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

Titre général : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre du volume : 1869. 68e année. 2e série, tome 16

Mots-clés : Progrès scientifique et technique ; Innovations * France * 19e siècle
Description : 776 p. : ill., pl. 400-429 ; 26 cm
Adresse : Paris : Madame Veuve Bouchard-Huzard, 1869
Cote de l'exemplaire : BSPI.68

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.68

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

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

PDF créé le 7/11/2009

S. E. I. N.
Bibliothèque

BSPI-68

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

L'INDUSTRIE NATIONALE,

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION

DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ,

MM. COMBES ET PELIGOT,

MEMBRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SOIXANTE-HUITIÈME ANNÉE.

DEUXIÈME SÉRIE. — TOME XVI.

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

Paris,

MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD,

IMPRIMEUR DE LA SOCIÉTÉ,

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

1869

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ.

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

RÉDACTION DU BULLETIN.

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

68e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XVI. — Janvier 1869.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

CONSEIL D'ADMINISTRATION.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION RELATIVE A LA NOMINATION DE DEUX MEMBRES ADJOINTS.

Conformément à l'arrêté pris le 16 janvier 1855,

M. Lissajous entendu dans la séance publique du 11 décembre 1868 pour le comité des arts économiques,

Le Conseil, après délibération, décide que ce comité est autorisé à présenter une liste de candidats pour la nomination de deux membres adjoints.

CONSEIL D'ADMINISTRATION.

LISTE DES MEMBRES TITULAIRES, DES ADJOINTS ET DES MEMBRES HONORAIRES, ARRÊTÉE DANS LA SÉANCE DES ÉLECTIONS DU 8 JANVIER 1869.

Bureau.

Président.

Année de l'entrée au Conseil.

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Vice-présidents.

1833. — Le baron A. Séguier (O. ✱), de l'Académie des sciences, etc., rue Garancière, 11.

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

Vice-présidents adjoints.

1847. — Baude (O. ✱), inspecteur général des ponts et chaussées, rue Royale-Saint-Honoré, 13.

1830. — Amédée-Durand (✱), ingénieur-mécanicien, membre de la Société impériale et centrale d'agriculture, rue de l'Abbaye-Saint-Germain, 10.

Secrétaire général.

1845. — Le baron Charles Dupin (G. O. ✱), sénateur, membre de l'Académie des sciences, rue du Bac, 118.

Secrétaires adjoints.

1839. — Combes (C. ✱), membre de l'Académie des sciences, inspecteur général des mines, directeur de l'École impériale des mines, boulevard Saint-Michel, 60.

1836. — Peligot (E.) (O. ✱), membre de l'Académie des sciences, vérificateur des essais à la Monnaie, professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers, quai Conti, 11.

Trésorier.

1865. — Goupil de Préfeln, rue Taitbout, 34.

Censeurs.

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

1868. — Avril (C. ✱), inspecteur général des ponts et chaussées en retraite, rue Saint-Dominique-Saint-Germain, 81.

Commission des fonds.

Membres titulaires.

1842. — Le comte B. de Mony-Colchen (✱), conseiller référendaire à la Cour des comptes, rue de la Victoire, 74.

1849. — Le baron E. de Ladoucette (O. ✱), député au Corps législatif, rue Saint-Lazare, 58.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1854. — GODARD-DESMARETS (✻), administrateur de la compagnie des verreries et cristalleries de Baccarat, à Baccarat; à Paris, cité Bergère, 1.
1854. — HURTEAUX (✻), docteur en médecine, rue Bellechasse, 44.
1862. — LORIN, propriétaire, boulevard Haussmann, 120.
1864. — FAULER (O. ✻), ancien membre de la Chambre de commerce de Paris, boulevard Malesherbes, 77.
1864. — LEGRAND, ancien négociant, vice-secrétaire de la Société des amis des sciences, rue Bergère, 26.
1867. — DEVINCK (C. ✻), membre du Conseil municipal de la ville de Paris, rue Saint-Honoré, 175.
1867. — CALON (Paul), consul du Danemark, rue Hauteville, 53.

Membre adjoint.

1866. — Le comte DES FAYÈRES (✻), ancien secrétaire d'ambassade, rue des Saints-Pères, 52.

Comité des arts mécaniques.

Membres titulaires.

830. — AMÉDÉE-DURAND (✻), ingénieur-mécanicien, membre de la Société impériale et centrale d'agriculture, rue de l'Abbaye-Saint-Germain, 10.
1847. — BAUDE (O. ✻), inspecteur général des ponts et chaussées, rue Royale-Saint-Honoré, 13.
1847. — ALCAN (✻), ingénieur civil, professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers, rue du Faubourg-Poissonnière, 98.
1850. — DUMÉRY, ingénieur-mécanicien, rue du Monceau, 11.
1851. — CALLON (O. ✻), ingénieur en chef, professeur à l'École des mines, rue de l'Odéon, 9.
1855. — TRESCA (O. ✻), sous-directeur du Conservatoire impérial des arts et métiers, rue Saint-Martin, 292.
1859. — CAVÉ aîné (✻), ingénieur-mécanicien, place Lafayette, 114.
1864. — BOIS (Victor) (✻), ingénieur civil, boulevard Malesherbes, 69.
1855. — PHILLIPS (✻), ingénieur des mines, de l'Académie des sciences, avenue des Champs-Élysées, 115.

