachère, au lieu de porter du trèfle. En réalité, si l'on prend le total des six récoltes depuis l'enlèvement du trèfle en 1874 (blé, navets de Suède, orge, avoine, blé et navets de Suède), on trouve que la quantité totale d'azote qui a été enlevée à un champ de trèfle sans engrais est presque identique à celle qu'a perdue un champ en jachère sans engrais.

D'autre part, lorsqu'un engrais mixte contenant une forte proportion d'azote a été appliqué une fois tous les quatre ans depuis le commencement de l'expérience, il arrive que non seulement la quantité de trèfle fourrager, aussi bien que celle d'azote absorbée par la plante, égale trois fois autant celle qu'on obtient sur des champs sans engrais, mais que les récoltes succédant à l'enlèvement des lourdes récoltes de trèfle ont aussi plus de poids et contiennent plus d'azote que celles qu'on retire d'un champ semblablement engraisé qui a été laissé en jachère au lieu d'êtreensemencé en trèfle.

Quelle que soit l'explication du fait bien établi que dans l'agriculture ordinaire, une récolte de blé succédant à une de trèfle trouve une plus ample provision d'azote assimilable dans le sol, que lorsqu'elle suit une autre récolte de céréales, on ne saurait, après due considération des divers exemples donnés, prendre le fait en lui-même comme un argument en faveur de l'hypothèse que l'azote de la récolte de trèfle a été pris à l'atmosphère.

Le fermier ne voit qu'une chose, c'est que la production préalable du trèfle produit un effet avantageux immédiat sur la récolte de céréales; tandis que la science a établi que ce résultat se rattache à une augmentation d'azote dans le sol faite au profit de la récolte de blé. Mais, dans tous ces faits eux-mêmes, rien ne prouve que ce soit plutôt de l'atmosphère que du sol que provienne l'azote de la récolte de trèfle.

Le fermier des États-Unis qui accroit si largement, par l'emploi du gypse, le rendement de son trèfle comme celui du blé qui suit, ne saurait dire, d'après ces résultats (pas plus que le fermier anglais), s'il a augmenté ou réduit, de 100 à 200 livres, le stock des milliers de livres d'azote que contient un acre de son sol dans la limite des racines des récoltes.

Si l'on considère les caractères bien établis des récoltes des diverses légumineuses venues en assolement, et les circonstances de leur développement, on voit que le pouvoir de ces plantes à puiser de l'azote et à contribuer à l'accroissement des récoltes suivantes, est surtout en proportion avec leur durée végétale et l'étendue de leurs racines. Ainsi, on admet généralement que la luzerne, le sainfoin et le trèfle rouge donneront de plus abondantes récoltes sans engrais et laisseront un plus fort résidu pour la nourriture des récoltes suivantes, que le trèfle blanc ou les lentilles.

Bien plus, si l'on suit les phases d'une récolte d'orge et d'une de trèfle rouge, semés tous les deux presque en même temps, on remarquera que lorsque l'orge a mûri sa graine, le trèfle commence à peine son développement actif, et qu'il reste encore à la plante pour recueillir sa nourriture la dernière partie de l'été, tout l'automne et celui de l'année suivante. Un homme se trouverait bien mal partagé si on lui demandait de faire en quatre mois un travail pour lequel on en accorderait dix-huit à un autre. Lorsque l'orge a fini de vivre, la formation de l'acide nitrique dans le sol est sans aucun doute encore active. En fait, des expériences directes montrent que le drainage d'automne enlève plus de nitrates que celui des autres périodes de l'année.

L'une des fonctions économiques du trèfle est, incontestablement, de maintenir et emmagasiner dans le sol l'azote de l'acide nitrique qui serait, autrement, enlevé par les eaux pendant l'automne et l'hiver. Quant à savoir si les légumineuses peuvent, ou non, retirer, en outre, quelque portion de leur azote directement de la matière organique azotée de l'intérieur du sol, on ne connaît pas sur ce point de preuve directe, quoiqu'on ait des faits à invoquer en faveur de la probabilité de cette opinion.

Lorsqu'on voit que l'apparition d'un champignon même sur un pâturage très pauvre, est toujours accompagnée d'un riche développement d'herbes, on conclut que ce champignon a la propriété de dégager et d'utiliser les composés azotés du sol que les herbes seules étaient incapables de mettre à profit. Il n'est aucunement impossible que les légumineuses ne puissent de même retirer au moins une portion de leur azote des composés azotés de l'intérieur du sol ; mais les feuilles vertes que possèdent ces plantes fournissent une preuve qu'elles tirent la plus grande partie de leur carbone d'autres sources que du carbone organique du sol.

On connaît, il est vrai, des circonstances se rattachant au développement des légumineuses, qui ne concordent pas avec l'idée que ces plantes tirent leur azote de l'atmosphère ; et si l'on pouvait établir comme un fait cette opinion, ces circonstances recevraient certainement une explication convenable. Entr'autres particularités on peut mentionner : l'indifférence générale de ces plantes à s'approvisionner directement d'azote par engrais ; l'avantage qu'elles retirent quelquefois de l'application d'engrais purement minéraux ; la quantité d'azote qui s'est accrue dans le sol de surface après leur développement ; et l'augmentation de produits qu'elles donnent ainsi aux récoltes de céréales qui leur succèdent.

Mais, d'un autre côté, l'opinion en question est complètement incapable d'expli-

quer : pourquoi ces récoltes de légumineuses qui aspirent le plus d'azote, peuvent pousser moins fréquemment sur le même sol ; pourquoi nous avons entièrement échoué à faire venir successivement du trèfle dans une terre arable ordinaire, qui se trouvait pourtant en très bon état pour donner d'excellentes récoltes de céréales ; pourquoi la seule condition dans laquelle on a pu produire continuellement du trèfle a été de faire cette culture dans un sol qui fût beaucoup plus riche en azote et en autres constituants que la terre arable ; et enfin, pourquoi la production dans ces circonstances a été suivie d'une diminution rapide de la quantité d'azote contenue dans le sol.

Il est absolument vrai qu'il nous a été impossible d'établir par l'analyse que le sous-sol de la terre arable ordinaire qui avait fourni du trèfle, fût plus pauvre en azote que celui de la terre qui avait porté continuellement des céréales. Toutefois, lorsqu'on considère : qu'un acre du sol arable de Rothamsted pris à une profondeur d'environ 4 pieds 6 pouces (1^m,371) contient environ 10 000 livres d'azote ; que différents échantillons du sous-sol du même champ varieront un peu de l'un à l'autre dans leur tant pour cent d'azote ; que l'analyse ne porte que sur 650 à 1 300 grammes, et que, par-dessus tout, on ne peut répéter la production de ces plantes à racines profondes qu'à des intervalles de huit à douze ans, il ressortira évidemment qu'il est extrêmement difficile, pour ne pas dire plus, d'obtenir sur ce point une preuve expérimentale d'une certitude absolue.

Il est heureux, en vérité, pour l'agriculture, et consolant aussi pour ceux qui s'en occupent et qui se trouvent en présence des difficultés ainsi introduites dans les recherches, que le stock d'azote, même dans un sous-sol comparativement pauvre, soit assez fort pour ne rendre possible la mesure des pertes qu'il peut subir que lorsque les expériences ont été poursuivies pendant une très longue suite d'années.

Si les expériences de Rothamsted continuées jusqu'à ce jour n'ont pas établi la preuve, à l'abri de toute contestation, que pratiquement la source de tout l'azote contenu dans nos récoltes se trouve dans le sein même du sol et dans les engrais azotés qu'on lui donne, elles fourniront, sans aucun doute, dans le cours des opérations futures une démonstration concluante sur ce point.

Il y a, à Rothamsted, 12 acres environ de terre distribués en six champs séparés, qui portent autant et plus de récoltes différentes ; ils ont été tenus les uns ou les autres absolument sans engrais, ou n'ont reçu que des engrais purement minéraux, pendant des périodes de vingt-cinq à quarante ans. Comme ces terres sont exposées aux mêmes influences atmosphériques que les autres champs, et que les récoltes qu'elles produisent, sont, à l'exception près qu'elles ne reçoivent pas d'azote par engrais, sujettes aux mêmes influences que les récoltes similaires des champs voisins, on peut accepter avec confiance les résultats qu'elles fourniront dans le cours du temps.

Si nous ne pouvons espérer de vivre assez longtemps pour faire la moisson, nous

aurons eu du moins la satisfaction d'avoir semé la graine et d'avoir veillé sur le progrès de la récolte qu'elle produira finalement.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 27 octobre 1882.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — M^{me} Martin, rue du Lieu-de-Santé, 38, à Rouen, épouse de l'inventeur du frein agissant par la pression atmosphérique pour les trains de chemins de fer, écrit pour rappeler à la Société la demande qu'elle a faite et qui a donné lieu à un Rapport, au nom du comité des arts mécaniques, présenté par M. Baude, vice-président. (Arts mécaniques.)

M. Farcot (Denis), rue Lafayette, 221, Paris, invite le Conseil de la Société à assister à des expériences sur un ventilateur soufflant donnant 40 000 mètres d'air par heure. (Arts mécaniques.)

M. Melsens, membre de l'Académie royale de Bruxelles et correspondant étranger de la Société d'encouragement, envoie à la Société une brochure extraite du *Bulletin* de l'Académie royale de Belgique, contenant des expériences sur le passage des projectiles à travers les milieux résistants et sur la résistance de l'eau au mouvement des projectiles. (Arts mécaniques.)

M. Rixens (J. M.), rue Solferino, 6, à Béziers, rappelle la demande d'examen qu'il a faite en septembre 1881 pour un appareil de sécurité applicable aux chemins de fer afin d'éviter les collisions de trains. (Arts mécaniques.)

M. Mehrel, boulevard Diderot, 152, à Paris, demande qu'on lui vienne en aide pour prendre un brevet d'addition et pour faire condamner un contrefacteur. (Arts mécaniques.)

M. le D^r Latapie, à Lourdes (Hautes-Pyrénées), présente à la Société un nouveau système de moteur à vent. (Arts mécaniques.)

M^{me} la marquise de Manoury d'Ectot, née Nicolas Leblanc, à Andresy (Seine-et-Oise) et sa sœur envoient une copie apostillée par divers membres de l'Académie des sciences d'une lettre qu'elle a adressée à la Chambre des députés pour rappeler que Nicolas Leblanc était l'inventeur des procédés d'extraction de la soude artificielle et qu'il en a fait abandon à l'industrie sans aucun profit personnel. M^{me} la marquise de Manoury d'Ectot demande qu'on examine s'il n'est pas juste et équitable qu'une récompense nationale soit accordée à Nicolas Leblanc en la personne de ses petites-

filles représentant l'illustre savant désintéressé qui a doté la France d'une inépuisable richesse. (Arts chimiques.)

M. *Delaurier* (E.), rue Daguerre, 77, à Paris. Observations au sujet d'une Note de M. *Maumené* sur l'action de l'ammoniaque sur l'oxyde de cuivre. (Arts chimiques.)

M. *Delaurier* envoie aussi une Étude mécanique et physique sur l'emploi de l'huile pour calmer les vagues de la mer. (Arts mécaniques.)

M. *Jamotel* (Maurice), rue de Vaugirard, 16, à Paris, soumet à l'examen de la Société, une Étude sur la fabrication de l'encre de Chine. (Arts chimiques.)

MM. *Antoine* et *filis*, rue des Marais, 62, à Paris, envoient un prospectus de leur fabrique d'encres. (Arts chimiques.)

M^{me} *Breugnot*, rue de Colombes, 36, à Courbevoie (Seine), demande une pension en se fondant sur les travaux de M. *Breugnot*, son mari, inventeur de la zincographie. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Damery*, couvreur, rue Laugier, 14, à Paris-Les-Ternes. Échafaudage volant avec filet protecteur pour les couvreurs et les zingueurs. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Chenevier*, architecte départemental, à Verdun, rappelle la communication qu'il a faite à la Société pour les mesures à prendre afin d'éviter les incendies des théâtres. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Baldissaro* (G.-B.), à Vérone, villa Bartolomea. Projet pour la prompte extinction des incendies de théâtres. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Sesary*, villa Ottoz, rue Piat, 43, à Paris. Nouvel éclairage électrique par le système *Antoine Arnaud*. (Arts économiques.)

M. *Dary* (G.), envoie pour la bibliothèque une brochure sur la navigation électrique. (Arts économiques.)

M. *Francq* (Léon), ingénieur, rue de Châteaudun, 54, à Paris. Nouveaux documents sur la locomotive sans foyer qu'il a déjà présentée à la Société.

M. *Francq* annonce que, sur la ligne de Rueil à Marly, la dépense a diminué et l'entretien est réduit au point que les machines circulent pendant quarante jours sans réparation. La vitesse d'un train de 4, 5 et 6 voitures atteint 20 kilomètres à l'heure. Il envoie à la Société de la part de M. *Laitz*, à Dusseldorf, une brochure sur la locomotive sans foyer publiée par la Compagnie d'exploitation de cette locomotive. (Arts mécaniques.)

M. *Hennequin*, pharmacien, à Vervins (Aisne), demande à la Société des conseils sur les moyens d'exploiter un appareil pour la reproduction intégrale et par l'écriture ordinaire des discours, au moyen de la division du travail entre quatre écrivains plus un chef. Cet appareil est déposé à la Pharmacie centrale, rue de Jouy, 7, à Paris. (Arts économiques.)

M. *Mangin* (Gabriel), aéronaute, rue Crozatier, 22, à Paris. Éclairage des aérostats par l'électricité.

M. le *Ministre de l'agriculture* envoie le numéro 3 du *Bulletin* que publie son ministère. (Agriculture.)

M. *Legrain*, rue Notre-Dame-de-Recouvrance, 18, à Paris, présente pour la confection des tissus de plume, un système de *peigne pose-trame* qui permet de rendre la fabrication plus rapide. (Arts mécaniques.)

M. *de Soulage* (L.), rue de Rome, 27, à Paris. Préparation mécanique des minerais, par ventilation et fusion directe sur la sole. (Arts chimiques.)

M. *Grisson* (Th.), manufacturier, à Lisieux, présente le modèle d'une sécherie agricole pour assurer la conservation des récoltes. (Agriculture.)

La *Société nationale d'agriculture* ouvre une souscription pour élever un monument à la mémoire d'*Alexis-Lepère*, célèbre arboriculteur. (Agriculture.)

M. *Maldiné*, fabricant de siphons, rue Saint-Anastase, 9, à Paris, rappelle les communications qu'il a faites au sujet des perfectionnements qu'il a apportés à cette industrie des siphons. (Arts économiques.)

M. *Bally* (B.-L.), à Marchais-Saint-Seurin-du-Bourg (Gironde). Fabrication de pierres artificielles. (Constructions.)

M. *Bahny*, ancien instituteur, à Levauzoux par Coudray-Saint-Germer (Oise). Observations sur la maladie des pommes de terre. (Agriculture.)

M. *Loizeau*, ouvrier boulanger, rue du Moulin-Vert, 57, à Plaisance-Paris, expose qu'il travaille depuis quarante-huit ans et que des douleurs le privent de travail, ce qui le réduit à la misère ainsi que sa femme âgée. (Arts économiques.)

M. *Bazin* (Alfred), à Auchy-aux-Bois (Pas-de-Calais), demande que la Société recommande au gouvernement et aux chambres les travaux qu'il a publiés dans divers journaux depuis plus de vingt ans et qui sont relatifs à des questions d'intérêt général.

M. *Baillod* rappelle l'envoi qu'il a fait à la Société d'un volume composant un cours pratique de comptabilité en partie double avec contrôle. (Commerce.)

M. *Mouline*, à Vals-les-Bains. Moyen simple et économique de conserver les œufs. (Arts économiques.)

M. le *Maire de Lyon* demande des renseignements sur le résultat du concours ouvert par la Société, pour les moyens de rendre incombustibles les tentures et boiserie des théâtres. (Arts chimiques.)

M. le *Ministre du commerce* envoie le tome XXIV de la collection des brevets d'invention. (Bibliographie.)

M. le *Ministre de l'agriculture* envoie les numéros 1, 2, 3 du *Bulletin* de ce ministère. (Bibliothèque.)

M. *Henry*, avenue Malakoff, 11, à Paris. Système nouveau de tramway à vapeur. (Mécanique.)

M. *Olsen* (Carl), Bredaberg, 1, à Flensborg, en Sleswig (Danemark). Projet de machine accroissant la force d'un moteur. (Mécanique.)

M. *Coltrau* (Alfred), à Villino-Cottraie, Posilypo (Naples), Italie. Système de locomotive avec roues à double bandage. (Arts mécaniques.)

M. *Poullain de Lamotte*, architecte, rue du Faubourg-Saint-Martin, 66. Nouveau système de chemins de fer à rail universel. (Arts mécaniques.)

MM. les *Secrétaires* signalent dans la partie imprimée de la correspondance les ouvrages suivants qui seront déposés à la bibliothèque :

Programme des prix proposés par la Société industrielle de Mulhouse, pour 1883.

Rapport fait au nom de la 4^{me} Section de la commission permanente des valeurs en 1882, par M. *Natalis Rondot*, membre du Conseil d'administration de la Société d'encouragement.

Excursion des élèves de l'Institut national agronomique en Normandie, par M. *de Savignon*, chef des travaux d'agriculture à l'Institut national agronomique.

Note sur les machines d'extraction des mines, à détente automatique, par M. *Quillac* (A.), d'Anzin.

Accumulateurs électriques à lames gaufrées, système N. de *Kabath*. (Extrait de l'*Électricien*.)

Les séances de la Société de physique, de janvier à avril 1882.

Rapport des opérations de 1879 et 1880 de la Commission géologique d'histoire naturelle du Canada.

Projet de concours de pompes et machines à élever l'eau, par M. *Poillon*.

M. *Poillon*. Essais sur l'exploitation commerciale des inventions en mécanique.

Sur la quantité et la composition de la pluie et de l'eau de drainage, à Rothamsted, par MM. *Lawes* et *Gilbert*, 1882.

Rapport annuel du département des Mines dans la Nouvelle-Galles du Sud, 1881.

Variétés orientales, par M. *Léon de Rosny*, professeur à l'Ecole nationale des langues orientales ; 1872, un vol. grand in-18.

Note sur l'horticulture en Italie, par M. Ch. *Joly*, rue Boissy-d'Anglas, 11, à Paris.

PERTES DE LA SOCIÉTÉ. — M. le *Président* annonce à la Société les pertes regrettables qu'elle a faites pendant les vacances, par la mort de deux membres du Conseil faisant partie du comité d'agriculture, M. *Bella* et M. *Dutertre* ; une Notice sur leurs travaux sera présentée dans une prochaine séance du Conseil.

RAPPORTS DES COMITÉS. — M. le *Président* annonce au Conseil les propositions suivantes faites par divers comités, et il en met aux voix l'adoption :

1° Le comité des arts chimiques demande à être autorisé à présenter des candidats pour le remplacement de M. *Salvetat*. (Adopté.)

2° Le comité des arts économiques demande à être autorisé à présenter des candidats pour le remplacement de M. *Personne*. (Adopté.)

3° Le comité de l'agriculture demande à être autorisé à présenter des candidats pour remplacer M. *Bella*. (Adopté.)

COMMUNICATION. — *Conservation des peintures du foyer de l'Opéra*. — M. *Decaux*,

sous-directeur des teintures aux Gobelins, présente des observations sur la conservation de l'œuvre de M. Baudry au foyer de l'Opéra.

M. le *Président* remercie M. *Decaux* de cette intéressante communication qui signale l'altération apparente produite sur les remarquables peintures de Baudry et qui en fait connaître à la fois la cause et le remède. Il est constant que les peintures ne sont pas altérées par le gaz, mais simplement voilées par une couche de noir de fumée qu'on a pu enlever par un nettoyage à la mie de pain. Il faut maintenant éviter le renouvellement de ces effets nuisibles, et on y parviendra par la combustion plus complète du gaz et par l'évacuation convenable des produits de cette combustion.

Il prie le comité des constructions et des beaux-arts de faire à ce sujet un Rapport au Conseil.

Emploi de l'acétate de soude cristallisé pour le chauffage. — M. *Ancelin* (A.), ingénieur civil, présente une modification importante qu'il a inventée pour remplacer le chauffage par l'eau chaude comme celui des wagons des chemins de fer.

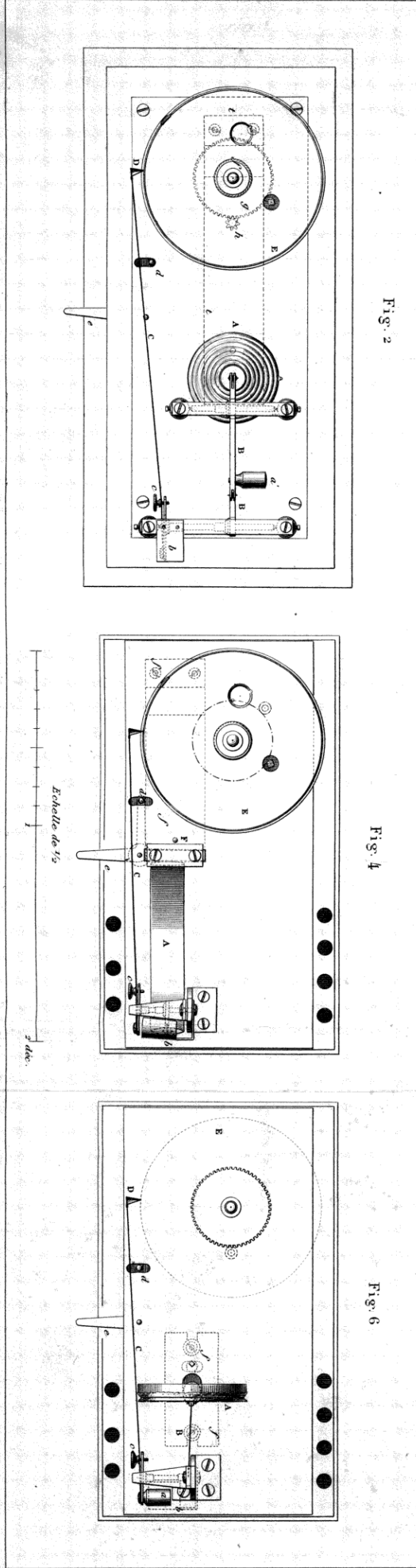
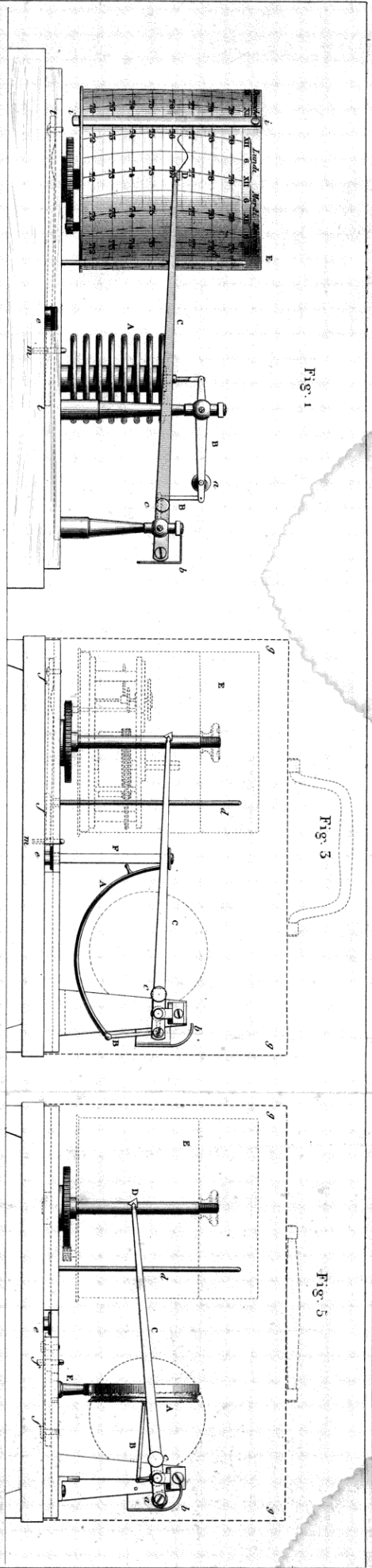
M. le *Président* remercie M. *Ancelin* de cette communication et charge le comité des arts économiques d'en faire l'examen.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — MM. *Dumas*, président, et *Peligot* (Eug.), secrétaire, présentent pour être élus membres de la Société :

1° M. *Lamy*, ingénieur civil, directeur de la fabrique de produits chimiques d'Amiens.

2° M. *Geoffroy Saint-Hilaire*, directeur du Jardin d'acclimatation. En raison de la notoriété bien connue de ces deux candidats, M. le *Président* propose au Conseil de les nommer membres de la Société immédiatement ; cette proposition est accueillie.

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.



APPAREILS ENREGISTREURS DE MM. RICHARD FRÈRES.

L. Chaussonnet del. et sc.

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

SÉANCE GÉNÉRALE DU 22 DÉCEMBRE 1882

PRÉSIDENTE DE M. DUMAS

MEMBRE DE L'ACADÉMIE FRANÇAISE,
SECRÉTAIRE PERPÉTUEL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale a procédé, le 22 décembre 1882, en séance générale, à la distribution des récompenses (prix et médailles) instituées par elle.

Le fauteuil de la présidence était occupé par M. Dumas, président de la Société, membre de l'Académie française, Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences.

A ses côtés siégeaient MM. Ed. Becquerel, de l'Institut, l'un des vice-présidents; le général Mengin-Lecreux, l'un des censeurs; E. Péligot, de l'Institut, et Ch. de Laboulaye, secrétaires du Conseil, et Legrand, président de la Commission des fonds.

La séance a été ouverte par un Rapport de M. Legrand : la lecture de ce document a été suivie d'un Rapport de M. le général Mengin-Lecreux, d'un éloge de Davioud, par M. Rossigneux, et d'une Notice sur Evrard, opticien.

Les récompenses ont ensuite été distribuées.

La Société étant réunie en Assemblée générale pour procéder aux élections du Bureau de 1883 et ratifier les élections faites depuis la précédente assemblée générale, la séance s'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.

ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ.

RAPPORT DE M. LEGRAND, PRÉSIDENT DE LA COMMISSION DES FONDS, SUR L'ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ PENDANT LES ANNÉES 1879, 1880 et 1881.

Messieurs, j'ai l'honneur de vous présenter, au nom de la Commission des fonds, conformément à notre usage, les comptes détaillés des trois diverses années 1879, 1880 et 1881 que nous n'avons pas eu l'occasion de vous soumettre plus tôt par suite de l'ajournement de notre réunion en assemblée générale qui s'est produit l'année dernière.

Notre comptabilité, comme vous le savez, se divise toujours en trois parties qui sont :

1° Les fonds généraux, afférents au fonctionnement ordinaire de la Société;

2° Les fonds d'accroissement provenant de la capitalisation du legs de M^{me} la comtesse Jollivet;

3° Les Fondations faites à la Société avec affectations spéciales, dont elle a été instituée mandataire.

Voici donc quels en sont les détails :

1^{re} PARTIE.

FONDS GÉNÉRAUX.

RECETTES DES EXERCICES.	1879	1880	1881
—	—	—	—
	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Solde en caisse au 1 ^{er} janvier.	605,92	9 200,65	6 897,43
1° Souscription du ministère du Commerce, échue et arriérée de.	8 800 »	» »	» »
2° Souscriptions particulières arriérées. .	1 998,50	36 »	636,10
3° — — — — — échues. . .	30 180 »	29 716 »	29 280 »
4° Vente d'exemplaires du <i>Bulletin</i> . . .	72,75	71 »	77,75
5° Intérêt des sommes au Crédit foncier. .	6,64	16,98	34,50
6° Location des salles de séances.	9 440 »	7 610 »	6 700 »
7° Arrérages des rentes sur l'État appartenant à la Société.	20 367,72	21 429,72	21 465,72
8° Indemnité d'assurance pour dégâts. .	» »	220 »	» »
Total des recettes.	72 471,63	68 330,36	65 091,50

La différence que présentent ces trois exercices provient de l'accroissement en 1879 d'une double souscription du ministère du Commerce, qui n'ayant pas payé en 1878 a versé les deux sommes ensemble, mais nous a prévenus en même temps que d'après l'ordre du ministre, la continuation du paiement de cette souscription était supprimée du budget, et que nous ne devions plus y compter.

C'est donc ce qui forme l'écart entre l'année 1879 et les suivantes.

Quant à la différence entre 1880 et 1881, elle est attribuée à des rentrées de loyers restés en arrière, et à quelque diminution des locations.

Voici maintenant quels sont les chiffres des dépenses des exercices de 1879, 1880, 1881 :

DÉPENSES DES EXERCICES.	1879	1880	1881
	fr. c.	fr. c.	fr. c.
1 ^o Bulletin, rédaction, papier, impression, gravure, expédition	25 588,69	19 834,50	19 169,50
2 ^o Impressions diverses et procès-verbaux.	5 186,10	2 588,20	6 115,90
3 ^o Bibliothèque, ouvrages et reliure. . .	161,75	210,30	819 »
4 ^o Agence, secrétariat, économat.	15 653,96	14 802,63	16 083,92
5 ^o Jetons de présence.	2 443 »	2 425,50	2 918,24
6 ^o Hôtel de la Société, entretien, contributions, éclairage, chauffage et assurance.	12 163,60	6 947,04	10 808,83
7 ^o Pensions.	» »	» »	2 250 »
8 ^o Récompenses et encouragements. . .	» »	12 428,65	500 »
9 ^o Expériences par les comités.	133,75	256,10	100 »
10 ^o Subventions à des Écoles.	140 »	140 »	140 »
11 ^o Grand prix de la Société.	1 800 »	1 800 »	1 800 »
Appoint prélevé sur les fonds généraux pour solder une insuffisance au legs Bapst et pour parfaire le chiffre de l'inscription Jollivet.	» »	» »	652,73
Total des dépenses.	63 270,80	61 432,93	61 357,92
			fr. c.
En déduisant les derniers chiffres de ceux énoncés précédemment en recette, il reste un solde de caisse en 1879 de.			9 200 »
En 1880 de.			6 897,43
En 1881 de.			3 733,58

C'est donc de ce solde en recette de 3 733 fr. 58 qu'est fixé le point de départ du compte de l'exercice prochain de 1882.