Membres adjoints.

1866. — BREGUET (✻), artiste du Bureau des longitudes, quai de l'Horloge, 39.
1867. — LECOEUVRE, ingénieur civil, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, rue de Turenne, 111.
1867. — DE LA POIX DE FRÉMINVILLE (O. ✻), ingénieur de la Marine, professeur à l'École impériale d'application du génie maritime, rue de l'Université, 88.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Comité des arts chimiques.

Membres titulaires.

1827. — PAYEN (C. ✻), de l'Académie des sciences, rue Saint-Martin, 292, et à Grenelle-Paris, rue Violet, 77.
1830. — BUSSY (O. ✻), de l'Académie des sciences, place Saint-Michel, 3.
1831. — CHEVALLIER (O. ✻), de l'Académie de médecine, professeur à l'École de pharmacie, rue du Faubourg-Saint-Denis, 188.
1840. — FRÉMY (O. ✻), de l'Académie des sciences, rue Cuvier, 33.
1844. — CAHOURS (O. ✻), de l'Académie des sciences, quai Conti, 11.
1846. — Le baron THÉNARD (P.) (✻), de l'Académie des sciences, place Saint-Sulpice, 6.
1847. — LEBLANC (Félix) (✻), répétiteur à l'École impériale polytechnique et à l'École centrale, rue de la Vieille-Estrapade, 9.
1851. — BARRESWIL (O. ✻), professeur de chimie, membre du Comité consultatif des arts et manufactures, rue Saint-Florentin, 16.
1868. — DEBRAY (✻), essayeur au Bureau de la garantie, rue d'Assas, 76.

Membres adjoints.

1851. — BARRAL (O. ✻), ancien élève de l'École polytechnique, membre de la Société impériale et centrale d'agriculture, rue Notre-Dame-des-Champs, 82.
1851. — JACQUELAIN, licencié ès sciences physiques, préparateur à l'École centrale, rue de Vaugirard, 34.
1851. — SALVETAT (✻), chef des travaux chimiques à la Manufacture impériale de porcelaines, à Sèvres (Seine-et-Oise).

Comité des arts économiques.

Membres titulaires.

1832. — HERPIN, docteur en médecine, rue Taranne, 7.
1840. — BECQUEREL (E.) (✻), de l'Académie des sciences, professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers, rue Cuvier, 57.
1840. — PRIESTLEY (Ch.), répétiteur à l'École centrale des arts et manufactures, rue du Cherche-Midi, 36.
1856. — LISSAJOUS (✻), professeur de physique au lycée Saint-Louis, rue Saint-Placide, 60.
1856. — Le comte DU MONCEL (Th.) (O. ✻), ingénieur électricien de l'Administration des lignes télégraphiques, rue de Hambourg, 7.
1859. — DUCHESNE (✻), docteur en médecine, membre du Conseil d'hygiène publique et de salubrité, rue Bonaparte, 20.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1852. — CLERGET (O. ✱), ancien receveur principal des douanes, place de Wagram, 4.

1860. — MOLINOS (Léon) (✱), ingénieur-architecte, rue du Cardinal-Fesch, 2.

1861. — LE ROUX, répétiteur de physique à l'École impériale polytechnique, rue de Braque, 4.

Membres adjoints.

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

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

1862. — DE LUYNES (Victor), professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers, rue de Vaugirard, 73.

1864. — BLANCHET (✱), ancien élève de l'École polytechnique, rue d'Hauteville, 26.

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

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

Comité d'agriculture.

Membres titulaires.

1828. — HUZARD (O. ✱), membre de la Société impériale et centrale d'agriculture, de l'Académie de médecine et du Conseil de salubrité, rue de l'Éperon, 5.

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

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

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

1856. — MANGON (Hervé) (O. ✱), ingénieur en chef des ponts et chaussées, rue Saint-Dominique-Saint-Germain, 69.

1856. — BOURGEOIS (✱), membre de la Société impériale et centrale d'agriculture, au Perray, près Rambouillet (Seine-et-Oise).

1863. — BOITEL (O. ✱), inspecteur général de l'agriculture, rue Madame, 34.

1864. — CHATIN (✱), de l'Académie de médecine, professeur à l'École de pharmacie, rue de Rennes, 129.

1866. — BELLA (O. ✱), directeur de l'École d'agriculture de Grignon, à Grignon (Seine-et-Oise).

Membres adjoints.

1866. — TISSERAND (O. ✱), directeur au Ministère de la Maison de l'Empereur et des beaux-arts, rue du Cirque, 17.

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Comité de commerce.

Membres titulaires.

1852. — JULIEN (O. ✱), directeur du commerce intérieur au Ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, rue Saint-Dominique-St.-Germain, 60.

1856. — BLOCK (Maurice), membre de plusieurs académies, rue de l'Assomption, 63, à Auteuil (16e arr.).

1858. — RONDOT (Natalis) (O. ✱), délégué de la Chambre de commerce de Lyon, rue Meslay, 24.

1864. — LAVOLLÉE (✱), administrateur de la Compagnie générale des omnibus, grande rue de Passy, 80.

1864. — MILLIET (Gratien) (✱), manufacturier, rue Boursault, 14.