Voici maintenant la deuxième partie, dite Fonds d'accroissement :

2^e PARTIE.

FONDS D'ACCROISSEMENT.

Les fonds d'accroissement sont formés par le placement :

	fr. c.
1 ^o Du quart d'une inscription de 11 405 fr. de rente 3 pour 100 léguée par M ^{me} la comtesse Jollivet, au nom de son mari, ce qui forme une somme de.	2 851,28
2 ^o Du quart d'une autre inscription de 180 fr. de rente 4 1/2 pour 100 provenant de la même origine, soit.	45,00
3 ^o Des revenus provenant de tous les placements successifs de ces deux sommes, capitalisés chaque année depuis l'époque du legs, et qui devront s'arrêter en avril 1882.	

	fr. c.
L'inscription de rente que nous possédons de ce fait, s'élevait à la fin de 1879, à.	36 882,00
A la fin de 1880, à.	38 124,00
A la fin de 1881, à.	40 056,00

Arrivée maintenant, depuis le 1^{er} avril 1882, au terme de son échéance, elle a atteint le chiffre de 40 396 francs de rente et la Société est entrée en pleine possession de cet héritage, qu'elle doit à la libéralité et à la sage prévoyance d'une généreuse bienfaitrice dont elle devra toujours honorer respectueusement la mémoire. Votre Conseil pénétré du désir de perpétuer la pensée d'avenir qui avait inspiré le testateur, a formé le projet de continuer, en faveur de nos successeurs, l'œuvre de M^{me} la comtesse Jollivet, afin que son nom et celui de son mari restent à jamais attachés à la prospérité de la Société d'encouragement, et après en avoir délibéré dans sa réunion du 9 juillet 1882, il a été décidé, à l'unanimité, qu'une somme de 100 000 francs inscrite au budget, sous le titre de : Legs du comte et de la comtesse Jollivet, serait réservée et immobilisée en rentes 3 pour 100, dont les arrérages devront être employés en fonds de même nature pendant cinquante ans, de manière à constituer pendant cette période de temps une capitalisation pareille à celle que M^{me} la comtesse Jollivet avait instituée par son testament.

A l'expiration de la période de cinquante années le chiffre produit par

cette capitalisation successive, à partir du 1^{er} avril 1882, sera mis alors à la disposition de la Société, et la somme principale de 100 000 francs immobilisée, continuera à être employée à des capitalisations du même genre, pour des périodes successives de cinquante années qui concourront ainsi à l'accroissement des revenus disponibles de la Société.

Vous aurez tout à l'heure à sanctionner cette décision qui va être soumise à votre approbation, de manière à la rendre définitive et immuable.

Deux autres donateurs doivent également vous être signalés, qui méritent l'expression de nos sentiments de reconnaissance :

Ce sont MM. Giffard et Bertrand.

Henri Giffard, dont la réputation est universelle comme ingénieur et comme bienfaiteur de l'industrie, et que la Société s'honorait de compter au nombre de ses membres, a laissé par testament une somme de 50 000 francs à la Société d'encouragement pour l'aider dans sa mission d'encourager l'industrie nationale. Ce legs est soumis en ce moment aux formalités nécessaires pour sa délivrance, nous en avons régulièrement introduit la demande dans le courant de septembre dernier, et les intérêts nous sont acquis depuis cette époque. Le paiement doit nous être fait en capital et intérêts dans le commencement de l'année 1883, et il formera un article des recettes du prochain exercice.

M. Bertrand, ancien capitaine de frégate, était également un membre dévoué de la Société, et il lui a laissé, par testament, la moitié de la quotité disponible de sa succession, après les legs et donations qu'il a institués, et après les reprises et droits de sa veuve et les réserves des héritiers directs.

Après un examen minutieux de cette affaire par les soins du notaire de la Société, et par convention amiable acceptée par les parties, avec l'assentiment de votre Conseil, en vertu d'une délibération du 7 juillet dernier, le chiffre du legs fait à la Société a été réglé par sa remise, sans aucun frais, d'un titre de rente 3 pour 100 de 1 930 francs, à son nom, avec les intérêts échus depuis le 16 mai 1882, époque de la transaction.

Nous sommes donc en possession de ce legs qui figurera au prochain exercice.

Une autre donation qui rentre dans la catégorie des Fondations de prix, et dont l'acceptation doit être sanctionnée par votre approbation, nous a été faite par M. le général d'Aboville à l'effet de donner un témoignage d'encouragement à trois manufacturiers 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. L'arrangement conclu de ce fait avec les héritiers d'Aboville, doit mettre à la disposition de la Société une somme de 10 000 francs, qui sera versée par eux entre les mains du trésorier pour former trois prix à distribuer en 1885, 1887 et 1889, avec les intérêts échus à chaque période, à partir du jour du versement.

L'encaissement de cette somme dont nous allons maintenant pouvoir effectuer la rentrée, figurera également au prochain exercice à l'article des Fondations.

J'ai maintenant à vous présenter la troisième partie dite Fondations et Dons spéciaux.

3^e PARTIE.

FONDATIONS ET DONS SPÉCIAUX.

Cette dernière partie se compose de seize articles, et chacun d'eux est relatif à une Fondation spéciale.

Nous avons d'abord :

1^o Prix fondé par M. le marquis d'Argenteuil.

1^o Le Grand Prix institué par le marquis d'Argenteuil, qui consiste en une rente annuelle de 1 647 francs, dont les arrérages, déposés à chaque échéance à la Caisse des consignations, doivent produire, avec l'accumulation des intérêts, la valeur du prix de 12 000 francs qui est délivré tous les six ans en faveur de la découverte la plus importante dans le cours de cette période, pour le développement de l'industrie nationale. L'application en a été faite, en 1880, à M. Alphonse Poitevin dont les découvertes ont été le point de départ des immenses développements de l'art photographique.

La réserve que nous possédons, en outre, à la date du 31 décembre 1881, placée à la Caisse des consignations, s'élève à 13 240 francs.

2^o Legs de M. Bapst.

Ce legs repose sur deux titres de rente 3 pour 100 : l'un, de 4 565 fr. 20, destiné à donner des secours aux inventeurs malheureux ; l'autre, de 2 182 fr. 80, destiné à faciliter des découvertes pour remplir les conditions de la première partie.

Il a été distribué pour secours aux inventeurs malheureux :

	fr. c.
En 1879, une somme de.	1 502,00
En 1880 —	1 800,00
En 1881 —	1 853,00

La différence a été couverte par un appoint prélevé sur les fonds généraux de la Société, parce que les infortunes à soulager ne permettaient pas de réduction quelconque. Pour la deuxième partie, il a été distribué pour faciliter les découvertes :

	fr. c.
En 1879, une somme de.	602,00
En 1880 —	1 200,00
En 1881 —	1 710,00

Une partie des sommes restantes chaque année a été convertie de nouveau en rente 3 pour 100, moins un solde de 945 francs, et l'inscription, à la fin de 1884, représente 2 578 fr. 80.

Il reste alors un appoint disponible de 1 843 fr. 85.

Cette dernière partie dont les conditions sont déterminées, trouve moins d'occasion d'être appliquée, et c'est la raison qui permet de l'accroître un peu chaque année.

3° Fondation de MM. Paul Christoffe et Bouilhet pour la délivrance de premières annuités de brevets.

Cette fondation, faite dans son principe par Christoffe père, a été continuée par ses enfants au moyen d'un versement annuel de 1 000 francs, dont la moitié est applicable au paiement immédiat de premières annuités de brevets, et dont l'autre moitié en est capitalisée, jusqu'à la valeur d'une rente de 500 francs destinée à satisfaire au paiement d'autres annuités.

	fr. c.
En 1879, le montant du capital disponible était de.	3 777,80
Il avait été distribué en annuités.	325,25
Puis on a capitalisé en rente 3 pour 100.	2 091,55
Et le solde en caisse disponible.	1 361,00
En 1880, le versement annuel ayant été fait postérieurement à ce compte, le capital disponible était de.	2 041,00
Il avait été distribué en annuités.	200,25
Puis on a capitalisé en rente 3 pour 100.	1 490,75
Et le solde en caisse disponible.	350,00

En 1881, le versement annuel n'a pas été réclamé et le capital disponible en arrérages était.		1 069,00
Il a été distribué en annuités.	200,00	1 069,00
Et le solde en caisse disponible.	869,00	

4° Fondation de Madame la princesse Galitzin.

Elle a été constituée à l'aide d'une somme de 2000 francs donnée par M^{me} Galitzin pour la délivrance d'un prix déterminé par les suffrages du comité des arts économiques.

Cette somme, placée en obligations des chemins de fer de l'Est, donne un revenu disponible :

	fr. c.
En 1879 de.	265,72
En 1880 de.	396,66
En 1881 de.	534,88

5° Fondation Carré.

Instituée dans le même but que la précédente, par le versement d'une somme de 1 000 francs placée en obligations des chemins de fer de l'Est, dont le revenu est :

	fr. c.
En 1879 de.	50,94
En 1880 de.	58,26
En 1881 de.	58,26
Plus un solde disponible de.	82,57

6° Fondation Fauler. (Industrie des cuirs.)

Destinée à donner des secours aux ouvriers ou contre-maîtres de l'industrie des cuirs ayant rendu des services appréciés.

	fr. c.
A la fin de 1879, elle possède vingt-sept obligations des chemins de fer de l'Est.	
En 1880 le nombre s'élève à vingt-huit obligations.	
En 1881 — dont le revenu	
est de.	400,00
Plus un solde de caisse de.	453,43

qui devra être converti en une nouvelle obligation.

7^e Fondation Legrand. (Industrie de la savonnerie.)

Destinée à donner des secours aux ouvriers ou contre-maîtres ayant rendu de notables services dans leur industrie.

	fr. c.
Elle possède en 1879, quarante et une obligations des chemins de fer de l'Est, d'un revenu de.	589,28
En 1880, quarante-deux obligations d'un revenu de.	603,80
En 1881, quarante-trois —	608,40
Et un solde de caisse de.	557,84
Pendant le cours de ces trois années, il a été alloué à un vieux contre-maître de la savonnerie placé à Bicêtre, divers secours s'élevant à la somme de.	555,00

8^e Fondation Christoffe et Bouilhet.

En faveur des artistes industriels malheureux.

	fr. c.
Elle repose sur vingt-quatre obligations 3 pour 100 et une obligation 5 pour 100 des chemins de fer de l'Est, donnant un revenu de.	373,45

Il est alloué chaque année, sur ce revenu, un secours de 300 francs à M. Riester, artiste graveur, qui, par suite d'infirmités, se trouve dans l'impossibilité de subvenir aux besoins de sa famille.

Quant aux appoints qui forment le complément du revenu, ils s'élèvent, à la fin de l'année 1881, à 269 fr. 30.

9^e Fondation de Milly. (Industrie de la stéarine.)

Destinée à secourir les ouvriers ou contre-maîtres malheureux ou blessés dans l'exercice de leurs fonctions.

	fr. c.
Elle repose, à la fin de 1881, sur vingt-sept obligations 3 pour 100 des chemins de fer de l'Est, donnant un revenu de.	378,25
Et il reste en plus un solde de caisse de.	306,47

10^e Fondation de Baccarat. (Industrie de la cristallerie.)

En faveur des ouvriers et contre-maîtres malheureux.

	fr. c.
Elle repose sur six obligations 3 pour 100 des chemins de fer de l'Est, donnant un revenu de	80,00
Et il reste un petit solde de caisse de	28,72

Cette œuvre attend toujours, pour se développer, le patronage d'un nouveau bienfaiteur, car l'exiguité de ses ressources n'en permet aucune application.

11° Fondation Ménier. (Industrie des arts chimiques.)

	fr. c.
Elle repose, en 1881, sur cinq obligations 3 pour 100 et deux obligations 5 pour 100 des chemins de fer de l'Est, donnant un revenu de	128,50

et il ne reste aucun solde de caisse.

12° Souscriptions perpétuelles et à vie.

Donnant un droit perpétuel aux publications de la Société, transmissible à un établissement public ou privé, selon la volonté du souscripteur, exprimée par testament.

A la fin de l'année 1881, le nombre des membres perpétuels s'élève à 35, et celui des membres à vie à 10.

	fr. c.
Les sommes provenant des versements effectués, ont été converties au fur et à mesure en rente 3 pour 100, et l'intérêt qui en résulte figure aux recettes des fonds généraux pour le chiffre de . .	1 805,00

13° Grand prix de la Société d'encouragement.

Cette fondation consiste en une réserve annuelle de 1 800 francs, prélevée sur les fonds généraux de la Société et versée à la Caisse des consignations pour former un prix de 12 000 francs à délivrer, tous les six ans, en faveur d'une des découvertes importantes faites dans cette période.

Ce prix doit alterner avec celui de M. le marquis d'Argenteuil, et devra être décerné en 1883.

Les versements effectués depuis la dernière attribution et les intérêts, ainsi que la réserve au 31 décembre 1881, représentent un chiffre de 20 101 francs.

14° Fondation Gustave Roy. (Industrie cotonnière.)

Cette fondation a pour but de décerner un prix de 4 000 francs, tous les six ans, en faveur d'un progrès important ou d'une découverte utile à l'industrie cotonnière.

	fr. c.
Elle repose sur quarante-deux obligations 3 pour 100 des chemins de fer de l'Est, dont le revenu, à la fin de 1881, est de	700,75
Et sur seize récépissés de la Caisse des consignations, qui avec les intérêts à la fin de l'année 1881, donnent.	9 107,68
Ensemble.	9 808,43

Ce prix n'a pas, jusqu'ici, trouvé d'application.

15° Fondation Elphège Baude. (Industrie du matériel des constructions.)

Cette fondation est destinée à décerner un prix de 500 francs, tous les cinq ans, en faveur d'un progrès remarquable dans le matériel des constructions et du génie civil.

	fr. c.
Elle repose sur dix obligations 3 pour 100 des chemins de fer de l'Est, dont le revenu est, à la fin de 1881, de.	152,80

Ce prix a été donné, en 1880, à M. Hersent, entrepreneur de travaux publics, pour ses formes de radoub au port de Toulon, et ce sont les revenus accumulés qui en ont complété le montant.

16° Fondation Fourcade. (Industrie des produits chimiques.)

Cette fondation a été instituée au moyen d'un reliquat de compte légué par les exposants de la classe 47 des produits chimiques, en 1878, pour décerner un prix de 800 francs chaque année, à partir d'octobre 1883, en faveur de l'un des ouvriers des établissements qui figuraient dans cette classe, lequel comptera le plus grand nombre d'années consécutives de bons services dans la même usine et qui, d'après les documents fournis à la Société d'encouragement, aura été jugé par la Commission comme le plus digne parmi les candidats présentés.

	fr. c.
Le capital versé a été converti en une inscription de rente 3 pour 100 de 687 francs, à la date du mois d'août 1879, et à la fin de l'année 1881, les arrérages échus représentent un chiffre de. . .	1 696,55

Ce prix devra être décerné en 1883.

Tous ces comptes sont accompagnés des pièces justificatives, régulièrement classées par M. le Trésorier, à qui nous devons, à cet effet, l'expression de nos sincères remerciements, en raison des soins qu'il consacre aux intérêts de la Société, ainsi que pour le travail considérable qui en résulte.

Notre situation financière, comme vous le voyez, Messieurs, s'est maintenue jusqu'ici dans les justes limites de notre budget ; mais, pour qu'il en soit ainsi, nous avons été dans la nécessité de restreindre le nombre des séances dans lesquelles nous avons pour mission d'accorder aux découvertes utiles à l'industrie des prix et des médailles qui consacrent leur mérite. Cette réserve obligatoire était le résultat d'un amoindrissement de nos ressources, par suite de la suppression des subventions dont nous jouissions de la part de la Ville et de l'État ; mais aujourd'hui, grâce à notre nouvelle prospérité, nous allons pouvoir reprendre avec activité le cours de notre action et poursuivre d'une manière persévérante le but que la Société a le désir d'atteindre, en développant par ses encouragements les continuels progrès de l'industrie française.

Tel est, Messieurs, le résumé des comptes des années 1879, 1880 et 1881, à l'examen desquels votre Commission des fonds s'est livrée attentivement et qu'elle vient vous demander de vouloir bien approuver.

Signé : A. LEGRAND, rapporteur.

Approuvé en séance, le 22 décembre 1882.

RAPPORT DE M. LE GÉNÉRAL MENGIN-LECREULX, AU NOM DES CENSEURS, SUR LES
COMPTES DES ANNÉES 1879, 1880, 1881.

Messieurs, il résulte du Rapport si précis et si clair dont vous venez d'entendre la lecture, que les comptes des années 1879, 1880 et 1881 sont parfaitement en règle, et que rien ne s'oppose à ce que vous leur donniez votre approbation.

M. le Rapporteur vous fait remarquer qu'à partir du mois d'avril dernier, notre Société est entrée en pleine possession du legs Jollivet, de manière que nos revenus se trouvent augmentés annuellement de plus de 40 000 francs, c'est-à-dire environ des deux tiers de ce qu'ils étaient. Cette augmentation considérable appelle toute l'attention de notre administration.

Elle nous permettra sans doute de réaliser de mieux en mieux les inten-

tions de notre illustre fondateur : *l'amélioration de l'industrie nationale*. Les nations rivales s'efforcent de nous atteindre, de nous surpasser dans cette voie de progrès. Tâchons que dans cette lutte pacifique, notre pays ne soit pas vaincu, qu'il sache conserver, tout au moins, le rang élevé qui lui a appartenu jusqu'à ce jour. Cela importe à son honneur, à ses intérêts, à sa vitalité ; nous ne devons rien négliger pour assurer ce résultat.

En ce qui concerne notre administration, il nous semble qu'en raison du grand accroissement de nos revenus, il serait utile qu'elle présentât désormais, chaque année, un projet de budget pour l'année suivante. Cela permettrait d'étudier à l'avance le meilleur emploi à faire de nos ressources.

Nous ne pouvons qu'applaudir à la proposition qui a été faite de prélever sur notre capital un fonds d'accroissement pour augmenter les revenus ultérieurs de la Société. Cette utile mesure a, en outre, pour objet de perpétuer le souvenir des libéralités de M. le comte et de M^{me} la comtesse Jollivet, dont nous ne saurions trop honorer la mémoire.

Honneur aussi à nos nouveaux bienfaiteurs, MM. Giffard, Bertrand et d'Aboville. Espérons que leur noble exemple trouvera encore bien des imitateurs.

Peut-on faire un meilleur usage de sa fortune que de l'employer à faire le bien, à le continuer encore après soi, et à faire durer ainsi, d'une manière si recommandable, son souvenir et son exemple ?

Nous nous associons de grand cœur aux éloges que M. le Rapporteur adresse à notre honorable Trésorier. Il nous semble même qu'au moment où la Société entre dans une nouvelle ère de prospérité, c'est l'occasion de donner à M. Goupil de Préfelin une marque spéciale de sa gratitude. Comme il ne paraît disposé à accepter aucune rétribution, la Société ne pourrait-elle pas lui offrir un objet d'art, comme un faible tribut de reconnaissance pour sa capacité, ses services et son désintéressement ?

Nous terminons, Messieurs, en vous proposant d'approuver les comptes qui vous sont présentés pour les exercices 1879, 1880 et 1881.

Signé : Général MENGIN-LECREULX, censeur.

Approuvé en séance, le 22 décembre 1882.

BIOGRAPHIE.

ÉLOGE DE GABRIEL DAVIOUD, ARCHITECTE, ANCIEN MEMBRE DU COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS, PAR M. CH. ROSSIGNEUX, ARCHITECTE, MEMBRE DU CONSEIL.

Messieurs, le 6 avril 1881, l'architecture française perdait en la personne de Gabriel Davioud, l'un de ses plus illustres représentants, et votre Société l'un de ses collaborateurs les plus zélés et les plus intelligents.

J'aurais désiré qu'une voix plus autorisée que la mienne vînt mettre en lumière cette existence toute d'honneur, de probité et de talent; mais j'ai dû céder aux instances de mes collègues, qui ont pensé que les accents de l'amitié pourraient suppléer à ceux de l'éloquence.

Gabriel Davioud naquit à Paris, le 30 octobre 1824, à cette époque mémorable de notre histoire où la France, plutôt lasse de ses victoires que vaincue par les peuples coalisés contre elle, se reposait de la gloire de ses armes dans l'étude et le recueillement.

Une nouvelle renaissance dans les sciences, les lettres, les arts, l'industrie, venait d'éclorre, vivifiant ainsi l'esprit de la nation, et, sous le nom de Romantisme, de rallumer dans notre patrie le flambeau de l'intelligence.

C'était naître sous d'heureux auspices pour la carrière qu'il devait parcourir avec tant d'éclat.

Je ne vous surprendrai pas quand je vous dirai que, comme presque tous les artistes vraiment dignes de ce nom, Davioud fut le fils de ses œuvres. — Son père, modeste employé de la liste civile, mourut peu de temps après sa naissance, ne lui laissant guère, pour tout héritage, que le souvenir de ses vertus.

Heureusement pour lui, sa mère, une vraie chrétienne, femme vaillante et forte, garda pour elle seule les dures privations d'une position précaire, et sut lui épargner les atteintes de cette misère qui abâtardit, le plus souvent, les plus belles intelligences, comme les courages les mieux trempés. Elle fut sa première institutrice; et c'est à cette éducation maternelle, dont il conservera toute sa vie l'empreinte, que Davioud devra cette rectitude de jugement, cette élévation d'esprit, cette discipline dans le travail, cette persévérance dans la lutte, qui l'ont amené au premier plan dans son art.

N'attendez pas de moi, Messieurs, que je vous redise, étape par étape, le

chemin parcouru par ce laborieux que n'arrête aucun obstacle. L'espace n'est limité, elles sont d'ailleurs marquées par les monuments et les nombreux objets d'art dont il a enrichi la première ville du monde civilisé, et, comme il convient aux forts, aux religieux et aux convaincus, elles lui ont attiré de la part des contemporains autant de critiques que d'éloges.

Qu'il vous suffise donc de savoir que, de l'année 1842, où il fut admis à l'École des Beaux-arts, jusqu'à l'année 1881, date de sa mort, Davioud a pris la plus large part aux grands travaux publics qui s'exécutaient dans Paris renouvelé, et, cela, tout en continuant l'étude du dessin sous l'habile direction de Belloc, tout en suivant assidument les cours de l'École des Beaux-arts, où il marquait sa place parmi les premiers, faisant ainsi le plus grand honneur aux savantes leçons de son maître, Léon Vaudoyer, dont il deviendra plus tard l'émule et l'ami.

Voir Rome, compléter son éducation en face des chefs-d'œuvre de l'antiquité, dans le calme recueilli de la Villa Médicis, devint alors le but de ses plus ardents désirs. Il se mit sur les rangs au concours de 1849, mais, déçu dans ses espérances, il n'obtint que le second grand prix. Il n'avait alors que vingt-cinq ans, c'est-à-dire tout le temps nécessaire pour tenter avec succès une nouvelle épreuve; mais, dominé par sa piété filiale, il renonça au séjour de la Ville Éternelle pour ne pas priver sa mère de sa présence, non plus que des minces ressources que, en dehors de ses études, il tirait de son travail acharné.

Chose remarquable, et bien digne d'être remarquée, c'est à lui seul qu'il demandera aide et protection, car c'est par la voie des concours qu'il arrivera à se frayer le chemin. C'est par le concours, en effet, qu'il obtint la construction du théâtre d'Étampes, où il révélera, pour la première fois, des qualités d'administrateur de premier ordre et l'originalité de son talent naissant.

Depuis lors, il n'a cessé de concourir avec des fortunes diverses, mais en se maintenant toujours au premier ou au deuxième rang : Pour le monument élevé à Lisbonne à la mémoire de Don Pèdre; pour la réédification de l'Hôtel de Ville de Paris incendié par la Commune; pour la maison de répression de Nanterre; avec Lameire, pour l'église du Sacré-Cœur, et, enfin, avec Bourdais, son jeune et intelligent collaborateur, à la mairie du 19^e arrondissement; pour le palais du Trocadéro, son œuvre maîtresse et la plus remarquée par l'imprévu du projet, la conception hardie de l'ensemble,

l'emploi de matériaux et de moyens de construction nouveaux, et, surtout, par la rapidité sans précédent de l'exécution.

La critique la plus passionnée s'est exercée à l'endroit de ce monument, mais le public, juge souverain en dernier ressort, le tient en grande estime, par cela seul qu'il répond, en dehors de ses qualités architecturales, aux besoins multiples et divers de la concentration sur un même point, dans un même édifice, de tout ce qui peut amuser, intéresser et servir à l'instruction de la foule.

Bien avant cette œuvre, la dernière, hélas ! sa réputation grandissante avait tout naturellement attiré sur lui l'attention des édiles de la ville de Paris. De simple attaché au bureau des plans, il entra avec le titre d'inspecteur dans le service, dont M. Alphand était le chef renommé.

Nommé bientôt après architecte des promenades, il fut chargé, en cette qualité, d'exécuter tous ces travaux, devenus célèbres dans le monde entier, des bois de Boulogne, de Vincennes, du parc des Buttes-Chaumont, ainsi que de onze squares, dont chacun d'eux mériterait une description minutieuse et détaillée, ne fût-ce que pour signaler à votre attention ces nombreux petits édifices : chalets, pavillons d'octroi, kiosques, maisons de gardes, cafés, restaurants, clôtures, grilles, etc., etc., si attrayants à la vue, si variés de formes, d'un goût si pur, et, en fin de compte, si bien appropriés aux usages auxquels ils sont destinés.

A cette nomenclature il est bon d'ajouter les sept fontaines monumentales ou décoratives, qui ne sont pas un des moindres attraits de ces promenades : celle de l'avenue de l'Observatoire, qui a si bien inspiré le ciseau de Carpeaux ; celle du Château-d'Eau, aux grands lions de bronze d'un si puissant effet, qui attend démontée, dans les magasins de la Ville, le nouvel emplacement dont elle fera l'ornement, sont des œuvres du plus grand mérite, où l'art le dispute à la science de l'hydraulique et du goût.

C'est encore à cette époque que Davioud, à la grande admiration du public et des gens de science et d'art, opéra le déplacement de la fontaine du Châtelet. Cette hasardeuse opération, dont l'imprévu pouvait déjouer les calculs, réussit à ce point que la colonne, qui ne pesait pas moins de 80 000 kilogrammes, fut élevée et transportée d'un seul coup sur son nouveau piédestal, sans que le moindre dérangement pût être signalé dans les assises de pierres superposées qui la composent.

Enfin, quand je vous aurai dit que c'est à lui que fut confiée la restauration

si délicate du chef-d'œuvre de Jean Goujon, la fontaine dite des Innocents, il ne me restera plus à vous signaler que trois monuments qui, à eux seuls, pourraient suffire à consacrer la mémoire de Davioud : le Panorama des Champs-Élysées et les deux théâtres de la place du Châtelet.

Parmi les exigences sans nombre du programme imposé, véritable lit de Procuste, où tout était obstacle et contradiction, se trouvait celle d'englober ces deux derniers monuments dans un massif de constructions privées, propres à la location, et garnies à leurs bases de boutiques et de magasins, tout en accusant au dehors la physionomie propre à ce genre d'édifice. Là encore, Davioud fit, en quelque sorte, preuve de génie, et la réussite fut si complète, qu'on serait presque tenté de croire que c'est à ces obstacles mêmes, qu'il dut le succès de son entreprise.

Je passe sous silence l'étude des façades des maisons de la place Saint-Michel, de la fontaine dédiée à la Paix qui devait en occuper le centre, les nombreux et importants projets qui lui furent demandés par la ville de Paris, en vue des travaux auxquels il ne fut pas donné suite, tels, par exemple, que celui d'un immense orphéon qui aurait pu contenir 10 000 auditeurs, ainsi que l'album si intéressant pour l'histoire des mœurs et des coutumes du passé, de ces vieilles maisons de nos pères que le nouveau Paris a fait disparaître et qui fut détruit avec tant d'autres chefs-d'œuvre dans l'incendie de l'Hôtel de Ville.

La guerre, en interrompant ces travaux, ne laissa pas Davioud inactif. Son patriotisme et ses aptitudes spéciales trouvèrent leur plus utile emploi ; et, comme capitaine du génie auxiliaire, il se fit remarquer dans la défense de Paris assiégé.

Tous ces grands travaux publics ne l'absorbaient pas tellement, encore, qu'il ne pût satisfaire aux exigences d'une clientèle privée. On lui doit à ce titre plusieurs monuments funèbres d'un grand style élevés dans les cimetières de Paris, des habitations privées répandues dans différents quartiers de la ville, ainsi que les Magasins réunis de la place du Château-d'Eau, dont l'importance ne le cède en rien aux grands bâtiments de l'État. Mais les travaux qu'il exécuta dans cet ordre, ceux qui furent l'objet de sa prédilection sont : la restauration du château de Saint-Cyr-en-Arthies, appartenant à M. Paul Firmin-Didot ; et, surtout, ce charmant hôtel qu'il éleva à Paris pour un de ses amis, amateur éclairé des beaux-arts, M. Dufay. Il a déployé là toute sa science, toutes les ressources de l'art le plus délicat, le plus pur ; et il ne

m'étonnerait pas que cette construction ne fût citée un jour, comme un des spécimens les plus parfaits des habitations privées au XIX^e siècle.

Messieurs,

Voilà une vie qui doit vous paraître bien remplie ; eh bien ! ce n'est pas tout encore.

Dans ce siècle si agité que nous traversons, le repos n'est plus permis et chacun de nous a son démon familier qui lui crie sans cesse à l'oreille : marche, marche encore ! Plus que tout autre Davioud était devenu la proie de ce démon familier, et le labeur du jour ne suffisant pas à lasser son activité, c'est au sommeil qu'il empruntait, sans jamais le lui rendre, le temps nécessaire à l'accomplissement de la tâche qu'il s'était imposée.

Penseur et écrivain de premier ordre, sa parole éloquente et persuasive, son regard scrutateur et bienveillant portent la conviction chez ses auditeurs tout en les charmant.

C'était un éclectique qu'il aurait fait beau voir dans la chaire du professeur.