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

1868. — WOLOWSKI (O. ✱), membre de l'Institut, professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers, rue de Clichy, 49.

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

1869. — ROY (Gustave) (✱), membre du Comité consultatif des arts et manufactures, rue Saint-Florentin, 2.

Membre adjoint.

1866. — SAY (Léon) (✱), administrateur du chemin de fer du Nord, rue Boursault, 11.

MEMBRES HONORAIRES.

1805. — BOULLAY (O. ✱), docteur ès sciences, membre de l'Académie impériale de médecine, rue Bourdaloue, 7.

1828. — DARBLAY aîné (O. ✱), membre de la Société impériale et centrale d'agriculture, rue de Lille, 74.

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

1840. — LE CHATELIER (O. ✱), ingénieur en chef au corps impérial des mines, rue Madame, 33.

1840. — Le baron E. DE SILVESTRE, ancien élève de l'École polytechnique, rue de Verneuil, 33.

1843. — DE VALOIS (O. ✱), régent de la banque de France, rue Joubert, 31.

1844. — GAULTHIER DE RUMILLY (✱), ancien conseiller d'État, à Fleury, près d'Amiens (Somme).

1844. — CHAPELLE (✱), ingénieur-mécanicien, boulevard Beaumarchais, 90.

1845. — KERRIS (✱), ingénieur de la marine, à Toulon (Var).

1846. — FÉRAY (E.) (O. ✱), manufacturier, ancien membre du Conseil général des manufactures, à Essonne (Seine-et-Oise).

1854. — MIMEREL (C. ✱), de Roubaix, sénateur, rue de la Ferme-des-Mathurins, 30.

1856. — TRÉLAT (✱), architecte, professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers, rue d'Enfer, 59.

1857. — LE TAVERNIER, notaire honoraire, rue Taitbout, 34.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. LECOEUVRE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur la* PRESSE CYLINDRIQUE A SÉCHER LA TANNÉE, *présentée par* M. BRÉVAL, *rue Vicq-d'Azyr*, 22, *à Paris.*

Messieurs, M. Bréval, constructeur-mécanicien, à Paris, vous a présenté une presse cylindrique à sécher la tannée. J'ai l'honneur de vous rendre compte, au nom du comité des arts mécaniques, de l'examen qu'il a fait de cette machine.

Les tanneurs emploient, pour le tannage des peaux, une grande quantité de tan qui, après son épuisement complet, est transformé en tannée.

Pendant longtemps, ce résidu a servi uniquement à la fabrication des mottes à brûler, qui n'ont jamais été très-recherchées des consommateurs, et dont on se sert, chaque jour, de moins en moins.

Quand les machines à vapeur ont commencé à pénétrer dans les ateliers de tannerie, pour donner le monvement aux diverses machines dont on fait usage, on a cherché à utiliser la tannée comme combustible, pour chauffer les générateurs fournissant la vapeur aux appareils moteurs. Seulement, comme la tannée renferme 60 à 70 pour 100 d'eau, avant de la brûler, il fallait la faire sécher à l'air. Cette opération, exigeant des étendues de terrain très-considérables, était impraticable dans les grandes villes, et encore, quand on avait toutes les facilités possibles pour obtenir la dessiccation de la tannée, il suffisait quelquefois d'une pluie abondante pour empêcher un approvisionnement d'une certaine importance. On était, de la sorte, constamment obligé d'avoir chez soi une assez grande quantité de houille pour assurer le service du chauffage de l'établissement.

C'est pour avoir un combustible abondant et se trouvant toujours au même degré de sécheresse, que M. Bréval a imaginé le système de presse qu'il a fait breveter en février 1866.

Cette machine se compose de deux cylindres superposés de $0^m,25$ de diamètre (celui supérieur avec cannelures hélicoïdales et celui inférieur présentant une surface unie), et d'un troisième cylindre de $0^m,16$ de diamètre avec cannelures hélicoïdales, situé à une faible distance des deux premiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un conduit rectangulaire en bois, qui se trouve dans le prolongement d'une trémie, s'appuie sur les deux cylindres cannelés. Une plaque en fonte percée de trous et fendue sur ses bords à la façon d'un peigne, pouvant prendre un petit mouvement oscillatoire, s'applique parfaitement contre le petit cylindre et le cylindre à surface unie.

Le cylindre supérieur, dont les tourillons sont entourés par des coussinets rectangulaires ajustés dans des coulisses verticales, peut, par l'intermédiaire de poids logés dans des fosses et d'une série de leviers, transmettre une pression d'environ 25 000 kilogrammes.

Les deux cylindres superposés doivent tourner lentement dans le sens opposé. Pour cela chacun d'eux fait corps avec un grand engrenage, et, au lieu de les faire engrener avec un même pignon, ils sont en prise avec deux pignons montés sur deux arbres parallèles tournant en sens contraire.

C'est à l'un de ces arbres que le moteur donne le mouvement par poulie et courroie, en faisant usage d'un engrenage et d'un pignon pour retarder la vitesse de rotation.

Les trois cylindres, avec la transmission de mouvement des deux cylindres superposés, sont montés entre deux bâtis à nervures reliés par des entretoises et solidement fixés sur un massif en maçonnerie par des boulons de fondation.

La tannée mouillée, que l'on jette à la pelle dans la trémie, arrive, par le conduit ménagé à sa partie inférieure, à se trouver en contact avec le petit cylindre appelé *distributeur,* et le cylindre supérieur désigné sous le nom de *cylindre presseur*. Quand la presse est mise en mouvement, la matière est obligée de passer dans le petit intervalle qui sépare les deux cylindres, et elle y est soumise à une faible pression ; elle est ensuite entraînée par le cylindre supérieur sur la plaque percée de trous, où elle se débarrasse d'une partie du liquide qu'elle renferme; puis, enfin, elle arrive entre le cylindre presseur et le cylindre uni. C'est là que la dessiccation s'achève ; le liquide est refoulé vers la plaque dentée, et la matière sèche est conduite du côté opposé, sur un tablier incliné.

La tannée pouvant contenir des corps étrangers, comme cela se présente souvent en pratique, il arriverait inévitablement des ruptures, si le cylindre supérieur tournait dans des coussinets fixes. M. Bréval a prévenu toute espèce d'accident de cette nature, en ajustant ces coussinets dans des coulisses verticales, et en ayant soin d'arrondir les joues intérieures, de sorte que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le cylindre peut s'incliner d'un côté ou de l'autre, ou bien se soulever parallèlement au cylindre inférieur.

Le jus, qui s'écoule par l'effet de la pression, tombe dans un bac en fonte, terminé par un conduit correspondant à un caniveau en maçonnerie.

Le liquide provenant de la tannée pourra peut-être trouver un emploi dans le travail de la tannerie; jusqu'à présent les fabricants hésitent à en faire usage.

La tannée qui sort de la presse, dont nous venons de donner la description détaillée, est assez sèche pour être jetée immédiatement sur la grille d'un fourneau; elle brûle en donnant une flamme d'une grande longueur, ainsi que votre rapporteur a pu s'en assurer dans les divers établissements qui se servent de ce combustible. Le chargement de cette matière se fait encore, dans quelques ateliers, à la pelle, mais dans la plupart des fabriques on se sert d'appareils spéciaux à trémie, analogues à ceux dont on fait usage pour brûler la sciure de bois.

Une tannerie ordinaire produit une quantité de tannée sèche supérieure à celle qui lui est nécessaire pour le service du chauffage des chaudières à vapeur. On se débarrasse facilement du surplus, qui se vend sur place à raison de 3 fr. à 3 fr. 50 le tombereau de 2 mètres cubes. Autrefois les tanneurs étaient très-heureux quand on leur enlevait la tannée mouillée pour rien ; souvent l'enlèvement de cette matière leur coûtait 1 franc par tombereau.

Dans les fabriques de cuirs vernis qui tannent en même temps leurs cuirs, la production de la tannée sèche est suffisante pour le chauffage des chaudières à vapeur et des calorifères.

On peut donc avoir la certitude, en faisant usage de la presse à sécher de M. Bréval, d'obtenir pour rien la puissance motrice et le chauffage des étuves.

Il est certain que, lorsque cet appareil sera plus connu et plus répandu qu'il ne l'est déjà, beaucoup de tanneurs n'hésiteront pas à transformer leurs établissements et à monter des machines motrices.

En présence des avantages considérables que présente la presse du système de M. Bréval, votre comité des arts mécaniques a l'honneur de vous proposer :

1° De remercier l'inventeur de son intéressante communication ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° D'insérer dans le *Bulletin* le présent rapport, avec le dessin de la presse cylindrique à sécher la tannée.

Signé LECOEUVRE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 12 *juin* 1868.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 400 REPRÉSENTANT LA PRESSE A SÉCHER LA TANNÉE DE M. BRÉVAL.

Fig. 1. Vue de face de la machine, du côté des cylindres.

Fig. 2. Section verticale perpendiculaire à l'axe des cylindres, et passant par le milieu de la presse.

A, A, A, bâtis supportant les cylindres et les organes de transmission de mouvement.

B, trémie par laquelle on introduit la tannée.

C, conduit rectangulaire amenant aux cylindres la tannée jetée dans la trémie.

D, E, cylindres à cannelures hélicoïdales, de diamètres différents, recevant la tannée au sortir du conduit C; le premier est appelé *cylindre presseur* et le second *cylindre distributeur*.

F, plaque en fonte, percée de petits trous coniques et fendue sur ses bords à la façon d'un peigne; c'est sur cette plaque montée à tourillons que la tannée, ayant déjà subi une certaine pression entre les cylindres D, E, se trouve entraînée par le premier de ces cylindres et abandonne une partie du liquide qu'elle renferme.

G, troisième cylindre de même diamètre que le cylindre D, et ayant sa surface unie; c'est entre ces deux cylindres que la tannée arrive en dernier lieu, et subit la pression la plus énergique qui la sèche complétement.

H, bac en fonte, dans lequel tombe tout le jus résultant de la pression de la tannée.

I, caniveau ménagé dans la maçonnerie, et recevant le jus de la tannée qui s'écoule du bac H par un tuyau.

J, plan incliné recevant la tannée au sortir des cylindres, et la laissant tomber au pied de la machine.

K, K′, leviers supérieurs servant à agir sur les coussinets de l'axe du cylindre D pour produire une pression de 25 000 kilogrammes.

L, L′, petites bielles reliant aux bâtis le centre d'articulation des leviers K, K′.