A bien prendre, Davioud était un de ces artistes savants et convaincus du XVI^e siècle, qui se serait égaré parmi nous. Son érudition, aussi variée que profonde, s'était nourrie aux mêmes sources, et, pour lui, comme pour ces grands esprits, l'architecture, le plus utile et le plus ancien de tous les arts, ne pouvait pas plus se passer de la tradition que de l'étude de l'antiquité, et, par suite, tous les arts, qui en découlent, ne sauraient sans périr échapper à cette loi. Son âme, tout imprégnée de la foi des ancêtres, n'en restait pas moins ouverte à toutes les conceptions de la civilisation moderne et le laissait croire à la perfectibilité, à cette perfectibilité qui s'avance mystérieusement en spirale, et qui a l'air de reculer quand elle fait un pas de plus en avant. C'est ainsi que dans deux Mémoires récompensés par le prix Bordin, il montrait l'alliance possible des arts avec l'industrie, et l'entente nécessaire de la science de l'ingénieur avec celle de l'architecte proprement dit. On a encore de lui, comme vice-président de la « Société centrale des architectes », et comme membre des plus autorisés du Congrès International des architectes en 1878, de nombreux Rapports dans lesquels se trouvent traités avec une grande compétence, et à un point de vue des plus élevés, ces questions à l'ordre du jour si brûlantes et si controversées : de l'utilité des concours en matière de travaux publics — des honoraires à attribuer aux

architectes en raison de leur valeur personnelle, et de l'importance de l'œuvre à rémunérer — de l'action respective des ingénieurs et des architectes, et des rapports qu'il conviendrait de voir s'établir entre eux.

Quant à sa dernière œuvre « L'architecture et les habitations privées en France depuis la Renaissance jusqu'en 1830 », il ne lui a pas été donné d'en recueillir le fruit ; ce ne fut, en effet, qu'après sa mort que la Société des travaux historiques, qui avait mis ce Mémoire au concours, trouva sous la devise « Domus » qui cachait le nom du lauréat, celui de Davioud, et c'est à son gendre, M. Henri Belin, et à son fils que fut dévolu le soin pieux d'aller déposer sur sa tombe ces palmes dernières.

Davioud était encore Président de la « Société pour la propagation des livres d'art » et l'un des fondateurs de cette Société qui rend aujourd'hui de si importants services aux arts et à l'industrie, sous le titre de « Union Centrale des arts décoratifs ».

Je dois dire, cependant, que sur la fin de sa vie, Davioud, trouvant que l'enseignement avait quelque peu dévié de la ligne qu'il aurait désiré lui voir suivre, avait médité la création d'une école spéciale dont il avait rédigé et fait imprimer le programme. Les fonds nécessaires à la création de l'entreprise étaient en partie trouvés, quand un abus de confiance vint la faire échouer. Cet insuccès ne l'avait pas découragé et ce n'était pour lui que partie remise.

Davioud était officier de la Légion d'honneur et membre correspondant de l'Institut des architectes anglais. Sa place était évidemment marquée à l'Académie des Beaux-Arts, et elle n'eût été que la juste récompense de tant et de si utiles travaux.

Les vertus de l'homme privé ne le cédaient en rien à celles de l'homme public, et j'aurais désiré vous introduire au foyer de son modeste et charmant intérieur. — Mais la maison de Davioud était un peu comme celle de Socrate, elle ne s'ouvrait guère que pour une élite d'amis, et, cependant, comme celle souhaitée par Socrate, elle aurait pu être de verre. Seulement, pour le bonheur de Davioud, la compagne dévouée de sa vie n'avait aucun point de ressemblance avec l'acariâtre Xantippe. Madame Davioud, en effet, réalisait l'idéal des épouses, comme elle réalise encore aujourd'hui l'idéal des mères. Sans négliger aucuns des soins du ménage, elle fut la seule institutrice de ses deux filles, et le répétiteur patient de son fils, pour lequel elle s'était rendue familière l'étude du grec et du latin. Elle s'inté-

ressait encore discrètement aux travaux de son mari, qui ne dédaignait pas de la consulter quand le doute venait obscurcir sa pensée. En un mot elle a rempli sa tâche selon la destinée des femmes bien nées, contribuant par son affection, par sa vigilance, au bien-être de la maison, à ce bonheur domestique si rare, heureux partage des cœurs simples et droits.

Que cet hommage public, rendu à cette union si assortie, aille la trouver au milieu de ses enfants en deuil et adoucir, s'il se peut, l'amertume de ses regrets.

Le repas du soir terminé dans les doux épanchements de la plus confiante intimité, Davioud regagnait son cabinet de travail, et là, suivant la belle expression de l'Écriture, sous l'auréole lumineuse de « la Lampe qui veille », il reprenait le travail à peine interrompu.

Une nuit que la lampe avait veillé plus tard encore que d'habitude, jetant un éclat inaccoutumé, Davioud se trouvait dans cet état de surexcitation particulière à ceux dont la pensée s'élève au delà du réel. En cet état, l'esprit dominant la matière, toute sensation corporelle disparaît, les idées arrivent au cerveau nettes et précises ; la main, esclave obéissante, court rapide, la plume verse, le papier boit!... Débarrassée de ses entraves terrestres, l'imagination accomplissait son œuvre, quand, tout à coup, il se sentit pris d'un mal étrange, ses yeux se voilèrent, il se leva pour appeler, mais ses lèvres restèrent muettes et, comme le soldat de Marathon, il s'affaissa sur lui-même, foudroyé par la Victoire.

Ce n'est pas sans dessein, Messieurs, que j'ai comparé la mort de Davioud à celle du glorieux soldat de l'antiquité. La pensée mise au service de l'humanité dans ce qu'elle a de plus élevé, tue aussi sûrement, mais aussi avec autant d'éclat, que l'épée, le soldat combattant pour la défense du sol sacré de la patrie. Et voilà pourquoi la postérité redit avec le même enthousiasme les noms de Phidias, d'Archimède, de Michel-Ange, de Raphaël, de Newton, du Poussin, de ces humbles bienfaiteurs de l'humanité, qui furent les apôtres du Divin Maître, d'Alexandre, de César et de Napoléon. Et encore les noms de ces tueurs d'hommes, de ces destructeurs de villes, de ces fondateurs d'empires qui furent si éphémères, ne sont-ils restés si grands parmi nous que parce que les historiens, les poètes, les architectes et les statuaires, ont raconté leurs actions en les ennoblissant, ont élevé des monuments irrissables à leur mémoire, et divinisé les traits de leurs visages, en les burinant dans le marbre et l'airain!...

Rappelez-vous, Messieurs, qu'au lendemain de la destruction de Thèbes, où la maison de Pindare fut la seule épargnée, Alexandre redoutant les jugements de la postérité, rendit cet édit qui défendait qu'aucun autre qu'Apelles ne peignît les traits héroïques de son visage, qu'aucun autre que Lysippe ne les coulât en bronze (1).

Combien est plus pure et plus certaine la renommée de ceux qui ont voué leur existence tout entière à la recherche la plus absolue du beau, du vrai, du bien. Il vous suffira, pour vous en convaincre, de jeter les yeux sur les parois de cette enceinte pour y rencontrer les noms et les images vénérées de Chaptal, de Lavoisier, de Thénard..... j'allais dire de Dumas, car notre illustre Président, leur digne successeur, l'héritier de leurs sciences et de leurs vertus, peut, en les contemplant, assister, lui vivant, en pleine possession de lui-même, à sa future immortalité !...

Davioud fut un de ces vaillants, la mort l'a surpris jeune encore, combattant le bon combat. Son œuvre est considérable, elle laissera derrière lui sa traînée lumineuse. Ce ne sera donc que justice, Messieurs, si je viens vous demander d'inscrire son nom dans les annales de votre Société, afin que plus tard, quand nous-mêmes, nous aurons disparu de ce bas monde, que les générations auront succédé aux générations, et que Paris, hélas ! ne sera plus sans doute, comme Thèbes, Memphis, Sparte, Athènes et Rome, que cendres et poussière, les historiens, les philosophes, les savants de l'avenir, venus pour interroger ces ruines, y retrouvent le nom de Davioud, et le tiennent, lui et ses œuvres, dans la même estime où nous les aurons tenus nous-mêmes.

NOTICE SUR ÉDOUARD EVRARD, OPTICIEN, MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ,
PAR M. LE ROUX.

Nous aimons à faire revivre dans quelques pages émues les collègues éminents que nous avons perdus, pour les présenter fièrement en exemple à la génération qui nous suit. C'est encore là un genre d'encouragement, le plus puissant peut-être pour les âmes d'élite, celui dont on peut le plus aimer à se sentir digne, sauf à en profiter le plus tard possible.

(1)

« *Edicto vetuit, ne quis se, præter Apellen
Pingeret, aut alius Lysippo duceret æra
Fortis Alexandri vultum simulantia....* »

(Horace, *Épître à Auguste*. Livre II.)

L'idée de cette constatation posthume de notre mérite est une jouissance idéale qui brave la mort et la rend presque aimable. Si blasé qu'on puisse être sur la valeur intrinsèque de la gloire, si récalcitrant qu'on veuille se montrer à l'idée d'une vie future, on ne saurait échapper à ce sentiment intime. Nous sommes heureux de penser que non seulement notre souvenir vivra dans le cœur de ceux qui nous ont connus, mais encore que dans un avenir indéterminé des hommes pourront jeter les yeux sur notre nom et connaître le mérite de nos œuvres.

Le « non omnis moriar » du poète retentit naturellement au fond de nos âmes. On pourrait même dire que ce sentiment est une des conditions de la vie intellectuelle. Sans doute l'industriel de mérite, l'artiste, le savant ne sauraient être indifférents au bien-être matériel qui pourra être le prix immédiat de leurs travaux ou de leurs découvertes, mais ce qu'ils apprécient le plus en lui, c'est la facilité qu'ils y peuvent trouver de poursuivre cet idéal de gloire qui doit assurer à leur nom une auréole d'immortalité. S'efforcer d'être le premier dans son art, telle est la seule préoccupation du véritable artiste ; elle peut d'ailleurs s'allier avec la modestie la plus délicate, et une telle alliance engendre ces existences exemplaires, trésors trop peu connus de travail désintéressé, de science modeste, dont un des modèles les plus achevés fut la carrière de notre regretté collègue Edouard Evrard.

Il y a une dizaine d'années, un événement astronomique d'un intérêt considérable préoccupait les observatoires du monde entier. La planète Vénus devait en 1874 passer entre la Terre et le Soleil, de telle sorte que de certains points de la surface de notre globe, on pourrait voir Vénus se projeter sur le disque solaire sous forme d'une petite tache obscure. De la comparaison des époques auxquelles de deux points de la terre aussi distants que possible on voit, par exemple, entrer cette tache sur le disque solaire, on peut déduire la distance de la Terre au Soleil.

Mais une telle observation se trouve hérissée de difficultés pratiques considérables dont les observations antérieures avaient révélé l'importance. Il fut résolu que les expéditions françaises seraient munies d'instruments réunissant des dispositions spéciales. Une commission académique, présidée par le savant illustre qui dirige nos travaux, fut chargée de déterminer les conditions dans lesquelles devaient être exécutées les observations et préparés les instruments. Cette commission décida qu'il serait construit un certain nombre d'objectifs dans des conditions différant notablement de celles habituellement usitées. La tâche était lourde, car aux difficultés du travail s'ajoutait l'exi-

guité du délai; ce fut cependant l'humble opticien de la rue des Blancs-Manteaux qui l'entreprit et sut la mener à bonne fin. Ce sont les objectifs d'Evrard qui ont servi aux observations du passage de 1874, ce sont eux encore qui, distribués sur différents points du globe, attendaient récemment le passage de 1882.

J'ai eu l'honneur et le plaisir de voir Evrard à l'œuvre : s'il a pu réussir dans les conditions et les délais qui lui étaient imposés, c'est qu'il avait à son service toutes les ressources de la science et de la pratique, accumulées patiemment pendant quarante ans d'un travail opiniâtre.

Comment Evrard avait su devenir l'un des premiers dans son art, acquérir une instruction très étendue malgré la nécessité où il s'était trouvé dès son enfance de subvenir par le travail manuel aux premiers besoins de l'existence, c'est ce qu'il me reste à faire connaître en quelques mots.

Edouard Evrard, né le 16 mars 1811 à Nancy, était le treizième enfant d'un soldat du premier Empire, qui, faisant partie de la désastreuse expédition de Russie, était disparu à la bataille de Leipsick. La veuve restait avec trois enfants; elle vint à Paris pour y chercher du travail. Le jeune Evrard ne reçut d'autre instruction que celle des écoles primaires d'alors. A l'âge de douze ans, il fut placé comme apprenti chez M. Cauchoux, opticien renommé, attaché au Bureau des longitudes et fournisseur de l'Observatoire. A vingt ans, Evrard était un ouvrier consommé, mais il avait déjà senti l'utilité des connaissances théoriques qui lui faisaient défaut pour égaler et même surpasser son maître. On était en 1831, des esprits généreux avaient compris dès cette époque que l'instruction était le premier de tous les bienfaits qu'on pût offrir aux déshérités de la fortune; ils venaient de fonder dans ce but l'Association polytechnique pour l'instruction gratuite des ouvriers. Le jeune Evrard en fréquenta les cours avec le plus grand succès; il fut bientôt en état de suivre le cours d'astronomie que professait Biot à la Sorbonne, et dont une partie notable était consacrée à l'étude des instruments d'optique. Evrard quittait l'atelier pour se rendre aux leçons. Biot qui avait de continuels rapports avec M. Cauchoux, eut bientôt l'occasion de constater le profit que le jeune ouvrier savait tirer de ses leçons; il l'employa même comme préparateur bénévole.

Aucune étude ne rebutait Evrard; après avoir appris tout ce qu'il fallait de mathématiques pour comprendre les traités relatifs à l'optique géométrique, il voulut connaître les auteurs étrangers qui avaient écrit sur ce sujet. Le latin, l'italien, l'anglais, l'allemand, devinrent tour à tour l'objet de ses

études jusqu'à ce qu'il pût s'assimiler les traités écrits dans ces langues.

A la mort de M. Rossin qui avait succédé à Cauchoix, Evrard quitta quelque temps l'atelier pour se livrer à l'enseignement des mathématiques ; mais l'optique était l'objet de sa constante prédilection, et il prit bientôt le poste de chef d'atelier dans la maison Buron, l'une des plus importantes de l'époque au point de vue commercial. C'est en cette qualité qu'il fit partie de la délégation ouvrière envoyée par la Ville de Paris à l'Exposition universelle de Londres en 1851. Après avoir dirigé pendant dix ans l'atelier d'optique de la maison Buron, il s'établit à son compte rue des Blancs-Manteaux. Il y était depuis vingt-deux ans lorsqu'il mourut, succombant à une décomposition du sang occasionnée par un excès de fatigue. La mort le surprit au moment où il allait entreprendre la construction d'un grand objectif pour l'Observatoire de Paris ; il était plein d'enthousiasme pour cette entreprise, non qu'il en espérait tirer une fortune, car il prévoyait qu'il y devrait sacrifier une partie des petites économies de sa laborieuse carrière, mais il en attendait l'honneur d'attacher son nom à un grand monument scientifique.

Par sa modestie, son assiduité au travail, son amour de l'étude, son horreur de toute intrigue, Evrard était un caractère antique. Aussi ne doit-on pas s'étonner qu'il n'ait pas reçu tous les encouragements dont il était digne. Lui qui n'avait jamais travaillé que pour la gloire, il dut trouver bien mesquine la part qui lui fut faite de deux médailles d'argent aux Expositions de 1855 et 1867. Cependant ses produits alimentaient d'importantes maisons de l'étranger ; maisons de grand renom, dont les instruments eussent sans doute semblé moins parfaits si on se fût douté que la partie optique sortait simplement de la rue des Blancs-Manteaux. On ignorait généralement avec quel scrupule tout ce qui sortait des mains d'Evrard était étudié, préparé et vérifié. Les quatre objectifs du passage de Vénus lui ont coûté un travail considérable ; chaque retouche était le résultat de mesures et de calculs numériques nombreux.

Si Evrard connut l'amertume de ne pas se voir suffisamment apprécié de ses contemporains, il eut au moins la joie de partager son existence de travail et d'étude avec une compagne dévouée, qui se transformait souvent en un utile collaborateur. Il n'eut jamais d'enfants, mais il adopta ceux de toute sa famille. Evrard ne fut pas seulement un artiste éminent, ce fut aussi un vaillant cœur.

GRANDE MÉDAILLE DES ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT DE M. DU MONCEL, SUR LES TRAVAUX DE M. GASTON PLANTÉ.

M. Planté, bien connu aujourd'hui par ses batteries secondaires, auxquelles on a donné le nom d'*accumulateurs voltaïques*, est un des savants qui se sont occupés avec le plus de persévérance et de succès des travaux électriques. Dès l'année 1859, il présentait à l'Académie des sciences ses premières recherches sur la polarisation voltaïque.

En analysant avec soin les effets produits dans les voltamètres formés d'électrodes de divers métaux, comme l'avait fait Ritter, il a montré l'importance du rôle que jouait l'oxydation de l'électrode positive au point de vue de la production des courants secondaires.

Les études faites antérieurement sur la polarisation voltaïque avaient eu surtout pour but d'empêcher sa production dans les piles dont elle constituait la principale cause d'affaiblissement, et cette cause avait été très heureusement neutralisée par M. Becquerel dans la pile à deux liquides et à courant constant.

Se plaçant à un autre point de vue, M. Planté a cherché à mettre à profit les courants secondaires pour *accumuler* la force de la pile voltaïque.

Ayant reconnu que la force électro-motrice secondaire d'un voltamètre à lames de plomb dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique, était plus énergique et plus persistante que celle des autres métaux, il a été conduit à construire, en 1860, des couples secondaires d'une grande énergie, qui sont devenus classiques, et dont les applications se multiplient chaque jour.

En étudiant attentivement les actions chimiques produites dans ces couples, M. Planté a pu en augmenter la capacité accumulatrice par une série d'opérations qu'il a désignée sous le nom de *formation*, leur a donné la faculté de conserver leur charge pendant longtemps, et il est parvenu de cette manière à obtenir, pour ainsi dire, l'*emmagasinement* de la force de la pile voltaïque, résultat dont l'industrie pourra tirer peut-être un grand parti.

Considérant cet appareil au point de vue des analogies qu'il présente avec ceux qui servent en mécanique à accumuler les forces, M. Planté en a mesuré le *rendement*, et a reconnu qu'un couple secondaire convenablement formé constituait un *accumulateur* assez parfait du travail de la pile voltaïque.

Il en a signalé de nombreuses applications et tout porte à croire que l'on en réalisera de nouvelles.

Non content d'accumuler le travail d'une pile primaire, M. Planté s'est appliqué à le *transformer*, de manière à obtenir une tension beaucoup plus élevée que celle de la source primitive, à l'aide de batteries ingénieusement disposées, et c'est ainsi qu'il est parvenu à développer, avec deux simples couples de Grove ou de Bunsen, une force électro-motrice égale à 1 200 de ces éléments, en chargeant une batterie de 800 couples secondaires disposés en surface et la déchargeant en tension conformément à la loi de Volta sur l'addition des forces électro-motrices.

Muni d'un appareil d'accumulation et de transformation d'une telle puissance, M. Planté a pu étudier les effets produits par des courants électriques de haute tension, et a observé un grand nombre de phénomènes nouveaux et intéressants, parmi lesquels nous citerons la forme globulaire de l'étincelle elle-même, l'agrégation globulaire des liquides autour de l'une des électrodes, son aspiration et son ascension dans des tubes ou sa projection en gerbes, suivant les conditions des expériences, la production de la lumière électrosilicique, l'attaque et la gravure du verre malgré sa nature isolante, etc. M. Planté a montré, en outre, par l'analogie, le rôle que devait jouer la *quantité* d'électricité jointe à la *tension* dans les grands phénomènes électriques naturels.

Enfin, M. Planté a cherché à transformer encore plus complètement le travail de la pile et à obtenir une tension équivalente à celle de l'électricité statique.

Ce problème semblait déjà résolu sans doute par les appareils d'induction, mais M. Planté y est parvenu d'une autre manière, à l'aide d'un appareil formé d'une série de condensateurs à lames de mica chargés en quantité et déchargés en tension, qu'il a désigné sous le nom de *machine rhéostatique*.

Il a obtenu ainsi une transformation plus complète que par l'induction (car le circuit du courant qui agit sur l'appareil n'est jamais complètement fermé), et une séparation plus parfaite de l'électricité positive et de l'électricité négative aux deux pôles. On a pu épuiser de cette manière, sous forme d'effets statiques, une quantité donnée d'électricité dynamique.

Au moyen de sa machine rhéostatique, M. Planté est parvenu à obtenir des étincelles de 0^m.12 de longueur à l'air libre, sous l'influence de sa batterie secondaire de 800 couples. Cette longueur est proportionnelle, du reste,

au nombre des condensateurs de cette machine. Mais ce qui est le plus curieux dans les effets produits dans ces conditions, ce sont les formes toutes particulières que prend l'étincelle quand elle traverse de la fleur de soufre ou un mélange de soufre et de minium. Les images de ces étincelles, qu'il a pu fixer sur du papier, ont excité l'intérêt de tous les physiciens, car on peut y trouver quelques indications précieuses sur la manière dont se comporte, l'un par rapport à l'autre, les flux positif et négatif.

Avec les décharges produites par la machine rhéostatique disposée en quantité, M. Planté est parvenu à produire des étincelles diversement colorées, et certaines manifestations mécaniques de la décharge qui peuvent jeter un jour nouveau sur ces phénomènes si complexes.

M. Planté ne s'est pas simplement borné à des expériences de laboratoire, il a publié, en 1879, sur tous les phénomènes observés par lui, un volume très intéressant, soigneusement étudié, dans lequel la question des courants secondaires est traitée d'une manière complète, et les nombreuses expériences qu'il rapporte sont du plus grand intérêt.

C'est aussi à M. Planté que la galvanoplastie doit la substitution des électrodes à lames de plomb aux électrodes en fil de platine, qu'on croyait jusque-là indispensables, et l'industrie a tiré un grand parti de cette substitution.

M. Planté depuis plus de vingt ans s'est occupé sans relâche de ces travaux, et leur importance a été tellement appréciée, qu'ils lui valurent l'année dernière les distinctions les plus élevées telles qu'un diplôme d'honneur à l'Exposition d'électricité, le prix Lacaze de l'Institut de France et la décoration de la Légion d'honneur. La Société d'encouragement n'a pas voulu rester en arrière et elle lui a accordé une de ses récompenses les plus élevées, en lui conférant la médaille d'Ampère.

CONCOURS SUR PROGRAMMES SPÉCIAUX

(Prix de 2 500 francs décerné à M. Martin pour un frein pneumatique.)

RAPPORT DE M. BAUDE SUR L'INVENTION DE MM. MARTIN ET DU TREMBLAY.

M. Martin est l'inventeur des freins continus agissant par le vide ; son collaborateur, M. Verdat du Tremblay, est décédé.

On sait que les trains de voyageurs sont aujourd'hui munis de freins

appliqués à chaque wagon et agissant instantanément à la volonté du mécanicien. Sans parler d'un frein électrique dont le principe est dû à M. Achard, deux systèmes de freins se partagent les Compagnies françaises : celui par l'air comprimé, dit : Westinghouse, et celui par le vide, dû à MM. Smith et Hardy.

Nous sommes bien loin d'accuser ces deux honorables ingénieurs de plagiat pour une invention dont ils ne connaissaient peut-être pas l'existence ; mais la similitude du procédé avec celui de M. Martin, dont les brevets remontent au 10 mars 1860, mérite d'être signalée, puisque le pauvre inventeur, oublié aujourd'hui, n'en a guère profité. Un récipient placé sous le tender est revêtu d'une membrane flexible qui se relève lorsqu'on fait le vide ; un piston la suit sous la pression atmosphérique et agit sur les sabots des roues, par une suite de leviers dont l'agencement est très simple. Enfin, le 27 décembre 1860, MM. Martin et du Tremblay prenaient un brevet de perfectionnement substituant un jet de vapeur d'entraînement aux pompes insuffisantes qui devaient produire le vide. Ainsi rien ne manque à la similitude avec les freins à vide de MM. Smith et Hardy.

La Compagnie des chemins de fer de l'Est accueillit, en 1862, les offres de MM. Martin et du Tremblay de faire des expériences en grand. Une machine et un tender furent mis à leur disposition et des essais sérieux furent faits. Malheureusement ces expériences, si bien commencées, furent abandonnées. On en verra la raison si l'on se reporte à l'époque où elles ont été faites, il y a vingt ans. On n'attachait pas alors aux freins continus l'importance que leur a donnée la multiplication des trains de chemins de fer. On redoutait, comme grand inconvénient pour l'exploitation, la difficulté du dételage d'un wagon, bridé par une conduite continue d'un bout du train à l'autre. On doutait de pouvoir faire un vide suffisant et, en effet, les coutures des cuirs de M. Martin laissaient à désirer ; le serrage était incomplet ; enfin l'argent manquait, et soit lassitude de la part d'agents fort occupés d'ailleurs, soit découragement de M. Martin, ce dernier se retira de la lutte.

C'est peut-être l'histoire de bien des inventeurs. La Société tenant à récompenser M. Martin, cet inventeur si digne d'intérêt, aujourd'hui infirme et dans une position malheureuse, lui décerne un prix de 2 500 francs.

Allocation de 2 500 francs à M. Garnier (Henri).**RAPPORT DE M. DAVANNE SUR LES INVENTIONS DE M. GARNIER.**

La Société accorde à M. H. Garnier une allocation de 2 500 francs à titre d'encouragement pour une série d'inventions et de procédés divers auxquels ce travailleur modeste a déjà consacré plus de vingt-cinq années de son existence et qui ont rendu aux arts et à l'industrie des services sérieux.

Parmi ces inventions, nous citerons, en première ligne, l'aciérage des planches gravées en taille-douce.

On sait quelle valeur les artistes et les amateurs attachent aux premières épreuves, dites avant la lettre ; elles ont été tirées, en effet, lorsque la planche n'avait encore subi aucune fatigue, aucune usure, soit par le refoulement du métal par la presse, soit par le frottement des tampons d'encre, elles montrent toute la finesse du travail de l'artiste, mais bientôt la gravure s'altère, et les séries d'épreuves qui se succèdent perdent de plus en plus de leur valeur première aux grands regrets de l'artiste et de l'éditeur.

En 1858, M. Garnier eut l'idée d'utiliser pour la protection des planches de cuivre gravées les procédés électro-chimiques de Jacobi. Le fer, déposé par voie électrique, est d'une très grande résistance ; M. Garnier pensa qu'il n'altérerait en rien la finesse de la gravure en recouvrant le cuivre d'une couche de fer excessivement mince, et qu'il lui donnerait une plus longue durée. Le résultat confirma la théorie, il ne se fait plus maintenant de tirage en taille-douce ayant quelque importance, sans que la planche ait reçu le dépôt de fer galvanique. Bien que celui-ci soit d'une minceur extrême, sa résistance est telle, qu'il y a avantage à recouvrir ainsi même les planches d'acier.

Le tirage des bonnes épreuves est augmenté dans une proportion d'autant plus considérable que l'aciérage d'une même gravure peut être renouvelé plusieurs fois.

Mais avant que l'artiste acceptât de confier à des bains chimiques le résultat d'un long travail, il fallut que de nombreuses expériences et plusieurs années vinssent démontrer tous les avantages de l'opération et en prouver l'innocuité ; aussi, lorsque le procédé fut appliqué d'une manière générale, il y avait longtemps déjà que le brevet presque stérile de l'inventeur était périmé, et, si ses services rendus à l'art, aux graveurs, aux éditeurs, sont

unanimentement reconnus, l'auteur n'en a tiré aucun profit sérieux.

M. Garnier s'est attaché, en outre, à rechercher des méthodes de gravure photographique et plus particulièrement celles basées sur les modifications hygroscopiques que certains corps subissent sous l'influence de la lumière.

C'est ainsi qu'en étendant sur une plaque de cuivre une couche très mince d'une dissolution de sucre et de bichromate d'ammoniaque, M. Garnier obtient, après exposition à la lumière sous un cliché, une impression photographique qui se dessine par un saupoudrage, se prête très bien à la morsure et se transforme en une gravure en taille-douce. Les premiers spécimens de ce procédé, exposés en 1867, valurent à M. Garnier un grand prix à l'Exposition universelle; ils montraient, comme réellement applicables, des procédés de gravure qui, depuis, ont fait de très grands progrès.

Par une autre méthode, à laquelle il a donné le nom d'athmographie, M. Garnier fait absorber des vapeurs d'acide fluorhydrique par les traits gravés d'une planche de cuivre préalablement remplis d'une substance pulvérulente et, reportant cette planche sur une surface enduite de borate de soude et de sucre, il fournit les éléments d'un fluoborate de soude déliquescent; il suffit alors de promener des poudres colorées sur cette surface pour obtenir immédiatement une image de telle coloration que l'on désire, ou un dessin vitrifiable.

Nous retrouvons encore, dans les nombreux travaux de cet inventeur, des essais d'impressions par gravure en creux, ou en relief, ou par lithographie, des études de l'action de la lumière sur le soufre non cristallisé, etc.

La Société, appréciant tout l'intérêt des travaux de M. Garnier, a voulu lui donner un encouragement spécial en ajoutant à la médaille d'or qu'elle lui décerne pour ses nombreuses recherches, une allocation de 2 500 francs.

MÉDAILLES.

I. LISTE DES MÉDAILLES DÉCERNÉES PAR LA SOCIÉTÉ POUR DES INVENTIONS UTILES
OU DES PERFECTIONNEMENTS AUX ARTS INDUSTRIELS.