M, M′, tiges transmettant aux coussinets du cylindre D l'action des leviers K, K′.

N, N′, bielles s'accrochant sur l'extrémité des leviers K, K′.

O, axe transversal commun aux extrémités inférieures des bielles N, N′.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

P, P′, leviers s'articulant sur l'axe O, et transmettant à tout le système la pression obtenue à l'aide des contre-poids Q, Q′.

Q, Q′, contre-poids suspendus par des tringles à l'extrémité des leviers P, P′.

R, R′, poulies de commande de la machine.

Nous n'insistons pas sur les organes de transmission de mouvement que la figure 1 indique assez clairement pour qu'il soit inutile de les décrire.

Cette machine permet, en une journée de 10 heures, de sécher 16 mètres cubes de tannée; elle n'exige comme emplacement que 2 mètres carrés et prend à peine un cheval de force; enfin un seul homme suffit à son service.

(M.)

MACHINES A VAPEUR.

SUR L'APPLICATION DE LA THÉORIE MÉCANIQUE DE LA CHALEUR AUX MACHINES A VAPEUR LOCOMOTIVES ET AUTRES A HAUTE PRESSION, AVEC OU SANS CONDENSEUR, DANS LA MARCHE ORDINAIRE ET DANS LA MARCHE A CONTRE-VAPEUR, PAR M. CH. COMBES.

§ I. Je prendrai pour exemple une machine à cylindre horizontal, dont le piston imprime le mouvement de rotation à l'arbre principal, au moyen d'une manivelle et d'une bielle; la vapeur est distribuée par le jeu d'un tiroir unique à recouvrements extérieurs, qui reçoit le mouvement d'une manivelle ou d'un excentrique circulaire calé sur l'arbre principal avec avance angulaire de 45°, construit et disposé de façon que la vapeur motrice soit admise, dans la marche ordinaire et normale, lors du passage du piston par les *points morts*. Dans ces conditions, l'admission de la vapeur motrice cesse *moyennement*, quand le piston arrive au milieu de sa course, la détente commence à la moitié et se prolonge jusqu'aux 0,85, la contre-pression et l'échappement anticipé ont lieu pendant les 15 derniers centièmes de la course.

En tenant compte des irrégularités introduites par l'obliquité des bielles du piston et du tiroir, admettant que la longueur de la bielle du piston soit égale à trois fois la course du piston et la longueur de la bielle du tiroir à dix fois la course du tiroir (en pratique cette bielle est toujours plus longue), que la dimension des lumières dans le sens du mouvement du tiroir soit de 2 centimètres, on trouve pour les dimensions à donner au tiroir, suivant la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

méthode exposée dans le § 4 de mon Étude sur la distribution de la vapeur dans les machines au moyen d'un tiroir unique à recouvrements :

Demi-longueur de l'excursion du tiroir ou rayon de la manivelle conductrice $\rho = 0^m,0683$.

Largeur de l'ouverture d'échappement $E = 0^m,0603$.

Longueur du rebord de droite du tiroir (1).	$0^m,0674$
— — gauche du tiroir.	$0^m,0691$
Longueur du creux.	$0^m,0803$
Longueur totale du tiroir.	$0^m,2168$

Voici le tableau des distances corrélatives du piston à l'origine de sa course directe et du tiroir à sa situation moyenne, pour un tour entier de la manivelle principale, dans la marche ordinaire de la machine.

Tableau A.

ANGLE décrit par la manivelle principale à partir du point mort de droite. a	DISTANCE DU PISTON à l'origine de la course directe de droite à gauche en fraction de la course entière. $\frac{x}{2R}$	DISTANCE DU TIROIR à sa position moyenne. Les distances positives sont à gauche, les négatives à droite de la situation moyenne. y	CIRCONSTANCES de la DISTRIBUTION.
0°.	0	$0^m.0474$ (a)	(a) Admission de la vapeur au point mort.
45°.	0.126	$0^m.0683$ (b)	(b) La lumière de droite est entièrement démasquée.
90°.	0.458	$0^m.0474$ (c)	(c) La détente de la vapeur commence dans la partie du cylindre à droite du piston.
133° 34′.	0.823	$0^m.0000$ (d)	(d) Commencement de la contre-pression et de l'échappement anticipé.
180°.	1.000	$-0^m.0491$ (e)	(e) Commencement de la course rétrograde du piston. Admission de la vapeur au point mort.
225°.	0.833 (1 − 0.833 = 0.167)	$-0^m.0683$ (f)	(f) La lumière de gauche est entièrement démasquée.
270°.	0.458 (1 − 0.458 = 0.542)	$-0^m.0491$ (g)	(g) Commencement de la détente.
316° 26′.	0.118 (1 − 0.118 = 0.882)	$0^m.0000$ (h)	(h) Commencement de la contre-pression et de l'échappement anticipé.
360°.	0.000	$0^m.0474$ (i)	(i) Fin de la course rétrograde. Admission de la vapeur au point mort.