Nos d'ordre.	NOMS DES LAURÉATS.	NOMS DES RAPORTEURS nommés par les comités.	INVENTIONS OU PERFECTIONNEMENTS qui ont motivé la médaille.
	<i>Médailles d'or.</i>		
	MM.	MM.	
1	BAUDOT.	DU MONCEL.	Télégraphe multiple.
2	BOURDON (Eugène).	HATON.	Anémomètre multiplicateur.
3	CAILLETET.	DEBRAY.	Appareil pour la compression des gaz.
4	CAPGRAND-MOTHES.	CHATIN.	Culture perfectionnée du liège.
5	COMP. PARISIENNE DU GAZ.	LE BLANC.	Becs intensifs d'éclairage au gaz.
6	DELPÉRIER.	DAILLY.	Ferrure à glace des chevaux.
7	DEPREZ (Marcel).	DU MONCEL.	Ensemble de ses travaux relatifs à l'électricité.
8	DUMOULIN-FROMENT.	SEBERT.	Enregistreur électrique.
9	GARNIER.	DAVANNE.	Photogravure, athmogravure et aciérage des planches gravées.
10	JUS.	BOITEL.	Recherches de l'eau dans le Sahara de Constantine.
11	LACROIX.	DUMAS (Etn.).	Fabrication de couleurs et de crayons vitrifiables.
12	LE CYRE.	SEBERT.	Télémètre à retournement.
13	LEFEVRE.	ROY.	Ouvrages sur les opérations commerciales et sur l'enseignement commercial.
14	HENRY-LEPAUTE frères.	REDIER.	Échelle de marée et phare de direction.
15	MANHÈS.	GRUNER.	Traitement du cuivre par l'appareil Bessemer.
16	MULLER et CACHEUX.	LAVOLLÉE.	Association pour les habitations ouvrières.

N ^{os} D'ORDRE.	NOMS DES LAURÉATS.	NOMS DES RAPORTEURS nommés par les comités.	INVENTIONS OU PERFECTIONNEMENTS qui ont motivé les médailles.
17	MM. MUNTZ.	MM. RISLER.	Alimentation des chevaux de trait.
18	SIEMENS (de Dresde).	LE BLANC.	Becs de gaz à air chaud.
Rappel de médailles d'or.			
1	MM. BETZ-PENOT.	MM. TISSERAND.	Mouture perfectionnée du blé dur et du maïs.
2	DUBOSCQ.	BERTIN.	Appareils de physique.
Médailles de platine.			
1	MM. BERLIER.	MM. ROUSSELLE.	Vidange pneumatique des villes.
2	CARPENTIER.	COLLIGNON.	Frein funiculaire.
3	DESGRANDCHAMPS.	PIHET.	Développement de l'emploi de la fraise.
4	GALLOIS.	GIRARD.	Épuisement des pulpes des sucreries.
5	JARRE.	HATON. VOISIN-BEY.	Pompe hydro-pneumatique. — Hausses de barrages. — Robinets de conduite de gaz.
6	MAISTRE.	RISLER.	Culture des vignes phylloxérées.
7	RICHARD.	SEBERT.	Météorographe.
8	SAVIGNON (DE).	RISLER.	Étude sur la production de la laine en Australie.
9	SOLIGNAC.	BERTIN.	Lampe électrique.
Médailles d'argent.			
1	MM. BIRKEL.	MM. GRUNER.	Lampe de sûreté pour les mines.
2	CACAULT.	LUYNES (DE).	Photographie sur émail.
3	COMPAGNIE DU CELLULOÏD.	VINCENT.	Industrie nouvelle.

N ^o D'ORDRE.	NOMS DES LAURÉATS.	NOMS DES RAPORTEURS nommés par les comités.	INVENTIONS OU PERFECTIONNEMENTS qui ont motivé les médailles.
4	MM. DAVID, collaborateur de M. MANHÈS.	MM. GRUNER.	Traitement du cuivre par l'appareil Bes- semer.
5	LA NOE (DE).	DAVANNE. GOULIER.	Procédés de topogravure. — Composteur pour l'impression des écritures sur les cartes.
6	OTTO-LELM.	SEBERT.	Autocopiste noir.
7	POIROT.	PIHET. PIERRE.	Monte-charges. — Courroie pour raccom- modage des brancards de voitures.
Médailles de bronze.			
1	MM. GALIBERT.	MM. REDIER.	Feuillage artificiel.
2	PORTER MICHAELS.	PELIGOT.	Besicles perfectionnées.
3	RAFFARD.	COLLIGNON.	Importations diverses. — Application du frein funiculaire.
4	SOURDAT.	SEBERT.	Fers à souder.

Les secrétaires du Conseil de la Société,

CH. DE LABOULAYE.

E. PELIGOT,
Membre de l'Institut.

DISTRIBUTION DES MÉDAILLES.

MÉDAILLES DÉCERNÉES POUR DES INVENTIONS UTILES OU DES PERFECTIONNEMENTS
DANS LES ARTS INDUSTRIELS.

(Extraits des Rapports des différents comités.)

(Voir le tableau I.)

Médailles d'or.

1. TÉLÉGRAPHE *multiple*, par M. Baudot, au ministère des Postes et Télégraphes, à Paris.

Pour augmenter la rapidité de transmission des dépêches télégraphiques, M. Baudot a imaginé un système de télégraphe multiple au moyen duquel tous les instants pendant lesquels une ligne télégraphique est inoccupée dans le mode de transmission ordinaire des dépêches, se trouvent utilisés pour la transmission d'autres dépêches, et cela par une liaison successive de la ligne avec plusieurs appareils télégraphiques disposés de manière à pouvoir transmettre toutes les lettres de l'alphabet et les chiffres, au moyen de cinq signaux élémentaires seulement. Ces appareils marchant synchroniquement aux deux stations, et étant appelés à fournir chacun successivement les combinaisons de signaux, correspondant aux différentes lettres à transmettre dans l'intervalle de temps que met la roue imprimante à faire un tour sur elle-même, c'est-à-dire en une seconde environ, il arrive que les employés manœuvrant simultanément à chaque seconde leur clavier transmetteur, pour l'émission d'une lettre, peuvent, par suite de la liaison successive de leur appareil avec la ligne, imprimer autant de lettres qu'il y a d'appareils, et par conséquent augmenter dans un grand rapport le rendement des lignes télégraphiques, qui peuvent transmettre en effet de cette manière plus de 160 dépêches de 20 mots par heure.

Pour résoudre ce problème il a fallu avoir recours à un grand nombre de combinaisons mécaniques et électriques de l'ordre le plus élevé, et M. Baudot y est parvenu de la manière la plus remarquable et la plus heureuse. Son appareil est réellement un chef-d'œuvre de mécanique et a fait l'admiration de tous les techniciens. Aussi a-t-il été déjà, pour son auteur, l'objet des ré-

compenses les plus élevées à nos deux dernières expositions internationales. La Société d'encouragement voulant de son côté exprimer à M. Baudot tout l'intérêt qu'elle prend à ses beaux travaux, lui a conféré une médaille d'or, c'est-à-dire sa plus haute récompense.

2. ANÉMOMÈTRE *multiplicateur*, par M. Eug. Bourdon,
rue du Faubourg-du-Temple, 74, à Paris.

M. Bourdon, dont le nom a été tant de fois applaudi dans cette enceinte, a encore fait cette année à la Société une présentation qui a paru à votre Conseil digne du plus haut intérêt : celle d'anémomètres enregistreurs de son invention. A côté d'ingénieuses dispositions dignes de l'esprit inventif de leur auteur, ces appareils présentent surtout un principe général d'une très haute importance, celui de la superposition des effets des systèmes d'ajustages convergents-divergents, qu'on obtient en les disposant en série, chacun dans la raréfaction produite par le précédent. On arrive ainsi à faire croître cette dépression suivant une progression géométrique et à rendre par là facilement appréciables des effets qui fussent autrefois demeurés tout à fait inaperçus. Frappé de l'avenir de cette invention, votre Conseil n'a pas hésité à vous proposer de décerner à M. Bourdon une médaille d'or.

3. POMPE *pour la compression des gaz*, par M. Cailletet,
à Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or).

Les travaux classiques de Faraday sur la liquéfaction des gaz, ont doté l'industrie de moyens économiques de produire des froids intenses. L'industrie se sert en effet, aujourd'hui, de machines où elle utilise, pour d'importantes applications, les froids produits par l'évaporation des gaz sulfureux, ammoniac, chlorure et oxyde de méthyle. Mais la limite des froids que l'on peut obtenir serait singulièrement reculée, si l'on possédait des moyens pratiques de liquéfier des gaz plus fixes encore que les précédents.

Jusqu'ici les pompes de compression connues, étaient impuissantes ou tout au moins défectueuses à cause de leur espace nuisible. M. Cailletet, à qui l'on doit de belles recherches sur la liquéfaction des gaz, a résolu récemment, d'une manière très ingénieuse, le problème délicat de la construction d'une pompe sans espace nuisible, avec laquelle il obtient facilement le protoxyde d'azote, l'acide carbonique et même l'éthylène liquides en telle quantité qu'on le désire.

C'est un nouveau et important progrès dans la production pratique des froids intenses, que la Société d'encouragement récompense d'une médaille d'or.

4. NOUVELLE CULTURE *du chêne-liège*, par M. Capgrand-Mothes,
cité Trévisé, 20, à Paris.

La Société d'encouragement a reçu, dans sa séance du 25 février 1881, de M. Capgrand-Mothes, propriétaire de bois de chêne-liège dans le Lot-et-Garonne, communication d'un nouveau procédé de culture du chêne-liège, lequel permet de récolter une écorce de première qualité, sans les croûtes et crevasses qui font perdre une partie notable du produit, et d'avancer d'un an la récolte sur tous les arbres déjà démaselés.

Rappeler que la France possède, en dehors de l'Algérie qui à elle seule compte 430 000 hectares de chêne-liège, dix départements producteurs de cet arbre si utile, c'est dire l'intérêt des pratiques de M. Capgrand-Mothes.

Je ne rentrerai pas dans le détail de cette importante communication dont vous avez décidé, dans la séance du 13 mai 1881, l'insertion au *Bulletin*, ainsi que celle du Rapport adopté en comité.

Mais ce que je ne peux omettre de dire aujourd'hui, c'est que, depuis les premiers mois de 1881, la question a pris une telle extension que l'Administration des forêts domaniales n'a pu y rester indifférente.

Elle a en conséquence chargé M. l'inspecteur Poucin de se rendre sur les lieux où M. Capgrand-Mothes applique sa méthode, afin d'en suivre les applications et d'en vérifier les résultats.

Les observations faites par M. Poucin ont été consignées dans un savant et consciencieux Rapport dont voici la conclusion :

« Comme conclusion, nous sommes d'avis que le système de M. Capgrand-Mothes devant considérablement augmenter le revenu des forêts de chêne-liège et fournir un moyen avantageux de mettre en valeur les terrains sili-
« ceux du Midi et du Sud-Ouest de la France, qui ne donnent jusqu'à
« présent que des Pins maritimes ou de la Bruyère, il y a lieu d'en vulgariser
« l'emploi, ou bien en achetant le brevet au profit du domaine public ou
« mieux, et pour plus d'efficacité, en imposant aux fermiers des forêts sou-
« mises au régime forestier l'obligation d'exploiter les chênes-lièges par le
« procédé Capgrand-Mothes. »

Cette appréciation par un inspecteur des forêts de l'État justifie l'accueil

fait tout d'abord par le comité d'agriculture à la communication de M. Capgrand-Mothes, accueil auquel vous vous associez en ordonnant, comme première récompense de l'auteur et dans le but d'aider à la vulgarisation de sa méthode si rationnelle, l'insertion dans le *Bulletin*.

Dans le cours de l'année qui finit, la Société des agriculteurs de France, les départements des Landes, de la Gironde et du Var, pour lesquels la culture et l'exploitation du chêne-liège ont une si grande importance, ont successivement accordé à M. Capgrand-Mothes leurs plus hautes récompenses; notre Société, qui ne saurait rester en arrière, témoigne de nouveau de tout l'intérêt qu'elle attache à son procédé de culture en lui décernant aujourd'hui sa médaille d'or.

5. *Becs intensifs d'éclairage au gaz*, par la Compagnie Parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz, rue Condorcet, 6, à Paris.

Depuis les essais d'éclairage électrique, principalement celui du système Jablochkoff, en 1878, l'éclairage de la voie publique par des becs à gaz ordinaires a paru insuffisant, dans certains cas.

De différents côtés, on se mit à l'étude pour amplifier la consommation de gaz, à l'effet de réaliser des foyers lumineux de 12 à 20 carrels. Nous citons, dans notre Rapport développé, les auteurs de divers systèmes. La Compagnie Parisienne a résolu le problème d'une manière qui offre toute sécurité dans le fonctionnement. Remarquons qu'un gros foyer lumineux est plus économique, à lumière égale (eu égard à la consommation de gaz), que l'assemblage de nombreux becs de faible débit de gaz. Le nouveau système, appliqué d'abord rue du Quatre-Septembre, peu après l'installation des foyers électriques dans l'avenue de l'Opéra, se compose de 6 becs papillons disposés tangentiellement à un cercle de 15 centimètres de diamètre. Deux coupes en cristal, placées à la partie inférieure, produisent deux courants d'air, l'un intérieur, l'autre extérieur, qui déterminent le tirage et préservent les verres de la lanterne contre une température trop élevée.

La lanterne est surmontée de deux chapiteaux, l'un en porcelaine, formant réflecteur, l'autre en métal. Le brûleur renferme, aussi, un bec central brûlant isolément, après minuit, et un petit bec brûlant d'une manière continue, en veilleuse, et qui sert à l'allumage de la couronne lumineuse, par la manœuvre d'un robinet à 3 voies. Celui-ci permet de donner l'éclairage total, ou l'éclairage restreint, après minuit, sans ouvrir la lanterne. Le régulateur

rhéométrique inférieur a pour but d'assurer la constance du débit, quelle que soit la pression du gaz dans les conduits de la Ville.

Ces becs intensifs qui se sont successivement multipliés dans les divers quartiers de Paris, à la demande de l'Édilité Parisienne, consomment 4 400 litres de gaz à l'heure, environ, en donnant une lumière équivalente à celle de 13 carcels réglementaires, au moins.

Il nous paraît équitable de citer comme coopérateurs : MM. Forqueray, Brisac et Lefèvre, ingénieurs de la Compagnie.

La Société décerne à la Compagnie Parisienne du gaz une médaille d'or.

6. FERRURE à *glace des chevaux*, par M. Delpérier, rue de la Barouillère, 3, à Paris.

On fixe avec des clous sous les pieds des chevaux qui ont à traîner, sur nos routes formées de matériaux d'une grande dureté, de lourdes charges, une armature en fer qui a reçu le nom de ferrure.

Lorsque la gelée vient à rendre les routes glissantes, le cheval ne peut plus, avec sa ferrure ordinaire, trouver, pour se mouvoir, un point d'appui ferme sur le sol. On a alors recours à divers systèmes de ferrure à glace dans lesquels on pose sous les pieds du cheval des fers spéciaux, ou dans lesquels on applique aux fers ordinaires des appendices susceptibles de s'opposer au glissement du cheval sur le sol.

Le système de ferrure à glace généralement adopté à Paris, consiste à retirer du fer du cheval, trois ou quatre clous, à têtes peu saillantes, employés pour la ferrure ordinaire, et à les remplacer par un nombre égal de clous, appelés clous à glace, qui sont garnis de têtes formant sur le fer une saillie dont la hauteur varie, suivant la nature des travaux auxquels sont soumis les chevaux, de 8 à 15 millimètres.

Le froid rend la pose des clous à glace difficile et des piqûres sont à craindre pour le pied du cheval, si l'opération n'est pas faite par un ouvrier maréchal.

M. Delpérier a inventé, vers 1865, une ferrure à glace qui permet de se servir de fers ordinaires, dans lesquels on pratique, avant de les fixer aux pieds des chevaux, quatre étampures supplémentaires dont deux sont toujours au talon.

Ces étampures supplémentaires, au lieu d'être perpendiculaires au plan du fer, sont obliques en dehors, de manière à s'ouvrir sur le bord externe

du fer. Dans ces étampures supplémentaires, on introduit un clou dont la tête, semblable à celle des clous à glace ordinaires, se trouve munie d'un collet oblique et d'une tige très courte. Le clou n'entre pas dans le sabot ; il sort sur le bord supérieur externe du fer et il est rivé sur le fer lui-même.

Ce cloutage, avec lequel on n'a plus à craindre de déchirer la corne et d'attaquer les parties vives du sabot, peut être opéré par la première personne venue.

M. Delpérier a inventé un instrument ingénieux qui est d'un prix modique pour la pose de ses clous à glace.

A l'armée, où l'on emploie seulement deux ou trois maréchaux-ferrants par escadron, il n'est pas possible, lorsque la gelée rend le sol glissant, de mettre rapidement les chevaux de tout un régiment en état de tenir campagne. Avec le système de ferrure à glace de M. Delpérier, deux soldats s'entr'aidant pourraient ferrer à glace, dans un quart d'heure, leurs deux chevaux. Un régiment tout entier pourrait ainsi, dans ce court espace de temps, avoir tous ses chevaux munis de clous à glace.

Le système de ferrure à glace de M. Delpérier a été adopté à Paris par la Compagnie Générale des Omnibus et par d'autres grandes administrations, et elle est appliquée pour les chevaux de luxe dans divers ateliers de maréchalerie.

Le Conseil d'administration a jugé qu'il y avait lieu d'accorder à M. Delpérier, dans cette séance générale, une médaille d'or pour le récompenser des progrès qu'a fait réaliser à la maréchalerie, son importante invention de ferrure à glace.

7. ENSEMBLE *de travaux relatifs à l'électricité*, par M. Marcel Deprez, rue de Rennes, 101, à Paris.

Les travaux de M. Marcel Deprez sont si nombreux et si importants que la Société d'encouragement a dû se borner à l'examen de ceux qui sont relatifs à l'électricité.

Les premières études de ce genre auxquelles s'est livré M. Deprez ont eu pour but l'enregistrement des phénomènes très rapides, tels que le mouvement d'un projectile dans l'âme d'une bouche à feu. Après de longues et patientes recherches sur la vitesse d'aimantation et de désaimantation des électro-aimants, il fut amené à créer des types d'enregistreurs électriques différant entièrement de ceux qu'on avait employés avant lui dans les appa-

reils chronographiques. Ces enregistreurs, de très petites dimensions, peuvent donner jusqu'à deux mille signaux dans une seconde et l'erreur qui peut affecter ces signaux est bien inférieure à un cent-millième de seconde. Aussi leur emploi s'est-il généralisé parmi les savants qui se livrent à des études exigeant l'inscription précise des plus petits intervalles de temps.

Une fois en possession de ces moyens de recherche si précis, M. Marcel Deprez les appliqua avec l'aide de notre collègue M. le colonel Sebert, à l'étude si épineuse et si importante de la balistique intérieure. Dans de nombreuses publications, dont quelques-unes ont été reproduites dans notre *Bulletin*, M. Sebert a fait connaître les résultats de ces recherches d'une manière suffisamment complète pour qu'il soit inutile d'insister davantage sur ce sujet.

M. Deprez appliqua ensuite ses enregistreurs à l'étude expérimentale des lois qui régissent le travail de la vapeur dans les cylindres des machines locomotives. Mais il dut alors résoudre de nouveaux et difficiles problèmes, parmi lesquels nous nous contenterons de citer celui qui consiste à obtenir, à distance, et en produisant un travail mécanique, le synchronisme rigoureux du mouvement de rotation de deux axes dont l'un est animé d'une vitesse variable.

L'ensemble de ces appareils a figuré à l'Exposition universelle de 1878, ainsi qu'à l'Exposition d'électricité de 1881, dans le wagon d'expériences de la Compagnie du chemin de fer de l'Est.

M. Deprez imagina ensuite le moteur électrique bien connu, qui porte son nom et qui a servi de point de départ à de nombreuses imitations.

Le premier galvanomètre industriel à indications rapides et précises, et qui est aux anciens galvanomètres ce que le manomètre métallique est aux manomètres à mercure, lui est dû également. Après le galvanomètre destiné à la mesure de l'intensité des courants employés dans l'industrie, M. Deprez a fait connaître le premier compteur d'électricité remplissant les conditions auxquelles doivent satisfaire les appareils de ce genre; il lui a donné le nom de *mesureur d'énergie*.

Puis sont venus successivement :

D'abord un système de distribution de l'électricité basé sur des principes théoriques entièrement nouveaux et grâce auquel l'indépendance complète du fonctionnement des appareils utilisateurs du courant est obtenue sans l'emploi d'aucun mécanisme.

En second lieu, de longues recherches expérimentales destinées à corroborer les principes théoriques auxquels M. Deprez était arrivé relativement

au transport de la force à grande distance. Ces recherches, qui ont pleinement confirmé les vues théoriques de leur auteur, ont abouti à l'importante expérience faite entre Miesbach et Munich, dans laquelle une force de un demi-cheval a été transportée à une distance de 57 kilomètres à l'aide d'un simple fil télégraphique ordinaire de 114 kilomètres de longueur. Il est à peine nécessaire d'insister sur l'avenir des applications dont cette expérience permet d'affirmer dès à présent la possibilité. Elle rendra possible l'utilisation des immenses forces naturelles qui sont aujourd'hui perdues dans notre pays.

M. Marcel Deprez a été deux fois lauréat de l'Institut, le jury de l'Exposition de 1878 lui a décerné une médaille d'or, celui de l'Exposition d'électricité un diplôme d'honneur, la Société d'encouragement a cru devoir lui exprimer la haute valeur qu'elle reconnaît à ses travaux en lui conférant une médaille d'or, sa première récompense.

8. COMPTEUR TOTALISATEUR *électrique et instruments de précision*, par M. Dumoulin-Froment, rue Notre-Dame-des-Champs, 85, à Paris.

M. Dumoulin, gendre et successeur de notre regretté collègue Froment, est bien connu de la Société, à laquelle il a déjà présenté de nombreux appareils ingénieux, construits dans la maison qu'il dirige.

En dernier lieu, il lui a soumis un compteur totalisateur électrique, destiné à enregistrer, à chaque instant, sur une série de cadrans, le total des indications inscrites sur autant de cadrans semblables par un certain nombre de compteurs fonctionnant simultanément et indépendamment les uns des autres.

Cet appareil a été appliqué à l'inscription des quantités de gaz d'éclairage lancées dans la canalisation de Paris par les usines de la Compagnie du gaz.

Il présente d'ingénieuses dispositions pour éviter les causes d'erreurs qui pourraient provenir de la simultanéité de mise en marche des rouages des compteurs élémentaires dont il doit totaliser les indications.

Pour reconnaître le mérite de cet appareil et de ceux provenant de la même maison qu'elle a eu précédemment l'occasion d'apprécier, la Société décerne à M. Dumoulin une médaille d'or pour l'ensemble des appareils qu'il lui a déjà soumis.

9. PHOTOGRAVURE, *athmogravure et aciérage des planches gravées*,
par M. H. Garnier, rue Morère, 15 bis, Paris-Montrouge.

Voir le Rapport précédent de M. Davanne au sujet de l'allocation de 2 500 francs accordée à M. H. Garnier.

10. SONDAGES *artésiens et culture du dattier dans le Sahara de Constantine*,
par M. Jus, à Batna (province de Constantine).

M. Jus a étudié avec beaucoup de soin les eaux souterraines du Sahara de la province de Constantine; il a décrit les principales oasis de cette partie de l'Algérie et fourni des renseignements particulièrement sur les habitations de ces oasis et sur la culture du dattier.

Ses recherches d'eau ont puissamment contribué au développement et à la prospérité de ces oasis. Ce sont là des services importants qui justifient parfaitement la médaille d'or que lui accorde le comité d'agriculture.

11. FABRICATION *de couleurs et de crayons vitrifiables*, par M. Lacroix,
avenue Parmentier, 186, à Paris.

Le modeste laboratoire dans lequel M. Lacroix préparait, avec un seul aide, les couleurs qui lui ont valu, en 1865, une médaille d'argent, est devenu maintenant une usine importante. Plus de cinquante ouvriers y préparent journellement environ 60 kilogrammes de couleurs vitrifiables.

Les nombreux perfectionnements introduits dans cette fabrication par M. Lacroix, les formes variées sous lesquelles il les présente aux artistes, l'activité avec laquelle il adopte et propage les inventions relatives à l'emploi et à la cuisson de ces couleurs, ont fait de cet atelier, où il a vraiment créé une industrie nouvelle, un centre précieux pour l'art de la décoration céramique.

Le comité des beaux-arts pense qu'une médaille d'or décernée par la Société d'encouragement doit venir prendre place parmi les nombreuses récompenses que M. Lacroix a déjà obtenues aux expositions où il a figuré.

12. TÉLÉMÈTRES *répétiteurs à retournement*, par M. Le Cyre,
avenue Trudaine, 11, à Paris.

Depuis près de vingt ans, M. Le Cyre a consacré son temps au perfection-

nement des appareils à réflexion destinés à la mesure instantanée des distances.

Dès 1863, il imaginait et construisait un télémètre portatif, à réflexion simple, auquel, par l'application du principe du retournement et de la répétition des visées, il parvenait à donner une précision très supérieure à celle qu'on avait obtenue, jusqu'à ce jour, d'appareils de ce genre.

En 1867, en appliquant à cet appareil la double réflexion, il le rendait susceptible d'être employé à bord des navires, malgré la mobilité de l'opérateur.

Successivement perfectionné dans ses détails, cet appareil a pu être adopté à l'étranger, pour le service des bâtiments de guerre.

M. Le Cyre ne s'est pas borné à ce genre d'instruments portatifs ; en ajoutant à des télémètres analogues, mais de grandes dimensions, des organes de collimation, pour faciliter le réglage, il a pu construire de grands télémètres fixes, applicables à la mesure des distances dans les batteries de côte et combiner des appareils du même genre, destinés à être transportés sur voitures pour les opérations militaires.

En ayant recours, en outre, à un système de décomposition des mouvements d'oscillation, suivant deux axes rectangulaires, il a pu enfin établir des télémètres oscillants, qui pourraient être placés à poste fixe, à bord des navires, et permettraient de suivre constamment le but dont on veut connaître la distance, malgré les mouvements de roulis et de tangage.

La Société décerne une médaille d'or à M. Le Cyre, pour l'ensemble de ses savants et remarquables travaux.

13. *OUVRAGE sur les opérations commerciales et sur l'enseignement commercial*, par M. Lefèvre, avenue de Villiers, 110, à Paris.

M. H. Lefèvre a présenté à la Société d'encouragement son livre intitulé : *Le Change et la Banque*, dans lequel il nous montre d'une manière claire et saisissante les règles qui régissent les opérations de banque, l'art de payer et de recevoir.

M. Lefèvre a été à bonne école ; secrétaire de feu M. le baron James de Rothschild, il a pu étudier de près les phénomènes économiques auxquels sont dues les variations dans les cours du papier sur l'étranger : il a pu nous donner une méthode raisonnée des changes et des arbitrages.

Des rapports monétaires internationaux, M. Lefèvre déduit des règles invariables qui deviennent pour ainsi dire des axiomes commerciaux.

C'est une science indépendante que celle de la banque et du commerce, il ne suffit pas de produire, il faut vendre, il faut écouler les objets fabriqués dans nos manufactures, les échanger contre d'autres ou contre les métaux précieux qui en représentent la valeur. La Société d'encouragement a voulu prouver qu'elle tient en estime cet art de payer et de recevoir si bien expliqué dans le livre de M. Lefèvre, et vous propose d'offrir à l'auteur une médaille d'or, en l'assurant de l'intérêt qu'elle a pris à la lecture de son ouvrage.

14. *ÉCHELLE DE MARÉE et phare de direction*, par MM. Henry-Lepaute frères, rue Lafayette, 6, à Paris.

MM. Henry-Lepaute fils vous ont présenté deux appareils : l'un, construit d'après les indications de M. Crépin, ingénieur des ports de Dunkerque et de Gravelines, est installé depuis près de deux ans dans ce dernier port.

Il est destiné à enregistrer et à contrôler les manœuvres d'eau qui doivent s'exécuter dans le port de Gravelines et la tenue régulière du niveau de la rivière l'Aa, pour assurer les services de dessèchement et d'irrigation. L'appareil trace automatiquement non seulement la courbe représentative des variations du niveau de l'Aa, mais à l'aide de styles spéciaux, il indique aussi le moment où ce niveau a dépassé les limites fixées chaque jour par le bureau du Port et la durée du temps qu'il a fallu pour ramener ce niveau dans les limites prescrites.

Le second appareil, commandé par le gouvernement Suédois, est un phare de quatrième ordre, dont l'apparence peut être modifiée au moyen d'écrans pivotants mobiles, disposés en deux groupes de quatre écrans ; chacun d'eux animé d'un mouvement alternatif d'un rythme spécial. En outre, l'ensemble peut se déplacer soit circulairement et concentriquement au foyer lumineux, soit suivant des rayons passant par l'axe de chaque écran, de façon à éloigner ou rapprocher ces écrans de l'appareil.

On veut ainsi chercher à caractériser d'une façon nette les deux côtés d'un angle éclairé par un feu de direction et à varier l'étendue de cet angle.

La nouveauté de ces constructions, la manière savante dont elles ont été entendues, et le fini de leurs éléments, en font des œuvres de premier ordre et votre Conseil a jugé que la médaille d'or devait être décernée à MM. Henry-Lepaute fils, pour ces remarquables travaux.

Messieurs, votre Comité ne croit pas amoindrir le mérite des lauréats, en constatant la part qui revient à la tradition, dans la merveilleuse exécution

de ces travaux. Ce sont les fils de la cinquième génération que vous allez couronner, et il y a plus d'un siècle et demi que Lepaute créait le modèle moderne des horloges publiques.

Ce modèle n'a subi que les transformations amenées par les progrès des sciences appliquées à l'industrie.

En parlant de la tradition, votre Comité exprime ainsi la pensée que son esprit doit être encouragé dans les familles industrielles. Le nom des Lepaute était inscrit sur le cadran de l'ancien Hôtel de Ville, et votre Comité désire constater ici que MM. Henry-Lepaute, les arrière-petits-fils du constructeur de cette horloge célèbre, ont offert généreusement de la remplacer par une horloge du même nom, certainement de construction supérieure, et ont fait hommage de ce travail considérable à la ville de Paris.

15. TRAITEMENT DU CUIVRE *par l'appareil Bessemer*, par M. Manhès, à Lyon.

On a cherché à appliquer, en Angleterre, il y a quelques années, le procédé Bessemer au traitement des composés sulfurés du cuivre. On n'a pas réussi.

Les essais furent repris, il y a trois ans environ, par M. P. Manhès, de Lyon, dans une usine à cuivre qu'il possède aux environs d'Avignon. Après de nombreuses tentatives également infructueuses, il eut l'idée d'injecter le vent horizontalement et non par le fond même de l'appareil. Dès lors le succès fut complet, et depuis plus d'un an le procédé nouveau fonctionne régulièrement à Eguilles, près de Sorgues (Vaucluse). Il offre des avantages considérables comme célérité et prix de revient. La Société d'encouragement vote à M. P. Manhès une médaille d'or pour cette nouvelle application de *l'affinage pneumatique*.