(1) J'appelle rebord de droite du tiroir celui qui est le plus rapproché de l'arbre principal auquel le piston de la machine donne le mouvement de rotation ; le rebord de gauche est le plus éloigné de cet arbre. En un mot, les côtés droits du cylindre et du tiroir sont vers l'arbre tournant. La course *directe* du piston est celle de droite à gauche, dans laquelle il s'éloigne de l'arbre tournant ; la course *rétrograde* est celle de gauche à droite, dans laquelle il se rapproche du même arbre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

§ II. Si, toutes choses restant égales d'ailleurs, on change le calage de la manivelle ou de l'excentrique circulaire qui conduit le tiroir de distribution, de manière à fixer l'axe de cette manivelle ou de cet excentrique dans une position symétrique par rapport au plan passant par l'axe de l'arbre tournant et de la manivelle liée à la bielle du piston, l'arbre continuant à tourner dans le même sens sous l'action de forces extérieures, la machine marchera à *contre-vapeur*, et produira un travail résistant. Les circonstances de la distribution de la vapeur seront alors, conformément au § VII de mon Étude sur la distribution de la vapeur, les suivantes :

Tableau B.

ANGLE décrit par la manivelle principale à partir du point mort. a	DISTANCE DU PISTON à l'origine de sa course directe ou de droite à gauche en fraction de la course totale. $\frac{x}{2R}$	DISTANCE DU TIROIR à sa position moyenne. Les distances comptées positivement à gauche et négativement à droite de la position moyenne. y	CIRCONSTANCES de la DISTRIBUTION.
0°.	0.000	0.0474 (a)	(a) La lumière de droite est complétement masquée par le rebord du tiroir.
43° 34′.	0.118	0.0000 (b)	(b) La lumière de droite commence à se découvrir du côté de l'échappement.
90°.	0.458	— 0.0491 (c)	(c) La lumière de gauche commence à être démasquée à l'extérieur.
135°.	0.833	— 0.0683 (d)	(d) La lumière de gauche est entièrement démasquée à l'extérieur.
180°.	1.000	— 0.0491 (e)	(e) Fin de la course directe et commencement de la course rétrograde du piston. La lumière de gauche est entièrement masquée par le rebord de gauche du tiroir.
226° 26′.	0.823	0.0000 (f)	(f) La lumière de gauche commence à être découverte du côté de l'échappement.
270°.	0.458	0.0474 (g)	(g) La lumière de droite commence à être découverte à l'extérieur.
315°.	0.126	0.0683 (h)	(h) La lumière de droite est entièrement découverte à l'extérieur.
360°.	0.000	0.0474 (i)	(i) Fin de la course rétrograde. La lumière de droite est entièrement recouverte par le rebord du tiroir.

Les deux tableaux A et B nous permettent de former le tableau comparatif suivant des forces qui agissent sur les deux faces du piston, dans la marche ordinaire et dans la marche à contre-vapeur, comme forces mouvantes et résistantes, suivant les positions successives que le piston vient occuper dans le cylindre dans sa course directe et sa course rétrograde :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MARCHE ORDINAIRE.			MARCHE A CONTRE-VAPEUR.		
COURSE DIRECTE DU PISTON.			COURSE DIRECTE DU PISTON.		
Partie de la course du piston.	Force mouvante.	Force résistante.	Partie de la course du piston.	Force résistante.	Force mouvante.
de 0 à 0,458.	Vapeur à la pleine pression de la chaudière.	Vapeur à la pression du condenseur.	de 0 à 0,118.	Pression du condenseur.	Pression décroissante de la vapeur à la tension de la chaudière qui restait, à l'origine de la course, confinée dans l'espace nuisible.
de 0,458 à 0,823.	Pression décroissante de la vapeur qui se détend à droite du piston.	Pression du condenseur.	de 0,118 à 0,458.	Pression croissante de la vapeur qui était d'abord à la tension du condenseur et qui est refoulée par le piston dans la partie du cylindre à gauche du piston.	Pression du condenseur.
de 0,823 à 1.	Pression du condenseur.	Pression croissante de la vapeur refoulée par le piston dans l'espace nuisible de gauche.	de 0,458 à 1.	Vapeur à la pleine pression de la chaudière.	Pression du condenseur.
COURSE RÉTROGRADE DU PISTON.			COURSE RÉTROGRADE DU PISTON.		
de 0 à 0,542.	Vapeur à la pleine pression de la chaudière.	Pression du condenseur.	de 0 à 0,177.	Pression du condenseur.	Pression décroissante de la vapeur à la tension de la chaudière qui était, à l'origine de la course, confinée dans l'espace nuisible.
de 0,542 à 0,882.	Pression décroissante de la vapeur qui se détend à gauche du piston.	Pression du condenseur.	de 0,177 à 0,542.	Pression croissante de la vapeur qui était d'abord à la tension du condenseur et qui est refoulée par le piston dans la partie du cylindre à droite du piston.	Pression du condenseur.
de 0,882 à 1.	Pression du condenseur.	Pression croissante de la vapeur refoulée par le piston dans l'espace nuisible de droite.	de 0,542 à 1.	Vapeur à la pleine pression de la chaudière.	Pression du condenseur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

§ III. *Calcul des quantités de travail moteur développé, d'eau et de chaleur dépensées durant une révolution complète de la manivelle de l'arbre tournant dans la marche ordinaire.*

Je supposerai 1° que la pression de la vapeur dans la chaudière est maintenue à 8 atmosphères, soit 82 664 kilogrammes par mètre carré, ce qui correspond à une température de 170°,81; 2° que la vapeur, à sa sortie du cylindre, s'écoule dans une capacité contenant une certaine quantité d'eau liquide et de vapeur, isolée de l'atmosphère ambiante par une valve ou soupape complétement équilibrée, qui prévient la rentrée de l'air extérieur dans ce condenseur et a pour effet de limiter la pression de la vapeur et des gaz qui peuvent y être mêlés à une atmosphère, soit 10 333 kilogrammes par mètre carré, et la température de l'eau à 100°; 3° que la capacité des espaces nuisibles, de chaque côté du cylindre, est égale à $\frac{1}{20} = 0{,}05$ du volume A L engendré par une excursion du piston, dont je représente l'aire par A et la course par L. Je négligerai l'influence de la section de la tige du piston.