A son collaborateur, M. David, autrefois ingénieur, aujourd'hui directeur de l'usine d'Eguilles, la Société accorde une médaille d'argent.

16. ASSOCIATION *pour les habitations ouvrières*, par MM. E. Muller et E. Cacheux, quai Saint-Michel, 25, à Paris.

Une médaille d'or est décernée à MM. Emile Muller et Emile Cacheux, pour leurs travaux relatifs aux habitations ouvrières.

Le nom de M. Emile Muller est attaché à la construction de la cité ouvrière de Mulhouse, qui compte aujourd'hui plus de mille maisons. L'éminent architecte a, en outre, publié d'importants écrits destinés à propager les procédés les plus propres à installer les logements d'ouvriers.

M. Emile Cacheux a été l'utile collaborateur de M. Muller, pour la publication du livre intitulé : *Les Habitations ouvrières en tous pays*, livre qui a obtenu une médaille d'or à l'Exposition universelle. Il s'est appliqué, avec le zèle le plus louable, à l'étude des moyens les plus efficaces pour améliorer le logement des ouvriers à Paris.

En décernant une médaille d'or, le Conseil de la Société d'encouragement marque tout à la fois la haute estime dans laquelle il tient les travaux de MM. Muller et Cacheux, et l'importance qu'il attache à toutes les études qui intéressent les populations ouvrières.

17. ALIMENTATION *des chevaux de trait*, par M. Müntz, rue Pernelle, 8, à Paris.

Après avoir fait, depuis cinquante ans, assez de progrès dans la théorie des engrais pour donner à la pratique des moyens sûrs d'accroître la production des plantes, la chimie agricole s'est mise à étudier le problème de la transformation des fourrages en viande, lait ou force, par l'alimentation des animaux domestiques.

Le premier effort pour sortir des habitudes reçues, a été l'emploi de la balance pour déterminer le rapport entre un certain poids de foin ou de son, équivalant en autres aliments et en produits animaux qui leur correspondent. Puis est venue l'analyse des fourrages, avec la détermination des principes immédiats qu'ils contiennent, et de la part spéciale que chacun d'eux prend dans l'alimentation.

C'est à M. Boussingault que nous devons les premiers travaux faits dans ce sens. Mais ensuite, nous nous sommes laissé devancer par les Allemands. Les chimistes habiles ne nous manquaient pas, mais ils n'avaient pas à leur disposition les magnifiques stations expérimentales de Munich, de Leipzig et de Goettingue et, pendant cette période, nous n'avons pu que recueillir, grâce aux traductions de M. Grandeau, les fruits des travaux de nos voisins plus heureux que nous.

Depuis quelques années cependant, la ferme expérimentale de Joinville-le-Pont, annexe de l'Institut agronomique, a permis à M. A. Müntz, chef des travaux chimiques, de reprendre avec la sûreté de méthode qu'il doit à son maître, la série des travaux que celui-ci avait jadis inaugurés à Pechelbronn. M. Müntz a été secondé par notre collègue M. Lavallard, qui lui a prêté comme lieu d'expérimentation, l'immense cavalerie de la Compagnie générale des omnibus, qu'il administre avec tant de succès. Dans ces condi-

tions, M. Achille Müntz a fait une longue série de recherches pour déterminer le rapport entre la ration alimentaire du cheval et la production de la force. Ces travaux sont non seulement importants au point de vue théorique, mais, comme la bonne théorie est toujours pratique, leurs résultats se traduisent par une économie considérable dans l'alimentation des chevaux de la Compagnie générale des omnibus, et, quand elles sont étendues à la production de la viande et du lait pour les autres animaux domestiques, il en résulte un rendement considérable de richesse pour la France.

La Société accorde à M. Müntz une médaille d'or.

18. BECS DE GAZ *intensifs à air chaud*, par M. Frédéric Siemens (de Dresde).

M. Frédéric Siemens est déjà bien connu par ses fours à chaleur régénérée, qui ont opéré une sorte de révolution dans le chauffage des fours employés dans diverses industries. Le bec intensif à gaz, dont il est l'inventeur, est fondé sur le même principe de la récupération de la chaleur de combustion du gaz (1). L'appareil se compose, essentiellement, d'un *brûleur* proprement dit et d'un *régénérateur*, dans lequel l'air s'échauffe au contact des parois de la chambre, où circule une partie des produits de la combustion ; l'appareil possède, en outre, une *cheminée d'appel*.

Le régénérateur en fonte ou en bronze, est au-dessous de la flamme et la cheminée surmonte le brûleur. Ces becs intensifs ont un rendement beaucoup plus élevé que les becs intensifs des autres systèmes.

Il s'est formé, à Paris, une Société pour la construction des becs Siemens, auxquels ont été apportées quelques modifications favorables à l'effet, lorsqu'il ne s'agit pas d'éclairer seulement des ateliers. On voit actuellement des becs Siemens, au chemin de fer de l'Est, dans les diverses expositions de Panoramas et chez plusieurs industriels, à Paris.

L'appareil Siemens primitif, bien que très favorable, comme rendement de lumière, mais manquant d'élégance, n'avait pas obtenu de succès d'après un spécimen établi, primitivement, place du Carrousel ; la Compagnie pari-

(1) Il est juste de rappeler qu'il y a environ vingt-six ans, un ingénieur-constructeur français, distingué, M. *Chaussonot aîné*, avait réalisé, en vertu du même principe, un accroissement très marqué du pouvoir éclairant de la flamme d'un bec d'Argand, brûlant du gaz de l'éclairage. A cet effet, il alimentait la combustion par de l'air chauffé au moyen d'un dispositif résultant de l'emploi de deux cheminées concentriques en cristal. (*Bulletin*, 1^{re} série, t. XXXVI, page 98, année 1837.)

sienne du gaz, frappée de cet inconvénient, a étudié, de son côté, les modifications qui permettent d'obtenir des formes et des dimensions de lanternes plus acceptables. La cheminée d'appel a été diminuée de manière à être dissimulée dans le chapiteau de la lanterne, la conduite latérale a été aussi diminuée et divisée en deux ; l'air est pris à la base des candélabres, de manière à atténuer les effets des vents les plus forts. Ces lanternes sont en service sur les refuges de la place du Palais-Royal, depuis le mois d'août dernier, et l'on peut juger de leur aspect satisfaisant. La consommation du gaz est, il est vrai, un peu plus élevée que celle des brûleurs Siemens primitifs, mais elle est encore bien inférieure à celle des autres becs intensifs. Avec une consommation horaire de 1 600 litres de gaz, les lanternes précitées donnent une lumière remarquablement fixe de 30 carcel.

La Société décerne à M. Frédéric Siemens une médaille d'or.

Rappel de médailles d'or.

1. MOUTURE perfectionnée du maïs et du blé dur, par M. Betz-Penot, à Vlai, commune de Gretz, par Nemours (Seine-et-Marne).

Depuis plus de trente ans M. Betz-Penot, ancien meunier, à Ulay, près Nemours (Seine-et-Marne), s'occupe des moyens de faire entrer le maïs et le sarrasin dans la boulangerie.

Ses recherches lui ont fait reconnaître qu'on peut, par des moyens simples et peu dispendieux, débarrasser le maïs de sa grosse écorce et de sa partie grasse pour ne conserver que la partie amylacée des grains, qui est de qualité supérieure, pour la boulangerie et la pâtisserie.

M. Betz-Penot a employé avec succès cette farine à l'alimentation et à l'engraissement des veaux. J'ai déjà eu l'honneur de présenter à la Société un long Rapport sur cette intéressante question d'économie rurale. J'ai fait voir qu'avec le lait et l'emploi d'une certaine quantité de maïs, on pouvait très notablement réduire les dépenses d'alimentation de l'animal et, par suite, le prix de revient de la viande de veau.

Les récentes recherches de M. Betz-Penot ont porté sur la mouture du blé dur. —Après avoir, par deux opérations préalables, enlevé l'écorce et la matière grasse du grain de maïs, il le mélange par parties égales avec du blé dur, et la mouture qu'il en fait ensuite enlève le son et produit avec ce mélange une semoule d'excellente qualité. En transformant cette semoule en

farine, on a un produit qui peut être employé à tous les usages de la boulangerie fine.

C'est cette application que M. Betz-Penot regarde comme le complément de ses travaux, en montrant que ses procédés de mouture perfectionnée ne sont pas uniquement utiles, pour tirer parti des céréales inférieures, mais qu'ils peuvent servir aussi à améliorer la qualité des farines et semoules qu'on extrait des blés durs ordinaires.

Le comité d'agriculture a pensé que les nouvelles applications de M. Betz-Penot méritaient une récompense et la Société, sur sa proposition, lui a accordé le rappel de la médaille d'or dont il a déjà été honoré.

2. *APPAREILS de physique*, par J. Duboscq, rue de l'Odéon, 21, à Paris.

Depuis l'époque déjà très éloignée où M. Duboscq a été honoré d'une médaille d'or par la Société d'encouragement, il n'a pas cessé de travailler aux progrès de l'optique expérimentale. On a vu sortir, presque chaque année, de ses ateliers des appareils nouveaux destinés à reproduire les expériences utiles à l'enseignement, ou bien celles qu'il avait inventées lui-même. En outre, sa collaboration a toujours été précieuse à tous les savants qui s'occupent de l'optique.

M. Duboscq ayant obtenu déjà deux fois la plus haute récompense de la Société, le Conseil lui accorde un rappel de médaille d'or.

Médailles de platine.

1. *VIDANGE pneumatique applicable aux villes*, par M. Berlier, rue du Général-Foy, 17, à Paris.

M. Berlier, ingénieur civil, s'est efforcé de résoudre un problème qui présente le plus grand intérêt au double point de vue de la commodité de nos habitations et de la salubrité publique. Voulant supprimer l'accumulation des matières fécales dans les parties basses des maisons, l'enlèvement et le transport nocturnes de ces matières et leur projection dans les égouts, il a imaginé un système à l'aide duquel ces mêmes matières sont reçues et sont évacuées souterrainement sans aucun contact avec l'atmosphère. Les appareils à clapets qu'il a inventés pour être placés sous les tuyaux de chute des latrines, sont ingénieusement disposés afin de fonctionner d'une manière intermit-

tente ; les machines et conduites d'aspiration sont combinées d'une façon satisfaisante.

Non content de fournir la description de son système, M. Berlier a fait, à ses frais, dans les quartiers voisins de l'église Saint-Augustin, à Paris, une expérience dont les résultats sont très encourageants.

La Société d'encouragement tient à montrer qu'elle attache une grande importance aux travaux de M. Berlier et qu'elle désire le succès de ses procédés. Elle lui accorde une médaille de platine.

2. FREIN *funiculaire*, par M. Carpentier, rue du Luxembourg, 34, à Paris.

M. Carpentier est l'inventeur d'un frein funiculaire propre à mesurer le travail transmis aux arbres tournants. L'appareil se règle de lui-même, et fournit une indication très précise des facteurs qui entrent dans l'expression du travail cherché ; il se prête facilement à la mesure du travail des plus petites forces. Sur la proposition du comité des arts mécaniques, le Conseil de la Société d'encouragement a décerné une médaille de platine à M. Carpentier.

3. DÉVELOPPEMENT *de l'emploi de la fraise*, par M. Desgrandchamps, rue du Charolais, 1, à Paris.

M. Desgrandchamps, sous-chef des ateliers du chemin de fer de P.-L.-M., à Paris, a étudié et introduit, d'abord dans les ateliers de la Compagnie, un nouveau mode d'emploi des outils à façonner les métaux, désignés par le nom de fraises.

Les produits qu'il obtient sont des plus remarquables, et son procédé s'est rapidement répandu dans les grands ateliers de construction.

La Société, reconnaissant le mérite des travaux de M. Desgrandchamps, lui décerne une médaille de platine.

4. EPUISEMENT *des pulpes des sucreries*, par M. Gallois, à Francières (Oise).

La fabrication du sucre de betteraves doit à M. Gallois, manufacturier à Francières (Oise), d'importants perfectionnements.

L'un de ces perfectionnements, surtout, est venu apporter aux procédés habituels de l'industrie sucrière une amélioration considérable. Ce procédé est celui qui consiste à laver dans le filtre-presse même, les écumes calcaires fournies par la carbonatation, de manière à reprendre à ce résidu du travail la plus grande partie du sucre qu'il emporte.

Pour résoudre ce problème délicat, qui, déjà, avait tenté plus d'un praticien, M. Gallois a imaginé un procédé aussi simple qu'élégant, basé sur le jeu d'un robinet à trois voies qui, commandant le filtre-presse, permet d'y envoyer successivement, et à la volonté du conducteur, d'abord les écumes en leur état naturel, puis un mélange d'écumes et d'eau, en dernier lieu, enfin, de l'eau pure.

Adopté, aujourd'hui, dans 188 de nos sucreries, ce procédé permet à la fabrication de retirer des écumes une quantité de sucre qui ne représente pas moins de 2^e,500 par tonne de betteraves qui, par conséquent pour une sucrerie ordinaire, travaillant 12 millions de kilogrammes de betteraves dans la campagne, n'est pas moindre de 30 000 kilogrammes de sucre.

La Société appréciant, comme il le mérite, le service rendu en cette circonstance à la sucrerie, par M. Gallois, lui décerne une médaille de platine.

5. POMPE *hydro-pneumatique*, hausses de barrages, robinets de conduite de gaz, par M. Jarre, à Ornans (Doubs).

M. Jarre a présenté à la Société d'encouragement plusieurs appareils, parmi lesquels nous ne voulons rappeler en ce moment que son ingénieuse pompe hydro-pneumatique. Cette machine, comme l'indique son nom, est destinée à l'élévation de l'eau et fondée sur l'emploi de l'air comprimé. La suppression des intermédiaires solides entre le moteur et l'opérateur et leur remplacement par l'air en tension présente en effet des avantages, lorsque, pour des raisons majeures, l'un et l'autre se trouvent séparés par une grande distance et surtout par des sinuosités difficiles à franchir. Le mode de distribution imaginé par M. Jarre est très ingénieux et a fixé l'attention de votre Conseil, qui, tant pour cette invention que pour les autres communications de M. Jarre, vous propose de lui décerner une médaille de platine.

6. CULTURE *des vignes phylloxérées*, par M. Jules Maistre, à Villeneuve (Hérault).

M. Jules Maistre, dans sa propriété de Villeneuve, près de Clermont-l'Hérault, a réussi à conserver 40 hectares de vignes françaises, en les arrosant pendant l'été, environ tous les quinze jours, avec la quantité d'eau nécessaire pour faire vivre une prairie. On y trouvait des phylloxeras, mais, grâce à ces irrigations, la vigne restait assez vigoureuse pour donner, malgré eux, de belles récoltes. Depuis deux ans, M. Jules Maistre a joint à l'eau

l'emploi du sulfo-carbonate de potasse à faible dose et le succès a été encore plus complet.

Cet exemple nous permet d'espérer qu'en employant l'eau partout où c'est possible et surtout en augmentant, par la construction des canaux d'irrigation, les surfaces arrosables, en y ajoutant les engrais qui fortifient la vigne et les insecticides qui affaiblissent le phylloxera, on pourra conserver et même reconstituer les anciens vignobles, dans une zone où le procédé Faucon, qui exige une submersion prolongée pendant cinq à six semaines, n'est pas applicable.

Le Conseil, appréciant l'importance des résultats obtenus par M. Maistre, lui décerne une médaille de platine.

7. *MÉTÉOROGAPHES enregistreurs*, de MM. Richard frères,
impasse Fessart, 8, à Paris-Belleville.

MM. Richard frères ont apporté un notable perfectionnement aux appareils enregistreurs employés dans les observations météorologiques, en réalisant un système d'enregistrement continu, d'une grande simplicité et qui fonctionne avec régularité et précision.

Ce système fournit un tracé à l'encre sur un papier quadrillé entraîné par un mouvement d'horlogerie, il s'applique, avec la même facilité, aux baromètres, aux thermomètres et aux hygromètres, ainsi qu'à tous les appareils dont les indications peuvent être traduites par le mouvement d'une aiguille sur un cadran.

Cette invention qui permet d'obtenir, pour un prix modique, des appareils dont l'emploi était autrefois réservé aux observations de premier ordre, constitue un progrès important et la Société décerne, pour ce motif, à MM. Richard une médaille de platine.

8. *ETUDE sur la production de la laine en Australie*, par M. de Savignon,
rue Lemercier, 30, à Paris.

Notre industrie emploie, outre les produits de nos troupeaux indigènes, des quantités considérables de laines d'Australie qu'elle achète sur le marché de Londres et qu'elle exporte de nouveau sous forme de tissus. Il importe qu'elle soit bien renseignée sur les quantités plus ou moins grandes que la colonie anglaise peut envoyer en Europe, suivant que la production a suivi une marche ascendante ou qu'elle a été arrêtée momentanément

par les sécheresses qui, de temps en temps, sévissent en Australie et forcent les éleveurs à sacrifier une partie de leurs troupeaux.

Il importe également que les fabricants aient des notions aussi exactes que possible sur les qualités des laines fournies par les différents districts de cette immense colonie.

M. de Savignon nous a rendu le service de nous recueillir ces renseignements pendant la mission qu'il a remplie comme délégué du Ministère de l'agriculture et du commerce à l'Exposition de Sidney; il a communiqué le Mémoire qui les contient à la Société d'encouragement. Le Conseil lui accorde une médaille de platine en considération du service qu'il a ainsi rendu à l'industrie française.

9. *RÉGULATEUR de lampe électrique*, par M. Solignac, rue Saint-Maur, 208, à Paris.

Les régulateurs électriques ont été jusqu'ici des appareils d'horlogerie mus par un ressort, dont la marche est réglée par un électro-aimant. Dans celui que nous a présenté M. Solignac, il n'y a ni mouvement d'horlogerie ni électro-aimant. Les charbons, toujours poussés l'un vers l'autre, sont maintenus à distance par deux baguettes de verre auxquelles ils sont attachés et qui viennent s'appuyer contre des butoirs en nickel plus ou moins échauffés par l'arc électrique. Quand cet échauffement devient trop grand parce que la résistance de l'arc augmente, le verre fond et permet le rapprochement des charbons.

Votre comité a vu dans cet outil une simplification précieuse de la lampe électrique, et il propose de donner à M. Solignac une médaille de platine.

Médailles d'argent.

1. *LAMPE de sûreté pour les mines*, par M. Birckel, ingénieur à Pechelbronn (Alsace).

M. Birckel, ancien élève de l'École centrale, est l'inventeur d'une lampe de sûreté perfectionnée, dont on se sert avec très grand avantage aux mines de bitume de Pechelbronn, en Alsace.

Par un artifice fort simple, on peut réduire à volonté l'afflux de l'air, de telle sorte que, sans nuire au pouvoir éclairant de la lampe, lorsqu'elle est plongée dans l'air pur, il entraîne son extinction dès que le gaz hydro-carburé y devient surabondant. La Société d'encouragement reconnaît le service rendu, par M. Birckel, aux mineurs, par une médaille d'argent.

2. PHOTOGRAPHIE *sur émail*, par M. Cacault, boulevard Montmartre, 10, à Paris.

M. Cacault est parvenu à fixer sur la faïence fine des épreuves photographiques, obtenues au moyen d'oxydes et de composés colorés cuisant au grand feu et pouvant s'appliquer en même temps que les procédés ordinaires de la décoration de la faïence. La Société récompense M. Cacault des résultats remarquables auxquels il est arrivé, en lui accordant une médaille d'argent.

3. FABRICATION *du celluloïd*, par la Compagnie française, place Turbigo, à Paris (usine à Stains).

La Compagnie française du Celluloïd fabrique depuis un certain nombre d'années, dans son usine de Stains, près Paris, une quantité considérable du remarquable produit désigné sous le nom de celluloïd, et qui est formé essentiellement de cellulose nitrée et de camphre.

C'est une matière dure, élastique, transparente, susceptible de prendre un beau poli; par l'addition de matières pulvérulentes diversement colorées, elle peut être rendue opaque, et présenter l'aspect de l'ivoire, de l'ébène, du corail, etc.

Les applications du celluloïd sont extrêmement nombreuses et variées; on en fait des objets de tabletterie, boîtes, peignes, touches de pianos; des jouets d'enfant; des bijoux à bas prix; des clichés d'imprimerie; des imitations de linge, cols, manchettes; il sert également dans l'ébénisterie.

La Compagnie française du Celluloïd a su, tout en développant cette industrie nouvelle, y apporter de nombreux perfectionnements.

Le Conseil de la Société d'encouragement, pour reconnaître ses efforts, lui décerne une médaille d'argent.

4. TRAITEMENT *du cuivre par l'appareil Bessemer*, par M. David, collaborateur de M. Manhès.

Voir (15) le Rapport relatif à la médaille décernée à M. Manhès.

5. PROCÉDÉ *de topogravure, composteur pour l'impression des écritures sur les cartes*, par M. de la Noë, commandant de la brigade topographique du génie militaire.

Par un emploi très bien raisonné du bitume de Judée, M. de la Noë

obtient sur zinc une gravure légère en se servant pour cela du type original à reproduire, et sans être obligé de passer par l'épreuve négative. Par une seconde opération, cette gravure est comblée de bitume adhérent qui s'encre facilement sous le rouleau lithographique.

Cette méthode, en permettant de faire par des moyens simples et faciles la reproduction des traits les plus fins et les plus compliqués, est appelée à rendre des services sérieux au point de vue de l'économie et de l'exactitude dans les administrations et les industries qui utilisent les travaux graphiques.

Comme accessoire de ce procédé, M. de la Noë a inventé un composteur pour imprimer les écritures sur les clichés dessinés sur papier transparent, ainsi que sur les dessins faits sur papier blanc. Cet appareil peut prendre un mouvement de roulement qui favorise l'impression sans déplacement et glissement possibles dans le sens latéral; il est simple, d'un maniement facile et peu sujet à se déranger.

La Société décerne une médaille d'argent à M. de la Noë.

6. APPAREIL *autographique, dit autocopiste noir*, par M. Otto-Lelm, boulevard Sébastopol, 113, à Paris.

M. Otto-Lelm a imaginé un appareil destiné à fournir des reproductions nombreuses d'une minute écrite avec une encre spéciale.

Cet appareil, d'un maniement assez facile, donne des reproductions à l'encre grasse indélébile au moyen d'un report sur une feuille de papier parchemin enduite d'une composition particulière.

Un perfectionnement récent permet même d'utiliser de nouveau ces reports, longtemps après un premier tirage, pour en obtenir de nouvelles reproductions.

La Société décerne une médaille d'argent à M. Otto-Lelm pour cet appareil.

7. MONTE-CHARGES, *courroie pour raccommodage des brancards de voitures*, par M. Paul Poirot, boulevard Richard-Lenoir, 92, à Paris.

M. Paul Poirot, dessinateur-mécanicien, à Paris, a présenté à la Société d'encouragement une série d'appareils très étudiés et d'un emploi très pratique :

1° Un chariot élévateur pour le chargement ou le déchargement des fardeaux sur les camions;

2° Une petite grue mobile, dite *gerbeuse*, pour empiler ou désempiler les futailles ;

3° Un petit appareil permettant le raccommodage immédiat et sur place des brancards cassés.

M. Paul Poirot est un travailleur infatigable; la Société, heureuse de reconnaître son mérite, lui décerne une médaille d'argent.

Médailles de bronze.

1. FEUILLAGE *artificiel*, par M. Galibert, rue Grenier-Saint-Lazare, 22, à Paris.

On connaît l'importance des petits ateliers dans la richesse industrielle de la capitale. Tout ce qui tient à cette partie du travail parisien intéresse donc la Société d'encouragement, alors surtout qu'il s'agit de la fabrication des fleurs artificielles qui occupe un personnel si nombreux à Paris.

M. Galibert a inventé des procédés d'imitation des nervures, des teintes et du galbe des fleurs naturelles, qui ne surpassent point ce qu'on fait en ce genre péniblement et à la main, mais qui réduisent le prix de revient dans une proportion considérable.

Votre Conseil a, en conséquence, décerné une médaille de bronze à M. Galibert.

2. BESICLES *perfectionnées*, par M. Porter-Michaels, rue Caumartin, 21, à Paris.

M. Porter-Michaels a eu l'idée de munir les pince-nez de petites antennes qui le fixent sous l'arcade sourcilière.

Cette addition donne aux pince-nez une stabilité complète, et permet l'usage de ressorts très doux.

La Société décerne à M. Porter-Michaels une médaille de bronze.

3. IMPORTATIONS *diverses, application du frein funiculaire*, par M. Raffard, rue Vivienne, 16, à Paris.

M. Raffard, inventeur bien connu de la Société d'encouragement, a introduit quelques perfectionnements de détails dans le frein funiculaire de M. Carpentier.

Sur la proposition du comité des arts mécaniques, le Conseil accorde à M. Raffard une médaille de bronze.

4. FER à souder au gaz, par M. Sourdats, rue Myrrha, 16, à Paris.

En mettant à profit les recherches de M. Worms de Romilly sur les phénomènes d'entraînement produits par un jet gazeux, M. Sourdats a apporté aux fers à souder marchant au gaz, avec simple appel d'air, un perfectionnement qui permet de leur donner plus de solidité et de conserver la disposition d'emmanchement des fers à souder ordinaires.

La Société décerne une médaille de bronze à M. Sourdats pour cet appareil.

II. LISTE DES CONTRE-MAÎTRES ET OUVRIERS AUXQUELS ONT ÉTÉ DÉCERNÉES
DES MÉDAILLES D'ENCOURAGEMENT.

N ^{OS} D'ORDRE.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES de service.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		MM.
1	AUDIN.	52	Peintre-décorateur, chez M. <i>Montagnon</i> , fabricant de faïences, à Nevers.
2	BARTHELEMY (Jean-Nicolas).	28	Chef visiteur à la <i>Compagnie de l'Est</i> , à Reims.
3	BELLIER (Ernest-Jean).	24	Contre-maître dans l'atelier des machines à calculer de M. <i>Thomas de Bojano</i> .
4	BONHOMME (Jacques).	23	Contre-maître de l'atelier de modelage aux <i>Aciéries d'Unieux</i> (Loire).
5	CARRAIN (Jean-Baptiste).	48	Ouvrier couvreur, chez M. <i>Jules Jacques</i> , entrepreneur de toitures, à Tourcoing.
6	CHEVAS (Jean).	42	Contre-maître dans la filature de soie de M. <i>Carrière</i> , à Ganges (Hérault).
7	CONTOUR (Antoine).	45	Contre-maître dans l'établissement de teinture de M. <i>Maës</i> , à Clichy-la-Garenne.
8	COUZON (Donatien-Rogatien).	25	Ouvrier, chez M. <i>Roure fils</i> , entrepreneur de peinture, rue de Vareunes, 18.
9	CROISSIER (Jean-Baptiste).	43	Menuisier à la fabrique de produits chimiques d'Amiens.
10	DARTIGUES.	30	Ouvrier chimiste, dans la fabrique de M. <i>Billaudot</i> , à Billancourt.

N ^o D'ORDRE.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES de service.	ÉTABLISSEMENTS
			AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		MM.
11	DERAM (Charles).	25	Ouvrier dans la fabrique de pains d'épices de M. <i>Guillout</i> .
12	DRAVIGNY (Jean).	29	Contre-maitre aux ateliers d'Eprenay, <i>Compagnie du chemin de fer de l'Est</i> .
13	FAUVEL (Louis-Armand).	26	Conducteur de machine, chez M. <i>Cagniard</i> , imprimeur - typographe, à Rouen.
14	FOELK (Jacques).	24	Ouvrier, chez M. <i>Paris</i> , fabricant de cristaux, au Bourget.
15	FERNIQUE (Léon-Jules).	34	Ouvrier à l'atelier de précision du Dépôt central de l'artillerie.
16	GÉRARD (Pierre).	42	Contre-maitre dans la fabrique de parfumerie de M. <i>Piver</i> .
17	GUILIANI (Auguste-Louis).	28	Chef de fabrication à la faïencerie de Creil.
18	JENN (Alexandre).	49	Contre-maitre dans les ateliers de M. <i>Galle</i> , successeurs <i>Vauthier-Guyot</i> et comp.
19	JULIEN (Aimé-Ernest).	54	Conducteur de machines dans la filature de MM. <i>Boca-Vulveryck</i> , à Saint-Quentin.
20	LEPESCHEUX (Louis-Émile).	56	Ouvrier à la faïencerie de M. <i>Boulenger</i> , à Choisy-le-Roi.
21	MARMIGNON (Augustin-Joseph).	38	Ouvrier bonnetier, chez M. <i>Leperdriel</i> , fabricant de tissus élastiques.
22	MERLIN (André).	40	Chef dans la faïencerie de Montereau.
23	PÉCHENART (Nicolas-Victor).	37	Chef dans la fabrique de boulons, rivets, de MM. <i>Joseph, Maré</i> et <i>Gerard</i> .
24	POTHIER (Félix-Jacques).	45	Sous-chef à l'atelier des modèles de l'Ecole d'arts et métiers d'Angers.
25	SABATTERY (Daniel).	8 S. ex.	Dessinateur-coopérateur dans la fabrique d'étoffes pour ameublements de MM. <i>Du-pont</i> et <i>Hervé</i> .
26	SAUTEREAU (Edme).	39	Contre-maitre dans la fabrique de produits chimiques de MM. <i>Rousseau</i> et fils.
27	TIROUFLET (Louis-Henri).	35	Contre-maitre dans l'atelier d'horlogerie de MM. <i>Henry-Lepaute</i> frères.

N ^{os} D'ORDRE.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES de service.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
28	MM. TOLMER (Armand-Joseph).	25	MM. Chef-monteur au dépôt de Vesoul, <i>Compagnie du chemin de fer de l'Est.</i>

Les secrétaires du Conseil de la Société,

CH. DE LABOULAYE.

E. PELIGOT,
Membre de l'Institut.

MÉDAILLES

DÉCERNÉES AUX CONTRE-MAÎTRES ET OUVRIERS DES ÉTABLISSEMENTS AGRICOLES
ET MANUFACTURIERS.

(Voir le tableau II).

Les notes suivantes sont extraites des dossiers concernant les lauréats :

1. M. Audin.

M. Audin est depuis près de cinquante ans employé dans la faïencerie que dirige M. Montagnon à Nevers ; il rend encore les meilleurs services comme ouvrier décorateur.

2. M. Barthelemy (Jean-Nicolas).

M. Barthelemy, chef-visiteur de la Compagnie des chemins de fer de l'Est, à Reims, a vingt-huit ans de services ; il est entré à la Compagnie en janvier 1855 et a toujours eu une conduite exemplaire. Il a rendu de très grands services en faisant toujours entretenir le matériel roulant dans d'excellentes conditions ; il possède l'estime de tous les agents supérieurs ainsi que celle de tous les autres agents de la gare de Reims et de toutes les personnes qui le connaissent.

3. M. *Bellier* (Ernest-Jean).

M. Bellier, entré en 1858 dans l'atelier des machines à calculer de M. Thomas de Bojano, à Paris, remplit depuis longtemps les fonctions de contre-maître avec une exactitude et un dévouement dignes d'éloge.

4. M. *Bonhomme* (Jacques).

M. Bonhomme, contre-maître de l'atelier de modelage aux Aciéries d'Unieux (Loire), compte vingt-trois ans d'excellents services dans cette usine. Son zèle et son intelligence l'ont toujours fait apprécier d'une manière particulière par ses chefs.

5. M. *Carrain* (Jean-Baptiste).

M. Carrain, âgé de cinquante-huit ans, est ouvrier couvreur chez M. Jules Jacques, entrepreneur de toitures à Tourcoing, depuis 1834. Quarante-huit années consécutives de services ont été remplies par une constante assiduité au travail, une probité à toute épreuve, un profond attachement et une fidélité sans bornes à ses maîtres.

6. M. *Chevas* (Jean).

M. Chevas, contre-maître dans la filature de soie de M. Carrière, à Ganges (Hérault), compte quarante-deux ans de bons et loyaux services.

7. M. *Contour* (Antoine).

M. Contour, âgé de soixante-quatre ans, donne l'exemple de l'exactitude dans le travail et de la plus entière probité depuis quarante-cinq ans. Entré en 1837 à la teinturerie de M. A. Rouquès, prédécesseur de M. G. Maës, il est aujourd'hui premier contre-maître de teinture.

8. M. *Couzon* (Donatien-Rogatien).

M. Couzon, né en 1821, ouvrier chez M. Roure fils, entrepreneur de peinture, à Paris, est depuis vingt-cinq ans dans la maison où l'on n'a eu qu'à se louer de ses excellents services.

9. M. *Croissier* (Jean-Baptiste).

M. Croissier, âgé de soixante-douze ans, est ouvrier de produits chimiques dans les établissements Kuhlmann, de Lille, depuis 1840, où il a travaillé sans interruption ;

il s'est toujours distingué par son assiduité, sa bonne conduite, son travail et son intelligence.

10. M. *Dartigues*.

M. Dartigues a près de trente ans d'excellents services dans la manufacture de produits chimiques de la maison Fontaine, appartenant maintenant à M. Billaudot, où il s'est toujours fait remarquer par son travail et sa sobriété.

11. M. *Deram* (Charles).

M. Deram, ouvrier dans la fabrique de pains d'épices de M. Guillout, à Paris, est né en 1812; il est entré en 1857 dans la fabrique où il est actuellement sans jamais avoir fait d'absence, il s'est constamment fait remarquer par son travail et sa conduite.

12. M. *Dravigny* (Jean).

M. Dravigny, né en 1817, est entré à la Compagnie du chemin de fer de l'Est depuis 1852, sa conduite et son travail l'ont fait parvenir au grade de contre-maître de l'atelier des foyers et tenders à Épernay. Il s'est toujours fait remarquer par son esprit d'ordre et d'initiative.

13. M. *Fauvel* (Louis-Armand).

M. Fauvel, imprimeur-typographe, est conducteur de machines chez M. Cagniard, à Rouen. Agé de trente-neuf ans, il est depuis vingt-cinq ans dans la même maison; ses chefs n'ont eu qu'à se louer de son zèle, de sa bonne conduite, de son intelligence et de son dévouement qui ont contribué à la prospérité de l'imprimerie.

14. M. *Foëlk* (Jacques).

M. Foëlk, ouvrier chez M. E. Paris et Cie, fabricants de cristaux et d'émaux, au Bourget, compte vingt-quatre ans d'excellents services, et s'est toujours distingué parmi les ouvriers de l'usine.

15. M. *Fernique* (Léon-Jules).

M. Fernique, né en 1821, compte trente-trois ans de service comme ajusteur au Dépôt central de l'Artillerie, à Paris, à l'atelier de précision. Entré en 1848, il s'est toujours fait remarquer par sa bonne conduite, par son habileté professionnelle et par son esprit ingénieux.

16. M. *Gérard* (Pierre).

M. Gérard, né en 1809, est entré comme ouvrier dans la maison de parfumerie L. T. Piver, en 1840; en 1845, il devint contre-maître d'un laboratoire important de la même maison; il y remplit encore les mêmes fonctions malgré son âge, et bien qu'une retraite lui soit assurée, il ne veut en profiter encore, tant il est animé de zèle et d'ardeur pour le travail qui lui est confié.

17. M. *Guiliani* (Auguste-Louis).

M. Guiliani, né en 1824, est entré dans les ateliers de la manufacture de Creil comme simple ouvrier, en 1853. Il se fit bientôt remarquer par son travail assidu et sa conduite, aussi fut-il nommé contre-maître peu de temps après son entrée, puis employé dans les bureaux, et en 1860, il fut nommé chef de fabrication. M. Guiliani, dans ce poste qui exige beaucoup de patience, d'attention et de sollicitude pour les ouvriers, s'acquitte de ses devoirs avec un dévouement au-dessus de tout éloge.

18. M. *Jenn* (Alexandre).

M. Jenn, né en 1814, entra en qualité d'ouvrier mécanicien, en 1833, dans les ateliers de M. Galle, membre de l'Institut; en 1857, il devint contre-maître dans la même maison, Vauthier-Guyot et Cie, jusqu'en 1879, où son état de santé le força à se retirer. Malgré son départ forcé, il n'en continua pas moins à donner, quand il était nécessaire, les conseils de sa vieille expérience, jusqu'en 1881, époque où la maison cessa d'exister.

19. M. *Julien* (Aimé-Ernest).

M. Julien, né en 1829, est entré dans les établissements de peignage, de filature et de tissage mécaniques de laines à Saint-Quentin, en 1854; il n'était alors que simple manœuvre. Après avoir occupé divers emplois, on lui confia le plus délicat de tous, celui de conducteur et de surveillant en chef des machines à vapeur et chaudières. Pendant ces vingt-six ans, il a rempli ses fonctions en homme de devoir aussi soucieux des intérêts qui lui sont confiés que des siens propres, sa conduite n'a jamais cessé d'être exemplaire.

20. M. *Lepescheux* (Louis-Émile).

M. Lepescheux, né en 1817, est entré à la faïencerie de Choisy-le-Roi, en 1826; il n'a jamais cessé d'en faire partie et de donner l'exemple du travail et de la bonne conduite pendant cinquante-six ans.

21. M. *Marmignon* (Augustin-Joseph).

M. Marmignon, né en 1809, est entré en 1844 dans les ateliers de la maison Le Perdriel en qualité d'ouvrier bonnetier en tissus élastiques. Depuis cette époque il a travaillé sans interruption dans cette maison où il est encore employé actuellement malgré son grand âge.

22. M. *Merlin* (André).

M. Merlin, né en 1827, est entré en 1842 à la faïencerie de Montereau comme élève imprimeur; il est devenu sous-chef en 1860 et chef depuis 1876. La droiture et la modestie de son caractère sont unies à un amour profond de son métier; il a donné en toutes circonstances l'exemple de l'ordre, de l'application et d'un dévouement sans bornes qui lui ont valu l'estime et la confiance de tous.

23. M. *Péchenart* (Nicolas-Victor).

M. Péchenart, simple ouvrier, a consacré à l'étude ses heures de loisirs, et a acquis de cette manière une certaine instruction. Il est entré en 1845 comme ouvrier emballeur dans la fabrique de boulons et de rivets de MM. Joseph, Maré et Gérard frères; il a été mis ensuite à la correspondance et à la comptabilité.

En 1848, il eut la procuration générale de ces messieurs, et la place de caissier lui fut confiée en 1850, grâce à sa fidélité à toute épreuve et à son excellente conduite; il remplit encore ses fonctions malgré son grand âge; il a aujourd'hui soixante-quatorze ans.

24. M. *Pothier* (Félix-Jacques).

M. Pothier, né en 1817, entra à l'École des Arts et Métiers d'Angers en 1837 comme ouvrier menuisier-modeleur. Pendant trente-sept ans il conserva ses modestes fonctions, s'acquittant toujours de sa tâche à la complète satisfaction de ses chefs. Il ne négligea aucune occasion de s'instruire et de combler les lacunes de son instruction très modeste à l'origine. Nommé sous-chef de l'atelier des modèles en 1874, il remplit ses fonctions avec zèle, et avec toute l'exactitude que lui permet son âge avancé; il a aujourd'hui quarante-cinq ans de service à l'École d'Angers.

25. M. *Sabattery* (Daniel).

M. Sabattery, dessinateur-coopérateur dans la fabrique d'étoffes pour ameublements de MM. Louis Dupont et Hervé, à Paris, depuis 1874, a rendu des services exceptionnels.

26. M. *Sauttereau* (Edme).

M. Sauttereau, né en 1814, est entré en 1843, après avoir satisfait au service militaire, dans la fabrique de produits chimiques de M. Rousseau, qui venait d'être fondée. Il devint ensuite contre-maître, ayant acquis une pratique et un savoir qui en font un des préparateurs les plus habiles. Il joint à ces qualités une conduite et une probité exemplaires, et il a fait preuve en plusieurs circonstances d'un véritable courage.

27. M. *Tirouflet* (Louis-Henri).

M. Tirouflet, âgé de quarante-cinq ans, est entré dans les ateliers de MM. Henry-Lepaute, en 1857. Exécutant très habile, il est devenu horloger recommandable et, depuis le commencement de l'année, a mérité d'être adjoint au contre-maître pour le seconder dans la direction de l'atelier d'horlogerie.

Très laborieux, d'une conduite irréprochable, il élève avec soin une nombreuse famille.

28. M. *Tolmer* (Armand-Joseph).

M. Tolmer, né en 1834, est employé à la Compagnie des chemins de fer de l'Est depuis 1857, où il s'est distingué par son zèle, son intelligence et son assiduité au travail.

CHIMIE.

DISCOURS PRONONCÉS A L'OCCASION DE LA REMISE A M. J.-B. DUMAS DE LA MÉDAILLE
COMMÉMORATIVE DU CINQUANTIÈME ANNIVERSAIRE DE SON ÉLECTION A L'ACADÉMIE DES
SCIENCES.

M. le Président de l'Académie, en offrant à M. Dumas la médaille qui vient d'être frappée en mémoire du cinquantième anniversaire de son élection à l'Académie, s'exprime en ces termes :

Messieurs et chers Confrères,

L'Académie considère comme un devoir de célébrer les noces d'or des Confrères qui l'ont honorée pendant un demi-siècle : devoir qui nous est toujours cher, mais plus cher aujourd'hui que jamais : M. Dumas vient d'accomplir sa cinquantième année académique. Vous avez fait préparer, à son intention, par un artiste habile, une médaille qui rappelle heureusement ses traits et qui doit les perpétuer ; elle porte au revers cette dédicace :

A M. DUMAS,
SES CONFRÈRES, SES ÉLÈVES, SES AMIS,
SES ADMIRATEURS.

Je n'ai rien à ajouter, si ce n'est que ce ne sont pas tous ses admirateurs, tous ses amis, tous ses élèves, mais seulement ceux qui siègent ici : l'Académie n'a voulu partager avec aucun étranger le devoir d'un hommage qu'elle s'est exclusivement réservé. J'ai l'honneur d'offrir, en votre nom, avec respect, à notre illustre et vénéré Confrère, ce témoignage de notre affection et de notre reconnaissance.

Mon cher Maître,

Si vous voulez bien reporter votre pensée sur les commencements de votre carrière, vous devez être content du sort et de vous. A vingt-deux ans vous étiez à Genève ; vous débutiez avec Prevost par des découvertes, restées célèbres en Physiologie, sur l'urée, sur le sang, sur la génération. Dès ce moment votre nom était connu et vous aviez pris confiance en vous. Alors vous avez compris deux choses, la première que la Physiologie doit s'appuyer sur la Chimie, que la Chimie n'était pas faite et qu'il fallait la faire ; la deuxième, que Genève, n'était pas un assez vaste théâtre pour vos projets. Et vous êtes venu à Paris, n'ayant de richesse que vous-même, que votre courage,

qu'un programme résolument arrêté, que la volonté de le remplir, que la confiance, encore inconsciente de l'avenir qui vous était promis. Aujourd'hui le temps a marché, vos rêves ont été réalisés, vos espérances dépassées et vous avez atteint le plus haut degré de gloire qu'un savant puisse imaginer. Comme Franklin, vous devez dire : si je recommençais la vie, je ne pourrais demander mieux.

C'est entre ce départ et ce point d'arrivée que se place la plus brillante phase de votre carrière. Vos découvertes se succédaient comme des improvisations. La composition des éthers était inconnue, vous les analysiez ; vous énonciez la loi des substitutions et de la conservation des types chimiques, une constante préoccupation vous ramenait souvent à la théorie atomique, cette base fondamentale de la Chimie ; vous donniez pour mesurer la densité des vapeurs une méthode si simple et si parfaite qu'elle est facile aux plus inhabiles. On sait quelle lumière elle a versée dans l'étude des composés organiques. Mais 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'École Polytechnique, à la Sorbonne, à l'École de Médecine, au Collège de France, à l'École 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.

Il y a cinquante ans, cette Académie vous a ouvert ses portes ; elle vous a confié depuis, et s'en applaudit tous les jours, le redoutable héritage de ses illustres Secrétaires perpétuels. L'Académie française vous a assis dans le fauteuil de Guizot, un professeur comme vous ; nous n'en fûmes point jaloux : on vous honorait, nous ne vous perdions pas. Puis vint le moment où des préoccupations d'un autre ordre vous ont été imposées par votre renommée même ; vous vous êtes résigné à des devoirs qui agrandissaient votre rôle, parce que votre autorité y était nécessaire, que la Science se mêle à tout et que la Chimie s'adresse à l'éclairage, à l'assainissement, à l'hygiène, à tous les besoins industriels d'une grande ville.

Aujourd'hui les circonstances, en vous affranchissant de soins multipliés, vous ont rendu aux sciences et aux lettres. Elles vous possèdent tout entier, et, qu'il s'agisse d'art ou d'industrie, de Physique ou de Chimie, d'Électricité ou d'Astronomie, c'est à vous qu'on s'adresse, c'est votre autorité qu'on réclame. On vous trouve toujours prêt au travail, toujours à la hauteur des plus difficiles missions. Quand on récapitule les travaux que vous avez accomplis, les services de toute nature que vous avez rendus, les découvertes que vous avez faites, les leçons que vous avez données dans toutes les chaires, les œuvres littéraires que vous avez écrites, les idées que vous avez semées, toute cette existence enfin qui n'a jamais connu le repos, on s'étonne que vous n'ayez

pris qu'un demi-siècle pour remplir un si vaste programme; et quand on a le bonheur de vous voir et de vous entendre, on s'émerveille qu'un demi-siècle de travaux sans trêve vous ait encore laissé tant de jeunesse à dépenser. C'est que de toutes les passions humaines, celle de l'étude est la plus saine, qu'elle laisse aux organes toute leur force, à l'esprit tout sa sérénité, car elle est la sagesse.

Jouissez, mon cher Maître, jouissez de ces fruits. Tous les biens qui viennent de Dieu vous ont été donnés sans compter : le bonheur intime, une santé que rien n'a effleurée, la bienveillance du cœur envers tous, une vigueur d'esprit qui n'a cessé de grandir; et toutes les récompenses humaines sont venues s'ajouter par surcroît : une autorité qui s'impose et survit à tous les régimes, un respect qui déconcerte l'envie, et l'affection de vos Confrères qui leur a inspiré le don de cette médaille; ce n'est qu'un petit fragment d'or; mais il vous sera précieux, parce qu'il est amalgamé avec notre reconnaissance.

M. Dumas prend alors la parole en ces termes :

Monsieur le Président,
Mes chers Confrères,

Dès mes premiers pas dans la vie scientifique, l'Académie a été pour moi l'objet d'un culte si profond, que je ne puis recevoir, sans l'émotion la plus vive, l'inestimable présent dont elle honore la fin de ma carrière.

Il y a soixante ans, elle accordait déjà une attention bienveillante aux travaux de ma jeunesse; il y a un demi-siècle, elle me recevait dans son sein; depuis lors, elle n'a cessé de m'accorder des marques de son estime et de sa confiance; rien ne m'avait préparé, cependant, à penser que parmi mes Confrères beaucoup voudraient bien aujourd'hui se dire mes élèves. Mes élèves! De tous les témoignages auxquels pouvait prétendre un vieux maître, on a trouvé le secret de lui offrir le plus cher à son cœur. J'en demeure confus, reconnaissant, attendri.

Ah! mes élèves bien-aimés, je me reporte souvent vers ces trente années d'un apostolat qui n'a pas été stérile, grâce aux talents de disciples tels que vous; mais j'en croyais le souvenir enfoui dans la tombe des compagnons de lutte que nous avons perdus, ou sorti de la mémoire de ceux qui leur survivent. Ces leçons d'un autre temps, d'un temps si heureux, ne sont donc pas encore oubliées, puisque vous avez voulu rappeler, d'une façon durable, sur ce bronze, des impressions ordinairement promptes à s'atténuer ou même à s'effacer.

Vous avez raison! Il faut honorer le Professorat, car la parole est une puissance; car du haut de sa chaire publique le professeur remplit une mission sacrée. Sa conviction loyale et pénétrante échauffe les cœurs et élève les âmes vers les régions désintéressées de l'idéal. Il réfléchit l'état présent de la Science comme un miroir fidèle,

il prépare les découvertes de l'avenir, il fait revivre les grandes traditions d'un passé glorieux. Ouvrant son cœur tout entier et toute sa pensée à ses auditeurs, il leur apprend à aimer la vérité, à respecter le génie, à chérir la patrie et à la bien servir.

Quiconque s'est vu entouré d'une jeunesse attentive, s'enflammant aux accents du maître, vibrant à ses émotions, s'élançant pleine de foi vers les conquêtes signalées à son ardeur, celui-là, croyez-le bien, a connu les plus nobles jouissances de l'âme humaine.

Il est pourtant une joie plus grande encore : c'est celle qu'on éprouve à se voir dépassé par ceux auxquels on ouvrait jadis la route. Cette joie, vous me la faites goûter tous les jours. Puissiez-vous, pour l'honneur de la Science française et pour la grandeur morale de notre chère patrie, vous qui valez mieux que moi, avoir à votre tour des élèves qui vous surpassent par le génie et qui vous égalent par le cœur.

Monsieur le Président, et vous tous, mes chers Confrères, acceptez de nouveau la profonde expression de mes sentiments reconnaissants; la médaille que je reçois de vos mains sera conservée pieusement par ma famille, comme le plus cher des souvenirs de mon existence, et par mes descendants, comme le plus honorable des titres de noblesse.

CONCOURS DIVERS.

La Société d'encouragement a reçu les programmes des concours suivants :

Du Ministère de l'agriculture.

Concours régional agricole d'Amiens, du samedi 5 au lundi 14 mai 1883.

—	—	d'Aurillac, du samedi 16 au dimanche 24 mai 1883.
—	—	de Blois, du samedi 26 mai au dimanche 3 juin 1883.
—	—	de Bourg, du samedi 5 au lundi 14 mai 1883.
—	—	de Caen, du samedi 9 au dimanche 17 juin 1883.
—	—	de Digne, du samedi 19 au dimanche 27 mai 1883.
—	—	de Foix, du samedi 5 au lundi 14 mai 1883.
—	—	de Mende, du samedi 1 ^{er} au dimanche 9 septembre 1883.
—	—	de Rochefort, du samedi 26 mai au dimanche 3 juin 1883.
—	—	de l'Algérie, à Sidi-bel-Abbès, du samedi 7 au lundi 16 avril 1883.
—	—	de Troyes, du samedi 19 au dimanche 27 mai 1883.
—	—	de Vannes, du samedi 12 au dimanche 20 mai 1883.

De la Société industrielle d'Amiens.

Questions mises au concours pour l'année 1882-1883. Le terme fixé pour la remise des manuscrits ou machines est le 30 avril 1883.

De la Société industrielle de Mulhouse.

Programme des prix mis au concours pour être décernés dans son assemblée générale de mai 1883.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 10 novembre 1882.

Présidence de M. le colonel PIERRE.

CORRESPONDANCE. — M. Grugnot (Albert), rue des Bernardins, 16, Paris, demande un secours pour construire un modèle d'appareil réalisant la direction des ballons, qu'il a inventé et fait breveter. (Comité des arts mécaniques.)

M. Hennequin, pharmacien, à Vervins (Aisne), place de l'Hôtel-de-Ville, qui a présenté à la Société un appareil de sténographie qu'il nomme Logographe, demande l'examen de cet appareil par la Société. (Arts économiques.)

M. Malavergne, ancien instituteur, a inventé un système nouveau pour le ramonage des cheminées par raclage. (Arts économiques.)

M. Variclé (Antony), rue de Rivoli, 104, à Paris, présente divers mécanismes à secret et à combinaison pour fermetures des coffres et serrures. (Arts mécaniques.)

MM. de Latour du Breuil, inventeurs d'un procédé pour la séparation du soufre de sa gangue, annoncent des modifications importantes qu'ils ont faites à leur procédé. (Arts chimiques.)

M. Menneret (Sosthène), à Troyes (Aube), présente un appareil destiné à la marque dans les champs de tir. (Arts mécaniques.)

M. Basin (Alfred), à Auchy-au-Bois (Pas-de-Calais), présente une application, aux machines à explosion, du système qu'il a déjà proposé pour les machines à air chaud. (Arts mécaniques.)

M. le Préfet de la Seine-Inférieure annonce l'ouverture d'un concours qui aura lieu le 11 décembre dans cette préfecture pour la nomination du Directeur de la station agronomique de ce département.

M. le Directeur de l'Institut national agronomique remercie de l'envoi que lui a

fait la Société d'encouragement de cinquante exemplaires de la Conférence de M. *Barral* sur le phylloxera.

M. *Willhem Léo* demande que la Société soumette à l'analyse chimique un échantillon d'engrais qu'il envoie.

M. le *Directeur du conservatoire des Arts et Métiers*, envoie le programme des cours publics et gratuits qui seront faits dans cet établissement en 1882-1883. (Commission du *Bulletin*.)

M. *Lamy* (Ed.), ingénieur-chimiste, à Amiens, remercie la Société de sa nomination de membre de la Société.

M. le *Président* ordonne le dépôt à la bibliothèque des ouvrages suivants qui sont adressés :

Séance publique annuelle des cinq académies présidées par M. *Dumas* (J.-B.), directeur de l'Académie française, assisté par les délégués des autres académies.

Album de statistique graphique du ministère des travaux publics pour 1881.

L'Economiste pratique, première partie : Des habitations ouvrières, par M. *Cacheux* (Emile).

Éléments de construction de machines, par M. *Cauthorne Unwin*, professeur de mécanique au Collège royal indien des ingénieurs civils, ouvrage traduit par M. J.-A. *Bocquet*, ancien élève de l'École centrale, et augmenté d'un appendice par M. *Léauté*, docteur ès sciences, répétiteur à l'École polytechnique.

COMMUNICATIONS. — *Album de statistique graphique du Ministère des travaux publics*. — M. *Cheysson*, directeur des cartes et plans au Ministère des travaux publics, présente à la Société l'Album de statistique graphique publié par ce ministère en 1882.

M. le *Président* remercie M. *Cheysson* de cette intéressante communication et charge le comité du commerce d'en faire l'objet d'un Rapport.

Traitement par le sulfure de carbone des vignes phylloxérées. — M. *Cheysson* présente à la Société un Rapport qu'il a adressé au Ministère de l'agriculture, au nom du syndicat de la commune de Chiroubles dont il fait partie, comme propriétaire (Rhône, haut Beaujolais).

M. le *Président* remercie M. *Cheysson* de cette intéressante communication, qui montre toute l'importance des résultats qu'on doit attendre de l'association des intéressés dans la lutte que l'industrie viticole soutient contre l'invasion du phylloxéra ; il recommande l'examen de cette étude au comité de l'agriculture.

Prix proportionnels de vente. — M. *Fuchs* (Ernest), filateur, à Rothrost, fait à la Société une communication sur la *théorie des prix proportionnels de vente dans les industries à produits variables et à frais entièrement ou partiellement fixes*.

M. le *Président* remercie M. *Fuchs* (Ernest) de l'exposé de cette théorie et en renvoie l'examen au comité du commerce.

Séance du 24 novembre 1882.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — M. *Leroy*, rue des Amandiers, 52, à Paris, présente à l'examen de la Société une brassière de repos de son invention, destinée à procurer le repos sur toute espèce de sièges et en tous lieux par l'adjonction d'une tige formant dossier et fixée de chaque côté du siège. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Van Heyden*, Faubourg-Saint-Denis, 17, Paris, qui avait autrefois présenté un frein pour chemins de fer et qui avait demandé d'en surseoir l'examen, présente de nouveau ce frein ; il demande aussi l'aide de la Société pour faire breveter, après examen, trois autres inventions, un nouveau système de changement de voie, un nouveau système de croisement de voies et un transmetteur de commandement ou de mouvement de wagon à wagon. (Arts mécaniques.)

M. *Richardi* écrit pour faire connaître à la Société l'inventeur d'un perfectionnement aux instruments à vent, M. *Soustre* (Louis), rue Villeroi, 27, à Lyon, dont la position de fortune ne permet pas de prendre de brevet. En priant la Société de vouloir bien aider M. *Soustre*, M. *Richardi* fait savoir que l'instrument dont il est question paraît excellent au point de vue de la facilité du doigté et surtout pour donner les demi-tons avec une grande justesse. (Beaux-arts.)

M. *Mayer* (Arsène), à Orly, près Choisy-le-Roi, envoie le projet d'une invention dont il est l'auteur. Il s'agit d'une machine hydraulique économique qui peut remplacer les machines à vapeur dans l'industrie. (Arts mécaniques.)

M. *Poullain de la Motte*, architecte, ingénieur civil, rue du Faubourg-Saint-Martin, 66, à Paris, remet une Notice sur un rail universel destiné à être posé sur les voies carrossables. Ce rail ayant à peu près la forme d'un caniveau posé à fleur du sol servirait à tous les véhicules ayant à peu près le même écartement de roues. (Arts économiques.)

M. *Négrini*, à Vaux, près Creil (Oise), demande l'aide de la Société pour lui permettre de perfectionner sa pompe perpétuelle ou injecteur *Négrini*. Jusqu'à présent, au dire de l'inventeur, l'instrument fonctionne parfaitement dans un puits à différentes hauteurs ; mais il pourrait être utilisé dans d'autres conditions. (Arts mécaniques.)

M. *Delaunier*, rue Daguerre, 77, à Paris, adresse une Note concernant ses recherches sur la transformation de l'électricité en chaleur pour un grand nombre d'applications usuelles. M. *Delaunier* propose principalement d'appliquer l'électricité au chauffage des appartements en utilisant les forces naturelles pour produire l'électricité. (Arts économiques.)

M. *Raulin*, professeur de chimie appliquée à la Faculté des sciences de Lyon, adresse un Mémoire sur une nouvelle méthode de traitement de la laine. L'invention de M. *Raulin* consiste dans la manière d'effectuer les opérations chimiques telles que

le dégraissage, l'épillage chimique, le blanchiment, la teinture qui précèdent les opérations mécaniques de la filature et du tissage. Physiquement ces opérations peuvent se ramener à trois : traitement par des liquides, traitement par des gaz et essorage. Dans la méthode en question on évite les manipulations de la laine et, par suite, les inconvénients qui en proviennent, il suffit pour cela de faire une application rationnelle des principes que l'auteur énonce. Ces principes concernent le filtrage des liquides et des gaz sur une couche de laine homogène, sèche, mouillée ou essorée. (Arts chimiques.)

M. le *Ministre de l'agriculture* remercie de l'envoi que lui a fait la Société d'encouragement de mille exemplaires de la Conférence de M. *Barral*, sur le phylloxera.

M. *Barral*, en qualité de secrétaire perpétuel de la Société nationale d'agriculture de France, remercie de l'envoi fait par la Société d'encouragement de cent exemplaires de sa Conférence sur le phylloxera.

M. *Bonnard* (Henry), délégué du gouvernement de la Nouvelle-Galles du Sud, en mission à Bordeaux, rue Boudet, 13, écrit pour faire hommage d'une récente publication officielle relative à la Colonie. Étant chargé de recueillir des documents sur la viticulture, il désirerait faire connaître en Australie les points principaux de la Conférence de M. *Barral* sur le phylloxera et serait aise d'avoir des indications sur le mode de projection des figures et sur les conditions qui seraient demandées.

M. le *Ministre de l'agriculture* demande pour le secrétaire en chef de la Société centrale des agriculteurs hongrois les statuts de la Société et l'échange du *Bulletin*.

L'*Université impériale de Saint-Wladimir*, gouvernement de Kiew, propose à la Société l'échange de son *Bulletin* contre le Journal de l'Université. (Commission du *Bulletin*.)

M. *Monduit*, architecte, avenue de Clichy, 44, envoie une circulaire où il fait connaître que M. le Ministre de l'instruction publique s'est intéressé à ses travaux sur la stéréotomie.

NOMINATION D'UN MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ. — M. Gaston *Tissandier* est présenté par M. *Dumas*, président. A cause de la notoriété de ce candidat, le Conseil décide qu'il y a lieu de procéder de suite à sa nomination.

M. *Tissandier* est nommé membre de la Société.

NOMINATION D'UN MEMBRE DU CONSEIL. — L'ordre du jour amène le scrutin pour la nomination d'un membre au comité d'agriculture; M. *Müntz*, chef du laboratoire de l'Institut agronomique, proposé, réunit l'unanimité des suffrages.