Ceci posé, au moment où le piston commence sa course directe (de droite à gauche), l'espace nuisible de droite est rempli de vapeur qui y a été refoulée et comprimée par le piston, pendant la fin de la course rétrograde précédente depuis la position où la contre-pression et l'échappement anticipé ont commencé. A ce moment-là, la vapeur à la pression du condenseur remplissait l'espace nuisible et celui où le piston avait encore à pénétrer pour achever sa course; la capacité de ces deux espaces réunis est, d'après le tableau A et les hypothèses précédentes, égale à $(0{,}118 + 0{,}05)\,A\,L = 0{,}168\,A\,L$. Le poids de cette vapeur supposée sèche, à la température de 100° et à la pression d'une atmosphère, est, en conséquence, égal à $0{,}168 \times 0{,}607\,A\,L = 0^{k},102\,A\,L$.

Son volume a été réduit par la marche du piston de $0{,}168\,A\,L$ à $0{,}05\,A\,L$; en admettant que la compression ait eu lieu sans addition ni soustraction de chaleur, nous savons qu'elle n'aura été accompagnée d'aucune liquéfaction de la vapeur qui aura été, au contraire, surchauffée. On peut donc, sans s'exposer à commettre une erreur importante, admettre que la vapeur s'est comportée, durant la compression, comme un gaz permanent pour lequel le rapport des deux chaleurs spécifiques à pression constante et à volume constant serait 1,40, et que la pression a varié dans le rapport in-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

verse des puissances 1,4 du volume, suivant la loi exprimée par la formule

$$p_0 v_0^{1,40} = p_1 v_1^{1,40},$$

dans laquelle nous connaissons la pression initiale $p_0 = 10333$, le volume initial $v_0 = 0,168$ AL, et le volume final $v_1 = 0,05$ AL. Nous avons donc pour la pression finale $p_1 = 10333 \times \left(\frac{0,168}{0,05}\right)^{1,40} = 56377$ kilogrammes par mètre carré, soit $5^{at.},456$.

Le travail mécanique exercé par la vapeur sur le piston est exprimé en kilogrammes par la formule

$$F = \frac{1}{k-1} p_0 v_0 \left(1 - \frac{v_0^{k-1}}{v_1^{k-1}}\right) A L.$$

(*Exposé des principes de la théorie mécanique de la chaleur*, p. 57); le calcul donne, en remplaçant $k-1$ par 0,40, p_0, v_0 et v_1 par les valeurs particulières précédemment données,

$$F = - 2707,205 A L^{k \times m}.$$

Ce travail résistant a pour équivalent $\frac{2707,205 A L}{424} = 6,385 A L^{cal}$

La vapeur étant comprimée, par hypothèse, sans addition ni soustraction de chaleur, la chaleur équivalente au travail mécanique de la compression passe tout entière dans la vapeur. Celle-ci étant surchauffée, nous admettrons qu'elle se comporte comme un gaz parfait dont la chaleur spécifique reste constante, malgré les variations de température et de volume. Dans ce cas, l'accroissement de température produit par la compression s'obtient en divisant la quantité de chaleur due au travail mécanique F par le produit du poids de la vapeur et de sa chaleur spécifique à volume constant. Or la chaleur spécifique de la vapeur d'eau à pression constante étant, d'après les expériences de M. Regnault, égale à 0,48, nous prendrons pour la chaleur spécifique à volume constant $\frac{0,48}{1,40} = 0,343$, et l'on aura, pour déterminer la température de la vapeur comprimée dans l'espace nuisible de droite, à la fin de la course rétrograde et à l'origine de la course directe du piston,

$$t - 100 = \frac{6,385 A L}{0,102 AL \times 0,343}\ ;\ \text{d'où}\ t = 282^{\circ},5.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En résumé, à l'origine de la course directe du piston, l'espace nuisible de droite, dont la capacité est 0,05 A L, est rempli de vapeur surchauffée dont le poids est. . . . 0,102 A L kilog.
la tension. . . . 56 377 kilog. par mètre carré, soit $5^{at},456$.
la température. . 282,5 degrés centigrades.