DÉCLARATION D'UNE VACANCE AU COMITÉ D'AGRICULTURE. — M. *Boitel*, au nom du comité d'agriculture, demande qu'une vacance soit déclarée dans le comité en remplacement de M. *Dutertre*, décédé. La proposition mise aux voix est adoptée.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Rapport sur le système de chauffage de M. Ancelin*. M. *Rousselle*, au nom du comité des arts économiques, lit un Rapport sur le système de chauffage de M. *Ancelin*.

M. Rousselle propose de remercier M. Ancelin de sa communication et d'insérer le Rapport du comité au *Bulletin*, ainsi que les courbes de refroidissement des chaufferettes à acétate de soude et à eau.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *De l'utilisation agricole des vidanges de Paris.* — M. Decaux, sous-directeur de la manufacture des Gobelins, fait part à la Société des moyens qu'il propose pour expulser les vidanges de Paris, et rendre ces produits à l'agriculture. Il demande que ces moyens soient examinés.

M. le Président remercie M. Decaux de son intéressante communication qui est renvoyée au comité d'agriculture.

Polychrose des métaux. — M. Weil (Frédéric), ingénieur-chimiste, rue des Petites-Écuries, 13, à Paris, fait connaître qu'il a trouvé un procédé nouveau pour recouvrir les métaux de couches métalliques diversement colorées, qu'il nomme polychrose électro-chimique des métaux.

M. le Président remercie M. Weil de son intéressante communication qui est renvoyée à l'examen du comité des arts économiques.

Séance du 8 décembre 1882.

Présidence de M. DUMAS, président.

M. Armengaud aîné, ingénieur, rue Saint-Sébastien, 45, à Paris, fait hommage de plusieurs exemplaires d'un modèle d'enseignement sur papier peint avec la Notice qui accompagne les modèles. Ce qui distingue ces spécimens des modèles analogues connus depuis longtemps est le bon marché de cette publication. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. Godchaux (Aug.), imprimeur, rue de la Douane, 10, à Paris, adresse des spécimens de gravures en taille-douce, imprimées mécaniquement par la machine Guy. Il sollicite un examen des machines qui fonctionnent dans ses ateliers; ces machines ont été notablement perfectionnées depuis 1878. (Arts mécaniques.)

M. Cristin, rue de Rome, 129, à Paris, soumet à l'examen un système de son invention pour diminuer le frottement des arbres ou essieux sur leurs paliers ou coussinets. Ce système consiste essentiellement dans l'emploi de petits cylindres formant galets autour des tourillons ou fusées. (Arts mécaniques.)

M. Lemaire, rue Pernety, 42, à Paris, présente un nouveau système de fermeture de portes; le mouvement de torsion ordinaire est remplacé par un mouvement de pression ou de traction. (Arts mécaniques.)

M. Delaurier, rue Daguerre, 77, à Paris, envoie une Note concernant un nouveau système de concentration des rayons solaires. (Arts mécaniques.)

M. le Dr Gopplsroeder (Frédéric) adresse une Note, extraite du journal *l'Électricien*, concernant un nouvel emploi de l'électrolyse dans la teinture et l'impression. Il s'agit

de l'emploi du courant galvanique : 1° pour former et fixer simultanément les colorants sur les fibres diverses; 2° pour ronger les colorants fixés sur tissu et pour former de cette manière des dessins blancs ou en nouvelles couleurs sur fond uni; 3° pour empêcher l'oxydation des couleurs pendant leur impression; 4° pour préparer les dissolutions des colorants réduits ou hydrogénés, appelées cuves (d'indigo, de noir d'aniline, etc.). (Commission du *Bulletin*.)

M. *Toulzé*, passage Parmentier, 3, à Paris, demande l'aide de la Société pour prendre un brevet d'invention relativement à une nouvelle machine à river les œillets. (Comité spécial.)

M. *Grasset* (Louis), rue Morand, 23, à Paris, demande l'examen d'un appareil de son invention destiné à être fixé à l'extrémité des tuyaux de cheminées et devant empêcher le refoulement de la fumée dans les appartements. (Arts économiques.)

M. le *Ministre de l'instruction publique* annonce l'envoi d'ouvrages venant des États-Unis.

MM. *Mignon et Rouart*, boulevard Voltaire, 137, à Paris, demandent que la Société constate les résultats d'une expérience sur la conservation des viandes par leur procédé. (Arts économiques.)

MM. *William Leo et comp.*, galerie Vivienne, 55, à Paris, adressent une Notice sur un produit étranger qu'ils soumettent à la Société. Ce produit végétal, appelé *conserves-litière*, est adopté dans certains pays pour le matériel de la cavalerie et des postes; ses propriétés absorbantes et désinfectantes sont, paraît-il, considérables; il est économique comparé à la paille et il contribue à former un fumier contenant les principes des meilleurs engrais. (Agriculture.)

M. Ch. *Ducos de la Haïtte*, chez M. *Remi de Montigny*, rue Saint-Georges, 43, à Paris, remet un pli cacheté qui renferme les minutes de deux systèmes dont les inventeurs, MM. *Meyniard, Cayssac et Ducos de la Haïtte*, désirent s'assurer la possession ou, tout au moins, conserver une date précise, pour le cas où des contestations de priorité viendraient à se produire plus tard.

Le premier en date a trait à un nouveau mode de contrôle à l'usage des Compagnies qui s'occupent du transport des voyageurs, et le second à un nouveau mode de publicité. (Le dépôt est accepté.)

M. *Haton de la Goupillière*, membre du Conseil, remet une brochure sur les tambours spiraloïdes pour les câbles d'égale résistance. L'auteur donne la solution du problème difficile qui consiste à calculer la forme d'un tambour de cette espèce.

M. le *Président*, au nom de la Société, adresse des remerciements à M. *Haton*.

M. l'abbé *Moigno* envoie à la Société le Catalogue des 4 500 figures pour projections lumineuses qu'il a collectionnées et qui servent à l'enseignement.

M. *Cotard*, ingénieur civil, membre du Conseil supérieur de l'agriculture, envoie une brochure sur les canaux d'irrigation de la vallée du Rhône.

M. *Marcus* (A.), ancien administrateur des cristalleries de Saint-Louis, adresse une brochure intitulée : *Note sur l'aventurine verte ou aventurine de chrome*. (Extrait des Mémoires de l'Académie de Metz.)

M. *Marcus* rappelle qu'il a présenté à cette Académie (27 janvier 1877) de très brèves observations sur l'aventurine verte artificielle à base de chrome, obtenue, il y a environ quarante ans, à la cristallerie de Saint-Louis. A cette époque, il entreprit des essais suivis pour obtenir des nuances variées de couleur verte par l'emploi simultané du peroxyde de cuivre et du sesquioxyde de chrome; ayant remarqué la fusibilité très limitée de ce dernier corps, il parvint, après quelques essais, à obtenir un verre vert, convenablement chargé de paillettes de sesquioxyde de chrome, à vifs reflets de lumière, pouvant se travailler seul, ou s'allier de différentes manières au cristal blanc ou coloré. La nouvelle substance ne tarda pas à être exploitée à la cristallerie de Saint-Louis, notamment de 1846 à 1851; on en fabriqua divers objets de fantaisie. A l'Exposition industrielle de Paris, en 1849, des cristaux où se remarquait l'aventurine verte figuraient parmi les produits de la Compagnie des cristalleries de Saint-Louis; le *Moniteur industriel* du 13 septembre 1849 signale ces objets sous le nom d'*imitation d'aventurine*.

En 1865, M. *Pelouze* s'occupa de la préparation de l'aventurine à base de chrome et fit sur ce verre une communication à l'Académie des sciences.

Depuis, quelques usines ont fabriqué cette aventurine, notamment la manufacture de Saint-Gobain, et une usine de Bohême, celle de M. *Meyr*.

Ces détails méritent quelque attention, en fixant la date de l'apparition des premiers objets en aventurine verte ou de chrome; ils établissent que, historiquement, la fabrication de cette espèce de verre ne remonte pas à moins de trente-cinq ans.

L'aventurine à base de cuivre avait été découverte à Venise dans la fabrique devenue célèbre des frères *Miotti*, vers 1720 ou 1730; il n'était rien resté des procédés des *Miotti*, perdus après leur mort et retrouvés depuis, vers 1826, par quelques habiles verriers vénitiens, parmi lesquels se trouve *P. Bigaglia*.

NOMINATION D'UN MEMBRE DU CONSEIL. — L'ordre du jour amène le scrutin pour la nomination d'un membre du comité d'agriculture; M. *Prillieux*, proposé, réunit l'unanimité des suffrages.

COMMUNICATION. — M. *Dumas*, président, fait part des télégrammes reçus ces jours-ci de quelques-unes des stations françaises établies en Amérique pour observer le passage de Vénus sur le Soleil. Il pense qu'après la très intéressante conférence faite sur ce sujet à la Société [par M. *Wolf*, cette communication ne manquera pas d'intérêt.

Sur les quatre stations des Antilles, trois ont fait connaître les conditions de leurs observations. A Puebla, M. *Bouquet de la Grye* a eu un temps très favorable qui lui a permis de prendre 400 photographies du phénomène. Dans la Floride, M. le colonel

Perrier, également favorisé par le temps, a pu mettre à profit les instruments qu'il avait emportés.

A la Martinique, *M. Tisserand*, moins heureux, n'a pu voir qu'une partie du phénomène, l'entrée de la planète sur le disque du Soleil. Quant à la quatrième station, celle de Haïti, sous la direction de *M. d'Abbadie*, on n'en a point reçu de nouvelles.

Sur les quatre stations de l'Amérique du Sud, celle du Rio-Négro, sous la direction de *M. Perrotin*, a seule pu, jusqu'à présent, faire parvenir un télégramme. Le commencement du phénomène n'a pas été visible, mais le second contact, ainsi que les deux autres, a pu donner lieu à des observations. Il est à espérer que cette mission donnera des résultats utiles.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Rapport sur les becs intensifs de la Compagnie parisienne d'éclairage par le gaz.* — *M. Le Blanc*, au nom du comité des arts chimiques, lit un Rapport sur les becs intensifs de la *Compagnie parisienne d'éclairage par le gaz*.

M. Le Blanc propose de remercier la *Compagnie parisienne d'éclairage par le gaz* de sa communication et d'insérer le Rapport du comité au *Bulletin* avec les dessins de ces appareils.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Rapport sur les becs intensifs à air chaud du système de M. F. Siemens (de Dresde). — *M. Le Blanc*, au nom du comité des arts chimiques, lit un Rapport sur les becs intensifs à air chaud de *M. Siemens* (de Dresde) et sur les becs du même système modifiés par la *Compagnie parisienne d'éclairage par le gaz*.

M. Le Blanc propose de remercier *M. F. Siemens* de sa communication et d'insérer le Rapport du comité au *Bulletin* avec les dessins de ces appareils.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Rapport sur les travaux de M. Marcel Deprez. — *M. le comte du Moncel*, au nom du comité des arts économiques, lit un Rapport sur les travaux de *M. Marcel Deprez*; il propose d'approuver le Rapport du comité et d'en ordonner l'insertion au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Rapport sur le télégraphe multiple de M. Baudot. — *M. le comte du Moncel*, au nom du comité des arts économiques, lit un Rapport sur le télégraphe multiple de *M. Baudot*.

La Société d'encouragement a cru devoir montrer à *M. Baudot* l'intérêt qu'elle prend au succès qu'il a obtenu.

M. du Moncel, au nom du comité, propose d'approuver le présent Rapport et d'en ordonner l'insertion au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Rapport sur le régulateur de la lampe électrique de M. Solignac. — *M. Bertin*,

au nom du comité des arts économiques, lit un Rapport sur le régulateur de lampe électrique de M. *Solignac*.

M. *Bertin* propose de remercier M. *Solignac* de sa communication et d'insérer le Rapport du comité au *Bulletin*, ainsi que le dessin de l'appareil.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

M. le *Président* annonce que la séance publique de distribution des prix et des médailles aura lieu le 22 décembre. Les élections du bureau et la ratification des nominations faites par le Conseil aura lieu dans la même séance.

NOMINATION D'UN MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ. — M. *Maës* est présenté par M. *Dumas*, président, et M. E. *Peligo*t. En raison de la notoriété de ce candidat, le Conseil décide qu'il y a lieu de procéder de suite à sa nomination.

M. *Maës* est nommé membre de la Société.

Séance générale du 22 décembre 1882.

Présidence de M. DUMAS, président.

La Société d'encouragement a procédé, dans cette séance générale, à la distribution des récompenses qu'elle a instituées.

Les Rapports et discours d'usage ont été prononcés dans l'ordre suivant :

ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ. — *Rapport sur l'état financier de la Société pendant les années 1879, 1880 et 1881.* — M. *Legrand*, au nom de la Commission des fonds, lit un Rapport sur l'état financier de la Société, comprenant les comptes de recettes et de dépenses des exercices des trois dernières années.

Rapport des censeurs. — M. le général *Mengin-Lecreux*, censeur, lit un Rapport sur les comptes des exercices de 1879, 1880 et 1881.

Après la lecture de ces deux Rapports, M. le *Président* met aux voix l'approbation des comptes.

Les comptes sont approuvés.

Au sujet de la réserve d'une somme de 100 000 francs, pendant cinquante années, demandée par le Conseil, M. le *Président* fait remarquer qu'il ne faut pas s'exagérer l'importance de cette réserve parce que les revenus placés en rentes sur l'État, peuvent diminuer à la fois comme intérêt et comme valeur avec le temps.

La somme en question sera placée au nom du Comte et de la Comtesse *Jollivet* qui, par leurs bienfaits et leur prévoyance, ont tant contribué à maintenir la Société au rang qu'elle occupe aujourd'hui.

Cette proposition mise aux voix est adoptée à l'unanimité.

M. le *Président* ajoute que depuis un demi-siècle, deux trésoriers, appartenant à la même famille, ont consacré leur temps à la Société, ont placé et manié ses fonds de telle sorte que l'on n'a qu'à se louer des opérations financières qu'ils ont faites pour elle. Le *Trésorier* actuel n'étant disposé à accepter aucun traitement, M. le *Président*

propose de choisir un objet d'art sur lequel on ferait graver une inscription rappelant les services qu'il a rendus ; cet objet lui serait présenté par le Conseil comme témoignage de la vive reconnaissance de la Société.

Cette proposition est reçue avec acclamation.

BIOGRAPHIE. — *Éloge de Davioud*. — M. *Rossigneux*, membre du comité des constructions et des beaux-arts, prononce l'éloge de Gabriel *Davioud*.

Notice sur Ed. Evrard. — M. *de Laboulaye*, pour M. *Le Roux*, membre du comité des arts économiques, lit une Notice sur Édouard *Evrard*, opticien, membre de la Société.

M. le *Président* ajoute quelques mots d'éloge à la mémoire de cet artiste de mérite. Il réclama son concours il y a une dizaine d'années, lors du premier passage de Vénus devant le Soleil, pour fabriquer les objectifs des lunettes qui devaient servir aux observations. C'est à son zèle, à son habileté et à son patriotisme que, dans des circonstances tout à fait exceptionnelles, on dut les équatoriaux si parfaits qui servirent lors du premier passage, et qui, cette année même, ont puissamment contribué à la pleine réussite des expéditions.

Lors du second passage, l'Académie des sciences comprit que quatre postes d'observations, deux du côté de chaque pôle, comme en 1874, étaient insuffisants ; elle prépara pour l'année 1882 quatre expéditions aux Antilles et quatre en Patagonie, qui furent généralement favorisées par le temps ; cinq eurent un succès complet ; deux, moins heureuses, ont donné lieu à des observations qui pourront être utilisées. Aujourd'hui même, M. le *Président* reçoit le télégramme annonçant le succès complet de la huitième. M. le commandant *Fleuriais*, en Patagonie, a pu mettre à profit l'expérience qu'il avait acquise en 1874. On peut donc apprécier l'étendue des services rendus par *Evrard* à l'astronomie, maintenant que l'on sait que les observations ont été couronnées d'un plein succès cette année. Avant d'obtenir les résultats définitifs, le travail des calculateurs exigera peut-être un grand nombre d'années, mais les premiers résultats très approchés pourront être connus dans quelque temps d'ici.

DISTRIBUTION DES PRIX ET MÉDAILLES. — *Grande médaille des arts économiques à l'effigie d'Ampère, décernée à M. Gaston Planté*. — M. le comte du *Moncel* lit un Rapport sur les travaux de M. *Gaston Planté*.

En remettant cette médaille à M. *Planté*, M. le *Président* dit combien cette récompense est bien méritée ; on connaissait la bouteille de Leyde qui emmagasine l'électricité à l'état de repos, l'électricité en mouvement paraissait impossible à saisir et à arrêter. C'est à M. *Planté* qu'appartient cette découverte qu'il a ensuite généreusement abandonnée à l'industrie ; c'est maintenant à l'industrie à en tirer parti et à en faire des applications.

Prix de 2 500 francs, pour un frein pneumatique, décerné à M. Martin. — M. *de Laboulaye*, pour M. *Baude*, donne lecture d'un Rapport sur le frein agissant par le vide dû à M. *Martin*.

Allocation de 2 500 francs accordée à M. H. Garnier pour diverses inventions.

— M. *Davanne* lit un Rapport où il fait ressortir l'utilité des inventions de M. *Garnier*. Ce travailleur modeste a déjà consacré plus de vingt-cinq années à des travaux qui ont rendu des services sérieux aux arts et à l'industrie.

DISTRIBUTION DES MÉDAILLES AUX AUTEURS D'INVENTIONS UTILES. — M. le *Président* procède ensuite à la distribution des médailles d'or, de platine, d'argent et de bronze, accompagnée de la lecture des extraits des divers Rapports qui ont motivé ces récompenses.

Il est ainsi décerné : 18 *Médailles d'or*.

2 *Rappels de médailles d'or*.

9 *Médailles de platine*.

7 *Médailles d'argent*.

4 *Médailles de bronze*.

Vient ensuite la distribution des médailles d'encouragement décernées aux contre-maîtres et ouvriers ; le nombre des médailles ainsi décernées est de 28.

ÉLECTIONS DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ POUR 1883 ET RATIFICATION DE LA NOMINATION 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 1883, et à la ratification des nominations des membres de ce Conseil qui ont été élus pendant l'année 1882, M. le *Président*, assisté de MM. les *Secrétaires*, procède au dépouillement du scrutin. Il constate que les propositions du Conseil ont réuni l'unanimité des suffrages exprimés par 105 votants sur 112 inscriptions portées sur le registre. En conséquence il proclame la composition du Bureau pour l'année 1883.

Président : M. J.-B. DUMAS.

Vice-Présidents : MM. le baron BAUDE, le baron THÉNARD, Edmond BECQUEREL, l'amiral DE CHABANNES.

Secrétaires : MM. Eugène PELIGOT, Charles DE LABOULAYE.

Censeurs : MM. le général MENGIN-LECREULX, le comte DE MONY-COLCHEN.

Trésorier : M. Goupil DE PRÉFELN.

Il déclare aussi que, par le même vote de l'Assemblée générale, les élections faites par le Conseil depuis la dernière Assemblée générale sont ratifiées ainsi qu'il suit :

Pour le comité de l'agriculture : MM. Müntz et Prillieux.

PRÉSENTATION DE CANDIDATS POUR ÊTRE NOMMÉS MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — M. *Cornuault* (Émile), ingénieur des arts et manufactures, secrétaire de la Société des hauts fourneaux de Saint-Louis et du gaz de Marseille, rue Louis-le-Grand, 6, à Paris, présenté par MM. *Jordan* et F. *Le Blanc*.

M. *Ellissen* (Albert), ingénieur des arts et manufactures, administrateur de la Société générale du gaz pour la France et l'étranger, rue de la Boétie, 21, à Paris, présenté par M. F. *Le Blanc*.

Le Gérant, R. A. CASTAGNOL.

LISTE

DES NOUVEAUX MEMBRES ADMIS EN 1882

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MM.

Bertier, ingénieur civil, à Paris.
Berthelemy, constructeur d'instruments de précision, à Paris.
Cheysson, ingénieur en chef des ponts et chaussées, directeur au Ministère des travaux publics.
Cogel (Charles), manufacturier, apprêteur sur tissus, à Paris.
De la Roche (Charles), ingénieur civil, à Paris.
Delessert, administrateur de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, à Paris.
Delpérier, médecin-vétérinaire, à Paris.
Directeur des établissements de la Risle (Le), à Pont-Audemer.
Geoffroy Saint-Hilaire, directeur du Jardin d'acclimatation.
Houdart, négociant en vins, à Paris.
Joly (J.-A.), architecte, à Paris.

MM.

Krebs, capitaine d'infanterie, aux ateliers de Chalais, à Meudon.
Lamy, ingénieur civil, directeur de la fabrique de produits chimiques d'Amiens.
Lebourhis, ingénieur civil, à Landerneau.
Levallois (Ernest), négociant, adjoint du 10^e arrondissement, à Paris.
Lichtenstein (Jules), naturaliste, à Montpellier.
Maës (Georges), fabricant de cristaux et teinturier, à Clichy.
Muntz, directeur des laboratoires de l'Institut agronomique, à Paris.
Roussel (Edmond), administrateur de journaux industriels, à Paris.
Saint-Germain, ancien élève de l'École centrale, teinturier, à Paris.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA QUATRE-VINGT ET UNIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

(Troisième série. — tome IX.)

(La lettre (P) à la suite d'un article indique qu'il ne s'agit que d'une présentation.)

A.

Audin. Peintre décorateur (méd. br.), 643.

B.

Barral (J.-A.). Conférence sur le phylloxera, 274 (dessins sur bois).

— Discours prononcé aux obsèques de M. François Bella, 396.

— Discours prononcé sur la tombe de M. Dutertre, 393.

Barthelemy (Jean-Nicolas). Chef visiteur (méd. br.), 643.

Baude. Rapport sur le frein agissant par le vide de MM. Martin et du Tremblay, 325 (pl. 144).

— Rapport sur le système de suspension intérieure des wagons de M. Ed. Delessert, 117 (pl. 140).

— Rapport sur un prix de 2 500 francs accordé à M. Martin, 611.

Baudot. Télégraphe multiple (méd. or), 618.

Bella (François). Discours prononcé aux obsèques de M. —, par M. J.-A. Barral, 396.

Bellier (Ernest-Jean). Contre-maitre (méd. br.), 644.

Berlier. Vidange pneumatique applicable aux villes (méd. pl.), 633.

Belz-Penot. Moulure perfectionnée du maïs et du blé dur (rap. méd. or), 632.

Birckel. Lampe de sûreté; rapport de M. Gruner, 496 (dessin sur bois); (méd. arg.), 637.

Boitel. Rapport sur les documents fournis par M. Jus au sujet de l'irrigation par puits artésiens et de la culture du dattier dans l'Algérie orientale, 385 (carte, pl. 145).

Bonhomme (Jacques). Contre-maitre (méd. br.), 644.

Bourdon (Eugène). Anémomètres enregistreurs; rapport de M. Haton de la Goupillière, 374 (dessins sur bois); (méd. or), 619.

C.

Cacault. Epreuves photographiques sur faïence dure; rapport de M. de Luynes, 173; (méd. arg.), 637.

Cailletet. Nouvelle pompe pour comprimer les gaz (P), 259 (dessin sur bois); (méd. or), 619.

- Capgrand-Mothes*. Nouvelle culture du chêne-liège (méd. or), 620.
- Carpentier*. Frein funiculaire (méd. pl.), 634.
- Carrain (Jean-Baptiste)*. Ouvrier (méd. br.), 644.
- Chardon*. Procédé d'impression photographique à l'encre grasse, par M. *Davanne* (P), 128.
- Chesnel*. Fabrication industrielle des produits de laiterie (P), 203 (dessin sur bois).
- Chevas (Jean)*. Contre-maître (méd. br.), 644.
- Collignon (Ed.)*. Rapport sur un appareil destiné à remplacer les robinets dans les conduites de gaz, par M. *Jarre (G)*, 60 (pl. 139 B).
- Rapport sur le tachygraphe de M. *Méresse*, 57 (pl. 139 A).
- Comberousse (Ch. de)*. Discours prononcé sur la tombe de *Henri Giffard*, 338.
- Compagnie Générale des horloges pneumatiques*. Installation à Paris des horloges pneumatiques, 9 (pl. 138).
- française de fabrication du celluloid (méd. arg.), 638.
- Parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz. Becs intensifs d'éclairage au gaz (méd. or), 621.
- Contour (Antoine)*. Contre-maître (méd. br.), 644.
- Couzon (Donatien-Rogatien)*. Ouvrier (méd. br.), 644.
- Croissier (Jean-Baptiste)*. Ouvrier (méd. br.), 645.
- Cuvillier (Aug.)*. Mesure de précision, 120 (dessin sur bois).
- Dailly (Adolphe)*. Rapport sur la ferrure à glace des chevaux de M. *Decroix*, 436.
- Rapport sur la ferrure à glace des chevaux de M. *Delpérier*, 425.
- Dartigues*. Ouvrier (méd. br.), 645.
- Davanne*. Procédé d'impression photographique à l'encre grasse de M. *Chardon* (P), 128.
- Notice sur A. *Poitevin*, 498.
- Rapport sur un prix de 2 500 francs accordé à M. *H. Garnier*, 613.
- David*. (Collaborateur de M. *Manhès*). Traitement du cuivre dans la cornue Bessemer (méd. arg.), 638.
- Davioud (Gabriel)*. Éloge de —, par M. *Rossigneux*, 598.
- Decaux*. Méthode raisonnée pour l'étude de la teinture (P), 207.
- Decroix*. Ferrure à glace des chevaux ; rapport de M. *Adolphe Dailly*, 436.
- Delessert (Ed.)*. Système de suspension intérieure des wagons ; rapport de M. *Baude*, 117 (pl. 140).
- Delpérier*. Ferrure à glace des chevaux ; rapport de M. *Adolphe Dailly*, 425 ; (méd. or), 622.
- Deprez (Marcel)*. Ensemble de travaux relatifs à l'électricité (méd. or), 623.
- Deram (Charles)*. Ouvrier (méd. br.), 645.
- Desgrandchamps (Ed.)*. Sur les perfectionnements apportés au fraisage des métaux ; rapport de M. *Pihet*, 221 (pl. 142) ; (méd. pl.), 634.
- Dravigny (Jean)*. Contre-maître (méd. br.), 645.
- Dubosq (J.)*. Appareils de physique (rap. méd. or), 633.
- Dumas (Ernest)*. Rapport sur les crayons en couleurs vitrifiables de M. *Lacroix*, 175.
- Rapport sur la décoration du verre à froid par les procédés de M. *Lutz-Knechtle*, 174.
- Rapport sur la fabrication des couleurs vitrifiables de M. *Lacroix*, 63.
- Rapport sur le moufle mobile pour la cuisson des peintures sur porcelaine et sur faïence de M. *Prévoit*, 328 (dessin sur bois).
- Dumas (Président)*. Sur l'acide carbonique normal de l'air atmosphérique, 198.
- Discours prononcé à l'occasion de la médaille commémorative remise à M. *Pasteur*, le 25 juin, 1882, 335.
- Rapport sur le sucrage des vins avec réduction de droits, 351.
- Discours prononcés à l'occasion de la remise de la médaille commémorative du cinquantième anniversaire de son élection à l'Académie des sciences, 649.
- Dumoulin-Froment*. Compteur totalisateur électrique et instruments de précision (méd. or), 625.
- Dutertre*. Discours prononcé sur la tombe de M. —, par M. *J.-A. Barral*, 393.

E.

Evrard (Edouard). Notice sur —, par M. *Le Roux*, 605.

F.

- Fauvel (Louis-Armand)*. Contre-maitre (méd. br.), 645.
Favier (A.). Procédé de décortication de la ramie, 124.
Fernique (Léon-Jules). Ouvrier (méd. br.), 646.
Fœlk (Jacques). Ouvrier (méd. br.), 645.

G.

- Gakibert*. Feuillage artificiel (méd. br.), 640.
Gallois. Épuisement des pulpes des sucreries (méd. pl.), 634.
Garnier (H.). Photogravure, athmogravure et aciérage des planches gravées, allocation de 2 500 fr., 613; rapport de M. *Davanne*, 613; (méd. or), 626.
Géraldy (Frank). Diverses modifications de la machine de *Gramme*, 66 (dessins sur bois).
Gérard (Pierre). Contre-maitre (méd. br.), 646.
Giffard (Henri). Discours prononcé sur la tombe de —, par M. *Ch. de Comberousse*, 338.
Girard (Aimé). Mémoire sur l'hydrocellulose et ses dérivés, 176 (pl. 141).
Goulter. Calibreur de tubes (P), 330 (dessin sur bois).
 — Rapport sur une mesure de précision de M. *Auguste Cu villier*, 120 (dessins sur bois).
Graham Bell. Histoire de la découverte du téléphone parlant, de M. —, par M. le comte du *Moncel*, 15.
Gramme. Diverses modifications de la machine de —, par M. *Frank Géraldy*, 66 (dessins sur bois).
Grimaux (Edouard). Conférence faite à la Société, le 22 avril, sur les matières colorantes et autres dérivés de la houille, 340.
Gruner. Rapport sur la lampe de sûreté de M. *Birckel*, 496 (dessin sur bois).
 — Rapport sur le traitement du cuivre dans la cornue *Bessemer*, par M. *Manhès*, 439 (dessin sur bois).
Guiliani (Auguste-Louis). Chef de fabrication (méd. br.), 646.

H.

- Haton de la Goupillière*. Sur les appareils d'équilibre du système *Kape*, pour l'extraction des mines, 225 (dessins sur bois).
 — Rapport sur les anémomètres enregistreurs de M. *Eugène Bourdon*, 374 (dessins sur bois).
 — Rapport sur une méthode pour le calcul des diagrammes des machines à vapeur de M. *Auguste Quérue l*, 13.
Hefner-Alteneck. Rapport de M. *Collignon* sur le frein dynamométrique de M. —, 270 (pl. 143 B).
Henri-Lepaute (frères). Échelle de marée et phare de direction (méd. or), 628.

J.

- Jarre (G.)*. Appareil destiné à remplacer les robinets dans les conduites de gaz; rapport de M. *Ed. Collignon*, 60 (pl. 139 B).
 — Pompe hydro-pneumatique, hausses de barages, robinets de conduite de gaz; (méd. pl.), 635.
Jenn (Alexandre). Contre-maitre (méd. br.), 646.
Julien (Aimé-Ernest). Contre-maitre (méd. br.), 646.
Jus. Documents fournis au sujet de l'irrigation par puits artésiens et de la culture du dattier dans l'Algérie orientale; rapport de M. *Boitel*, 385 (carte pl. 143); (méd. or), 626.

K.

- Kape*. Sur les appareils d'équilibre du système —, pour l'extraction des mines, par M. *Haton de la Goupillière*, 225 (dessins sur bois).

L.

- Lacroix*. Crayons en couleurs vitrifiables; rapport de M. Ernest Dumas, 175.
 — Fabrication des couleurs vitrifiables; rapport de M. Ernest Dumas, 63.
 — Fabrication de couleurs et de crayons vitrifiables (méd. or), 626.
Lartigue. Sur le système de correspondance téléphonique adopté dans la ville de Paris et sur la transmission de la musique à l'Exposition d'électricité (P), 316.
Lauth. Matières colorantes et couleurs à l'Exposition universelle de 1878; 28, 73, 142.
Lavanchy-Clarke. Sur le travail des aveugles, 523.
Lavollée (Charles). Rapport sur diverses communications relatives aux habitations ouvrières, 481.
Lawes (J.-B.). De la fertilité, 545.
Le Blanc (F.). Notice sur M. L. A. Salvétat, 444.
Le Cyre. Télémètres répéteurs à retournement (méd. or), 626.
Lefevre. Ouvrage sur les opérations commerciales et sur l'enseignement commercial (méd. or), 627.
Legrand. Rapport sur l'état financier de la Société pendant les années 1879, 1880, 1881; 586.
Lepaute. Voir *Henri-Lepaute*.
Lepescheux (Louis-Emile). Ouvrier (méd. br.), 647.
Le Roux. Notice sur *Edouard Evrard*, 605.
Lévy (Maurice). Conférence sur les unités électriques, 233.
 — Sur le transport électrique de l'énergie (P), 130.
Lutz-Knechtle. Procédés de décoration du verre à froid; rapport de M. Ernest Dumas, 174.
Luyens (de). Rapport sur les épreuves photographiques sur faïence dure présentées par M. *Cacaull*, 173.

M.

- Maistre*. Procédés de culture des vignes phylloxérées; rapport de M. *Risler*, 437; (méd. pl.), 635.
Manhès. Traitement du cuivre dans la cornue Bes-

- semer (P), par M. *Gruner*, 439 (dessin sur bois); (méd. or), 629.
Marmignon (Augustin-Joseph). Ouvrier (méd. br.), 647.
Martin. Frein agissant par le vide; rapport de M. *Baude*, 325 (pl. 144).
 — Prix de 2 500 francs décerné à —; rapport de M. *Baude*, 611.
Melsens. Conférence sur les paratonnerres, 450 (dessin sur bois).
Mengin-Lecreux. Rapport au nom des censeurs, sur les comptes des années 1879, 1880, 1881; 596.
Méresse. Tachygraphe de M. —; rapport de M. *Ed. Collignon*, 57 (pl. 139 A).
Merlin (André). Chef d'atelier (méd. br.), 647.
Moncel (Th. du). Histoire de la découverte du téléphone parlant, de M. *Graham Bell*, 15.
 — Rapport fait au sujet de la grande médaille des arts économiques à l'effigie d'Ampère, décernée à M. *Gaston Planté*, 609.
Morière. Discours prononcé sur la tombe de M. *Isidore Pierre*, 19.
Mourceau. De la nécessité de créer en Algérie une école professionnelle pour la fabrication des tapis d'Orient, 210.
Muller (E.) et Cacheux (E.). Association pour les habitations ouvrières; rapport de M. *Lavollée*, 481; (méd. or), 629.
Muntz. Alimentation des chevaux de trait (méd. or), 630.

N.

- Noë (de la)*. Procédé de topogravure, compositeur pour l'impression des écritures sur les cartes (méd. arg.), 638.

O.

- Otto-Lelm*. Autocopiste noir (méd. arg.), 639.

P.

- Pasteur*. Discours prononcé par M. *Dumas*, président, à l'occasion de la médaille commémorative remise à M. —, le 25 juin, 335.
- Péchenart (Nicolas-Victor)*. Caissier (méd. br.), 647.
- Peligot (Henri)*. Rapport sur l'installation à Paris des horloges pneumatiques, 9 (pl. 438).
- Perret (Michel)*. Sucrage des vendanges, 22 (dessins sur bois).
- Pierre (Isidore)*. Discours prononcé sur sa tombe, par M. *Morière*, 19.
- Pihet*. Rapport sur les perfectionnements apportés au fraisage des métaux, par M. *Desgrandchamps*, 221 (pl. 142).
- Planté (Gaston)*. Grande médaille des Arts économiques à l'effigie d'Ampère, décernée à —; rapport de M. *Th. du Moncel*, 609.
- Poirot (Paul)*. Monte-charge, courroie pour raccommodage des brancards de voiture (méd. arg.), 639.
- Poitevin (A.)*. Notice sur —, par M. *Davanne*, 498.
- Popp et Resch*. Horloges pneumatiques; rapport de M. *H. Peligot*, 9 (pl. 138).
- Porter-Michaels*. Bécicles perfectionnées (méd. br.), 640.
- Pothier (Félix-Jacques)*. Sous-chef d'atelier (méd. br.), 647.
- Prérot*. Moufle mobile pour la cuisson des peintures sur porcelaine et sur faïence; rapport de M. *Ernest Dumas*, 328 (dessin sur bois).

Q.

- Quéruet (Auguste)*. Méthode pour le calcul des diagrammes des machines à vapeur; rapport de M. *Haton de la Goupillière*, 13.

R.

- Raffard (J.-N.)*. Balance dynamométrique; rapport de M. *Collignon*, 269 (pl. 143 A).

- Importations diverses, application du frein funiculaire (méd. br.), 640.
- Richard (frères)*. Appareils enregistreurs; rapport de M. *Sebert*, 531 (pl. 146); (méd. pl.), 636.
- Risler*. Rapport sur les procédés de culture de la vigne phylloxérée, de M. *Maistre*, 437.
- Rossigneux*. Éloge de *Gabriel Davioud*, 598.

S.

- Sabattery (Daniel)*. Dessinateur-coopérateur (méd. br.), 648.
- Salvetat (L. A.)*. Notice sur —, par M. *F. Le Blanc*, 444.
- Sauttereau (Edme)*. Contre-maître (méd. br.), 648.
- Savignon (de)*. Sur la production de la laine en Australie (P), 510; (méd. pl.), 636.
- Sebert*. Rapport sur les appareils enregistreurs de MM. *Richard frères*, 531 (pl. 146).
- Siemens (Frédéric)*. Bec de gaz intensif à air chaud (méd. or), 631.
- Simon*. Sur le commerce des laines brutes, filées et tissées en Angleterre, 508.
- Rapport sur le procédé de décortication de la ramie de M. *A. Favier*, 124.
- Solignac*. Régulateur de lampe électrique (méd. pl.), 637.
- Sourdat*. Fer à souder au gaz (méd. br.), 641.

T.

- Tirouflet (Louis-Henri)*. Contre-maître (méd. br.), 648.
- Tolmer (Armand-Joseph)*. Chef monteur (méd. br.), 648.
- Tremblay (du)*. Frein agissant par le vide; rapport de M. *Baude*, 325 (pl. 144).
- Tresca*. Rapport sur la balance-compteur de M. *Vincent*, 529 (dessin sur bois).

V.

Vincent. Balance-compteur ; rapport de M. Tresca,
529 (dessin sur bois).

W.

Wolf (C.). Conférence, faite à la Société, le 20 mai,
sur les passages de Vénus devant le Soleil, 399.

TABLE
ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE
DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA QUATRE-VINGT ET UNIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

(Troisième série. — tome IX.)

(La lettre (P) à la suite d'un article indique qu'il ne s'agit que d'une présentation.)

A.

Acide carbonique. Sur l' — normal de l'air atmosphérique, par M. *Dumas*, 198.

Acier. Sur la production et le travail de l' —, en Amérique, 213.

Agriculture. Documents fournis par M. *Jus*, au sujet de l'irrigation par les puits artésiens et de la culture du dattier dans l'Algérie orientale; rapport de M. *Boitel*, 385 (carte, pl. 145).

Air atmosphérique. Sur l'acide carbonique normal de l' —, par M. *Dumas*, 198.

Alimentation des chevaux de trait, par M. *Muntz* (méd. or), 630.

Anémomètres enregistrateurs de M. *Eugène Bourdon*; rapport de M. *Haton de la Goupillière*, 374 (dessins sur bois); (méd. or), 619.

Appareils de physique de M. *J. Dubosq* (rap. méd. or), 633.

— destiné à remplacer les robinets dans les conduites de gaz, par M. *Jarre (G.)*; rapport de M. *Ed. Collignon*, 60 (pl. 139 B).

— enregistreurs de MM. *Richard frères*; rapport de M. *Sebert*, 531 (pl. 146); (méd. pl.), 636.

Arts chimiques. Matières colorantes et cou-

leurs à l'Exposition universelle de 1878, par M. *Lauth*, 28, 73, 142.

Astronomie. Conférence, faite à la Société, le 20 mai, sur les passages de Vénus devant le Soleil, par M. *C. Wolf*, 399.

Athmogravure Rapport de M. *Davanne* au sujet du prix de 2 500 francs décerné à M. *H. Garnier* pour ses inventions de gravure photographique et d'aciérage des planches gravées, 613.

Autocopiste noir de M. *Otto-Lelm* (méd. arg.), 639.

Aveugles. Sur le travail des —, par M. *Lavan-
chy-Clarke*, 523.

B.

Balance dynamométrique de M. *N.-J. Raffard*; rapport de M. *Collignon*, 269 (pl. 143 A).

— compteur de M. *Vincent*; rapport de M. *Tresca*, 529 (dessin sur bois).

Baromètre enregistreur de MM. *Richard frères*; rapport de M. *Sebert*, 536 (pl. 146).

Bees de gaz intensifs d'éclairage au gaz de la *Compagnie Parisienne du gaz* (méd. or), 621.

— de M. *Frédéric Siemens* (méd. or), 631.

Besicles perfectionnées de M. *Porter-Michaels* (méd. br.), 640.

Biographie. Eloge de *Gabriel Davioud*, par M. *Ch. Rossignaux*, 598.

— Notice sur *A. Poitevin*, par M. *Davanne*, 498.

— Notice sur *L.-A. Salvétat*, par M. *F. Le Blanc*, 444.

— Notice sur *Edouard Evrard*, par M. *Le Roux*, 605.

C.

Câbles de mines. Sur les appareils d'équilibre du système *Kape*, pour l'extraction des mines, par M. *Haton de la Goupillière*, 225 (dessins sur bois).

Calibreur de tubes, par M. le colonel *Goulier* (P), 330 (dessin sur bois).

Celluloïd. Fabrication du —, par la *Compagnie Française du celluloïd* (méd. arg.), 638.

Chêne-liège. Nouvelle culture du —, par M. *Capgrand-Mothes* (méd. or), 620.

Chèvaux. Alimentation des —, de trait, par M. *Muntz* (méd. or), 630.

— Ferrure à glace des —, de M. *Decroix*; rapport de M. *Adolphe Dailly*, 446.

— Ferrure à glace des —, de M. *Delpérier*; rapport de M. *Adolphe Dailly*, 425; (méd. or), 622.

Commerce. Sur le — des laines brutes, filées et tissées en Angleterre, par M. *Simon*, 508.

— Ouvrage sur les opérations commerciales et sur l'enseignement commercial, par M. *Lefèvre* (méd. or), 627.

Composteur pour l'impression des écritures sur les cartes, par M. *de la Noë* (méd. arg.), 638.

Compression des gaz. Nouvelle pompe pour comprimer les gaz, par M. *Cailletet* (P), 259 (dessin sur bois); (méd. or), 619.

Compteur totalisateur électrique de M. *Dumoulin-Froment* (méd. or), 625.

Conférence faite à la Société, le 4 mars, sur les unités électriques, par M. *Maurice Lévy*, 233.

— faite à la Société, le 1^{er} avril, sur le phylloxéra, par M. *J.-A. Barral*, 274 (dessins sur bois).

— faite à la Société, le 22 avril, sur les matières colorantes et autres dérivés de la houille, par M. *Edouard Grimaux*, 340.

— faite à la Société, le 20 mai, sur les passages de Vénus devant le Soleil, par M. *C. Wolf*, 399.

— sur les paratonnerres, par M. *Melsens*, 450 (dessin sur bois).

Concours spéciaux. Prix de 2 500 francs accordé à M. *Martin*, 611.

— Prix de 2 500 francs accordé à M. *H. Garnier*, 613.

— divers. Concours régionaux agricoles de la Société industrielle d'Amiens et de la Société industrielle de Mulhouse, 652.

Conseil d'administration. Liste des membres titulaires et des membres honoraires du —, pour 1882, 3.

Couleurs vitrifiables. Fabrication par M. *Lacroix*; rapport de M. *Ernest Dumas*, 63; (méd. or), 626.

Courroies pour raccommodage de brancards de voitures, de M. *Paul Poirot* (méd. arg.), 639.

Crayons en couleurs vitrifiables de M. *Lacroix*; rapport de M. *Ernest Dumas*, 175; (méd. or), 626.

Cuivre. Traitement du cuivre dans la cornue *Bessemer*, par M. *Manhès* (P), 439 (dessin sur bois); (méd. or), et M. *David*, collaborateur (méd. arg.), 629.

Culture des vignes phylloxérées; rapport de M. *Risler* sur les procédés de —, de M. *Jules Maistre*, 437; (méd. pl.), 635.

— du chêne-liège, par M. *Capgrand-Mothes* (méd. or), 620.

— du dattier; rapport de M. *Boitel* sur les documents fournis par M. *Jus* sur la —, dans le Sahara de Constantine, 385 (méd. or), 626.

D.

Décortication. Procédé de — des orties textiles, de M. *A. Favier*; rapport de M. *Simon*, 124.

Décoration du verre à froid par les procédés de M. *Lutz-Knechtle*; rapport de M. *Ernest Dumas*, 174.

Dérivés de la houille. Conférence faite à la Société, le 22 avril, sur les matières colorantes et autres dérivés de la houille, par M. Édouard Grimaux, 340.

Diagrammes. Méthode pour le calcul des —, des machines à vapeur, par M. Quérueil; rapport de M. Haton de la Goupillière, 13.

Discours prononcé aux obsèques de M. François Bella, par M. J.-A. Barral, 396.

— prononcé sur la tombe de M. Dutertre, par M. J.-A. Barral, 393.

— prononcé par M. Dumas, président, à l'occasion de la médaille commémorative remise à M. Pasteur le 25 juin, 335.

— prononcé sur la tombe de Henri Giffard, par M. Ch. de Comberousse, 338.

— prononcé par M. Morière sur la tombe de M. Isidore Pierre, 19.

— prononcés à l'occasion de la remise à M. J.-B. Dumas de la médaille commémorative du cinquantième anniversaire de son élection à l'Académie des sciences, 650.

Distribution des médailles décernées, pour les inventions utiles ou des perfectionnements dans les arts industriels, dans la séance générale du 22 décembre, 618.

Dynamomètre de Hefner-Alteneck; rapport de M. Collignon, 270 (pl. 143 B).

E.

Echelle des marées de MM. Henri-Lepaute (méd. or), 628.

École professionnelle. De la nécessité de créer en Algérie une — pour la fabrication des tapis d'Orient, par M. Mourceau, 210.

Électricité. Diverses modifications de la machine de Gramme, par M. Frank Géraldy, 66 (dessins sur bois).

— Sur le transport électrique de l'énergie, par M. Maurice Lévy (P), 130.

— Conférence faite à la Société, le 4 mars, sur les unités électriques, par M. Maurice Lévy, 233.

— Rapport de M. du Moncel, au sujet de la médaille des arts économiques décernée à M. Gaston Planté, pour ses travaux relatifs à l'—, 609.

— Ensemble des travaux relatifs à l'—, par M. Marcel Deprez, 623.

Émail. Photographie sur —, par M. Cacaull (méd. arg.), 638.

État financier de la Société. Rapport de M. Legrand, sur l'état financier pendant les années 1879, 1880 et 1881; 586.

— Rapport de M. le général Mengin-Lecreux sur les comptes des années 1879, 1880 et 1881; 596.

Exposition universelle de 1878 à Paris, matières colorantes et couleurs, par M. Lauth, 28, 73, 142.

Extraits des rapports des différents comités lus au sujet des médailles décernées aux industriels dans la séance du 22 décembre, 618.

F.

Fabricants d'alcalis. Société des — allemands, 473.

Faïence. Rapport de M. de Luynes sur les épreuves sur faïence dure présentées par M. Cacaull, 173.

Fer à souder au gaz de M. Sourdat (méd. br.), 641.

Ferrure à glace des chevaux de M. Decroix; rapport de M. Adolphe Dailly, 436.

— des chevaux de M. Delpérier; rapport de M. Adolphe Dailly, 425; (méd. or), 622.

Fertilité. De la —, par M. J.-B. Lawes, 545.

Feuillage artificiel de M. Galibert (méd. br.), 640.

Fondations de M. le marquis d'Argenteuil, 590.

— de M. Bapst, 590.

— de MM. Paul Christofle et Bouilhet, 591.

— de M^{me} la princesse Galitzin, 592.

— de M. Carré, 592.

— de M. Fauler, 592.

— de M. Legrand, 593.

— de MM. Christofle et Bouilhet, 593.

— de M. de Milly, 593.

— de Baccarat, 593.

— de M. Ménier, 594.

— de M. Gustave Roy, 595.

— de M. Elphège Baude, 595.

— de M. Fourcade, 595.

— de la Société d'encouragement, 591.

Fonds d'accroissement. Legs de M. le comte et M^{me} la comtesse Jollivet, 588.

— Legs de M. Giffard, 589.

- Legs de M. Bertrand, 589.
- Fraisage.** Sur les perfectionnements apportés au — des métaux par M. Desgrandchamps; rapport de M. Pihet, 221 (pl. 142).
- Fraise.** Développement de l'emploi de la —, par M. Desgrandchamps (méd. pl.), 634.
- Frein** agissant par le vide, de MM. Martin et du Tremblay; rapport de M. Baude, 325 (pl. 144).
- Rapport de M. Baude au sujet du prix de 2 500 francs accordé à M. Martin pour son invention du —, 611.
- funiculaire de M. Carpentier (méd. pl.), 634.
- Rapport de M. Collignon sur l'application du —, par M. J. Raffard, 269 (pl. 143); (méd. br.), 640.

G.

- Gaz.** Influence de l'altitude sur le pouvoir éclairant du gaz, 216.

H.

- Habitations ouvrières.** Rapport de M. Charles Lavollée sur diverses communications relatives aux habitations ouvrières, 481.
- Association pour les —, par MM. E. Muller et E. Cacheux (méd. or), 629.
- Horlogerie.** L'industrie horlogère en France, 51.
- Installation à Paris des horloges pneumatiques (système Popp et Resch), par la Compagnie générale des horloges pneumatiques; rapport de M. Henri Peligot, 9 (pl. 138).
- Hydrocellulose.** Mémoire sur l' — et ses dérivés, par M. Aimé Girard, 176 (pl. 141).
- Hygromètre enregistreur** de MM. Richard frères; rapport de M. Sebert, 540 (pl. 146).

I.

- Importations diverses,** application du

frein funiculaire, par M. Raffard (méd. br.), 640.

Impression photographique à l'encre grasse, procédé de M. Chardon, par M. Davanne (P), 128.

Instruments de précision. Calibre de tubes, par M. le colonel Goulier (P), 330 (dessin sur bois).

— Mesure de précision de M. Aug. Cuiviller; rapport de M. le colonel Goulier, 120 (dessin sur bois).

— de M. Dumoulin-Froment (méd. or), 625.

L.

Laines. Production de la laine en Australie (P), par M. de Savignon, 510.

— Sur le commerce des — brutes, filées et tissées en Angleterre, par M. Simon, 508.

— Étude sur la production de la — en Australie, par M. de Savignon (méd. pl.), 636.

Laiterie. Fabrication industrielle des produits de —, par M. Chesnel (P), 203 (dessin sur bois).

Lampe de sûreté de M. Birckel; rapport de M. Gruner, 496 (dessin sur bois); (méd. arg.), 637.

— électrique de M. Solignac (méd. pl.), 637.

Laque et papier japonais, 263.

Liste des membres titulaires et des membres honoraires du Conseil d'administration pour 1882, 3.

— des médailles de différentes classes décernées aux industriels dans la séance générale du 22 décembre, 615.

— des médailles de bronze décernées aux ouvriers et contre-maîtres dans la même séance, 641.

— des nouveaux membres admis en 1882, 665.

M.

Machine de Gramme, diverses modifications de la —, par M. Frank Géraldy, 66 (dessins sur bois).

Matières colorantes. Conférence faite à la Société, le 22 avril, sur les — et autres dérivés de la houille, par M. Édouard Grimaux, 340.

Matières textiles. Recherche des — d'origine animale ou végétale entrant dans la composition d'un tissu, 421.

Médailles. Rapport de M. du Moncel fait au sujet de la grande médaille des arts économiques, à l'effigie d'Ampère, décernée à M. Gaston Planté, 609.

— de différentes classes accordées aux industriels dans la séance générale du 22 décembre 1882, 618.

— de bronze décernées aux ouvriers et contre-maîtres dans la même séance, 643.

Mesure de précision. Calibre de tubes, par M. le colonel Goulier (P), 330 (dessin sur bois).

— de M. Aug. Cuvillier; rapport de M. le colonel Goulier, 120 (dessin sur bois).

Métallurgie. De la nature de l'acier le plus convenable pour les rails, 106.

— Traitement du cuivre dans la cornue Bessemer, par M. Manhès (P), 439 (dessin sur bois); (méd. or), 629.

— Sur la production et le travail de l'acier en Amérique, 213.

Météorographes enregistreurs de MM. Richard (méd. pl.), 636.

Mines. Lampe de sûreté de M. Birckel; rapport de M. Gruner, 496 (dessin sur bois).

Mission archéologique du Cambodge, 261.

Monte-charges de M. Paul Poirot (méd. arg.), 639.

Moufle mobile pour la cuisson des peintures sur porcelaine et sur faïence, de M. Prévot; rapport de M. Ernest Dumas, 328 (dessin sur bois).

Mouture perfectionnée du maïs et du blé dur, par M. Betz-Penot (rap. méd. or), 632.

N.

Nattes. Fabrication des — en Chine, 365.

Nécrologie. Discours prononcé aux obsèques de M. François Bella, par M. J.-A. Barral, 396.

— Discours prononcé sur la tombe de M. Dutertre, par M. J.-A. Barral, 393.

— Discours prononcé par M. Morière sur la tombe de M. Isidore Pierre, 19.

— Discours prononcé sur la tombe de Henri Giffard, par M. Ch. de Comberousse, 338.

P.

Papier. Laque et — japonais, 263.

Paratonnerres. Conférence sur les —, par M. Melsens, 450 (dessin sur bois).

Peinture d'amiante incombustible, 262.

Phare de direction de MM. Henri-Lepaute (méd. or), 628.

Photographie. Épreuves photographiques sur faïence dure présentées par M. Cacaull; rapport de M. de Luynes, 173; (méd. arg.), 638.

Photogravure. Rapport de M. Davanne au sujet du prix de 2 500 francs décerné à M. H. Garnier pour ses inventions de gravure photographique, 613.

Phylloxéra. Conférence, faite à la Société, le 1^{er} avril, sur le —, par M. J.-A. Barral, 274 (dessins sur bois).

— Rapport de M. Risler sur les procédés de culture de la vigne phylloxérée, de M. Maistre, 437; (méd. pl.), 635.

Physique. Appareils de —, de M. J. Dubosq (rap. méd. or), 633.

Pompe. Nouvelle — pour comprimer les gaz, par M. Cailletet (P), 259 (dessin sur bois); (méd. or), 619.

— hydropneumatique, hausses de barrages, robinets de conduite de gaz, par M. Jarre (méd. pl.), 635.

Porcelaine. Industries de la poterie et de la — au Japon, 110.

Prix. Rapport de M. Baude, sur un prix de 2 500 francs accordé à M. Martin, pour son invention d'un frein pneumatique, 611.

— Rapport de M. Davanne, sur un prix de 2 500 fr. accordé à M. H. Garnier pour diverses inventions, 613.

Procès-verbaux des séances du Conseil. Séance ordinaire du 13 janvier 1882, 112; — du 27 janvier, 114; — du 10 février, 169; — du 24 février, 171; — du 10 mars, 217; — du 24 mars, 218; — du 14 avril, 265; — du 28 avril, 267; — du 12 mai, 321; — du

26 mai, 323 ; — du 9 juin, 368 ; — du 23 juin, 370 ; — du 28 juillet, 422 ; — du 27 octobre, 580 ; — du 10 novembre, 653 ; — du 24 novembre, 654 ; — du 8 décembre, 657 ; — séance générale (élections) du 22 décembre, 661.
Pulpes. Épuisement des — de sucreries, par M. Gallois (méd. pl.), 634.

R.

Régulateur de lampe électrique de M. Solignac (méd. pl.), 637.

S.

Séances du Conseil d'administration (Voy. Procès-verbaux.)

Séance générale du 22 décembre, 575.

Soies grèges exportées de Chine, 319.

Sondages artésiens. Documents fournis par M. Jus au sujet de l'irrigation par puits artésiens et de la culture du dattier dans l'Algérie orientale ; rapport de M. Boilel, 385 (carte, pl. 145) ; (méd. or.), 626.

Sucrage des vendanges, par M. Michel Perret, 22 (dessins sur bois).

— Rapport sur le sucrage des vins avec réduction de droits, par M. Dumas, président, 351.

Suspension. Système de — intérieure des wagons de M. Ed. Delessert ; rapport de M. Baude, 117 (pl. 140).

T.

Tachygraphe de M. Méresse ; rapport fait par M. Ed. Collignon, 57 (pl. 139 A).

Tapis. De la nécessité de créer en Algérie une école professionnelle pour la fabrication des — d'Orient, par M. Mourceau, 210.

Teinture. Méthode raisonnée pour l'étude de la —, par M. Decaux, 207.

Télégraphe multiple de M. Baudot (méd. or), 618.

Téléètres répéteurs à retournement de M. Le Cyre (méd. or), 626.

Téléphone. Histoire de la découverte du — parlant, de M. Graham Bell, par M. le comte du Moncel, 15.

— Sur le système de correspondance téléphonique adopté dans la ville de Paris et sur la transmission de la musique à l'Exposition d'électricité, par M. Lartigue (P), 316.

Topogravure. Procédés de —, par M. de la Noë (méd. arg.), 638.

Thermomètre enregistreur de MM. Richard frères ; rapport de M. Sebert, 538 (pl. 146).

U.

Unités électriques. Conférence sur les —, par M. Maurice Lévy, 233.

V.

Verre. Décoration du — à froid par les procédés de M. Lutz-Knechtle ; rapport de M. Ernest Dumas, 174.

Vidange pneumatique applicable aux villes, de M. Berlier (méd. pl.), 633.

Vinification Sufrage des vendanges, par M. Michel Perret, 22 (dessins sur bois).

Viticulture. Conférence, faite à la Société, le 1^{er} avril, sur le phylloxéra, par M. J.-A. Barral, 274 (dessins sur bois).

— Rapport de M. Risler sur les procédés de culture de la vigne phylloxérée, de M. Maistre, 437.

— Rapport sur le sufrage des vins avec réduction de droits, par M. Dumas, président, 351.

W.

Wagons. Système de suspension intérieure des —, de M. Ed. Delessert ; rapport de M. Baude, 117 (pl. 140).

TABLE DES PLANCHES ET DES DESSINS.

PLANCHES.

	Pages.
Pl. 138, <i>triple</i> . Horloges pneumatiques, système Popp-Resch. Installation générale, tiroir distributeur, mouvement.	57
Pl. 139, <i>triple</i> . A. Tachygraphe Méresse. — B. Obturateur à joints hydrauliques pour conduites de gaz, par M. G. Jarre.	117
Pl. 140, <i>simple</i> . Suspension des voitures, système Delessert.	173
Pl. 141, <i>double</i> . Mémoire sur l'hydrocellulose, par M. A. Girard.	221
Pl. 142, <i>double</i> . Machine à fraiser de M. Desgrandchamps	26
Pl. 143, <i>triple</i> . A. Balance dynamométrique de M. Raffard. — B. Dynamomètre de Hefner-Alteneck.	325
Pl. 144, <i>double</i> . Frein à vide système Martin et du Tremblay, système Smith et Hardy. .	373
Pl. 145, <i>double</i> . Carte des forages artésiens de l'Oued-Rir, par M. Jus.	425
Pl. 146, <i>triple</i> . Appareils enregistreurs de MM. Richard frères.	585

DESSINS.

Appareils pour le sucrage des vendanges, par M. Michel Perret. — 4 figures.	24
Modifications de la machine de Gramme. — 5 figures.	67
Mesure de précision de M. Aug. Cu villier. — 1 figure.	124
Écrémeuse centrifuge. — 1 figure.	205
Appareils d'équilibre pour les câbles de mines. — 8 figures.	226
Pompe pour comprimer les gaz, de M. Ca illetet. — 1 figure.	260
Figures relatives au phylloxera. — 60 figures.	277
Moufle mobile de M. Prévot. — 1 figure.	329
Calibreur de tubes de M. le colonel Goul ier. — 1 figure.	332
Anémomètres enregistreurs de M. Eug. Bourdon. — 13 figures.	374
Passage de Vénus devant le Soleil. — 1 figure.	402
Convertisseur pour cuivre. — 1 figure.	441
Zones de protection pour les paratonnerres. — 1 figure.	466
Tube de Pettenkofer. — 1 figure.	479
Lampe de sûreté de M. Birekel. — 1 figure.	497
Balance-compteur de M. Vincent. — 1 figure.	530

Paris.— Imprimerie de M^{me} V^e BOUCHARD-HUZARD, rue de l'Éperon, 5;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.