La quantité totale de chaleur au-dessus de l'eau à 0°, contenue dans cette vapeur, se compose :

1° De la quantité de chaleur qu'elle contenait primitivement à 100°, sous la pression d'une atmosphère, à l'instant où la compression a commencé, laquelle est égale à $0,102\,A\,L\,(606,5+0,305\times 100-40,092)=60,885\,A\,L^{cal}$

2° De la quantité de chaleur équivalente au travail mécanique de la compression, savoir. . . . . 6,385 A L

Total. . . . . $67,270\,A\,L^{cal}$

A l'origine de la course du piston, la partie de droite du cylindre est mise en communication avec la boîte de distribution, et la vapeur de la chaudière afflue sur la face droite du piston, jusqu'à ce que celui-ci ait parcouru les 0,458 de sa course. L'espace nuisible étant déjà rempli de vapeur à la pression de $5^{at},456$, on comprend que l'équilibre de pression entre la vapeur dans le générateur et dans le cylindre sera promptement établi. Nous admettrons donc, en faisant abstraction des pertes éprouvées dans les tuyaux de conduite et les passages rétrécis, que, dans la partie de la course que nous considérons, le piston est pressé par la vapeur à la pression même de la chaudière, et qu'au moment où le tiroir vient intercepter l'afflux de vapeur, la partie du cylindre et l'espace nuisible, à droite du piston, sont remplis de vapeur saturée à la température de 170°,81, et à la pression de 8 atmosphères.

Le travail mécanique de la vapeur sur le piston durant l'introduction sera, dans cette hypothèse, exprimé par $8\times 10333\times 0,458\,AL=37860,112\,A\,L^{k\times m}$. Le poids du mètre cube de vapeur saturée à la pression de 8 atmosphères étant de $4^{k},277$, le cylindre et l'espace nuisible en contiendront, au moment de la fermeture de l'introduction, $4^{k},277\times(0,458+0,05)\,A\,L=2,1727\,AL^{kil}$
comme l'espace nuisible en contenait déjà, à l'origine de la course, 0,102 AL
la chaudière aura fourni un poids de vapeur égal à. . . . . $2,0707\,AL^{kil}$

La quantité de chaleur au-dessus de l'eau à 0°, contenue dans la vapeur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui remplit le cylindre à la fin de l'introduction, est, conformément aux principes de la théorie mécanique de la chaleur :

$$2{,}1727\,AL\,[606{,}5+0{,}305\times 170{,}81-45{,}386]=1332{,}323\,AL^{cal}$$

Mais la vapeur contenue dans l'espace nuisible renfermait déjà. . . . . 67,270 A L

L'accroissement de quantité de chaleur existante à la fin de l'introduction est donc seulement de. . . . . 1265,053 A L^{cal}

Indépendamment de cette quantité de chaleur, la chaudière a dû fournir celle qui a été convertie en travail mécanique extérieur exercé sur la face droite du piston, et qui est égale à. . . . . $\frac{37860{,}112}{424}\,AL=89{,}2927\,AL^{cal}$

Il est donc, en définitive, sorti de la chaudière, durant la période d'introduction sur la face droite du piston, un poids de vapeur égal à 2,0707 A L kilog., et une quantité de chaleur au-dessus de l'eau à 0° égale à (1265,053 + 89,2927) A L =. . . . . 1354,3457 A L^{cal}

Le foyer devrait transmettre cette chaleur à la chaudière, si celle-ci était alimentée avec de l'eau à 0°; mais l'eau se trouve dans la chaudière, à la température de 170°,81, et les 2^{k},0707 A L, qui se sont vaporisés et sont passés dans le cylindre, ont dû être remplacés par un poids égal d'eau alimentaire dont la température était, par exemple, de 50 degrés centigrades. Dans cette hypothèse, l'eau d'alimentation apportera avec elle, dans la chaudière, une quantité de chaleur au-dessus de l'eau à 0°, égale à 2,0707 A L × 50 = 103,535 A L cal. Il suffira donc, pour ramener l'état des choses, après la fin de l'introduction, à l'état primitif, que la chaudière reçoive du foyer (1354,3457 — 103,535) A L =. . . . . 1250,811 A L^{cal}

Après la fermeture de l'introduction aux 0,458 de la course directe, le piston est pressé sur sa face droite par la pression décroissante de la vapeur, qui se détend jusqu'à ce qu'il soit arrivé aux 0,823 de sa course. Nous calculerons le travail mécanique résultant de la détente, en faisant abstraction de l'influence des parois du cylindre, et admettant que la détente s'opère sans addition ou émission de chaleur à l'extérieur. Dans cette hypothèse, nous savons que la vapeur se liquéfie partiellement, et comme la température finale de la vapeur, après la détente terminée, est inconnue, nous ne pouvons appliquer directement à la détermination des proportions relatives d'eau et de vapeur les formules données dans l'*Exposé des principes de la théorie mécanique de la chaleur*, au § XXX, p. 128 et suivantes· il faut procéder par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une suite de tâtonnements qui sont abrégés parce que l'on peut déterminer une limite supérieure de la température finale du mélange fluide à la fin de la détente. En effet, nous connaissons le poids total du mélange de vapeur et d'eau existant dans la partie droite du cylindre à la fin de la détente. Il est égal à 2,1727 A L kilog. Le volume occupé par ce mélange est (0,823+0,05) A L = 0,873 A L. Le poids du mètre cube est donc $\frac{2,1727}{0,873} = 2^k,4887$.

Or, nous voyons par le tableau des valeurs relatives aux vapeurs saturées du professeur Zeuner (page 111 de l'*Exposé des principes de la théorie mécanique*), que ce poids spécifique est celui de la vapeur saturée entre 147°,46 et 148°,29 du thermomètre centigrade. Nous savons, d'une part, que la vapeur dans le cylindre, après la détente, est à l'état de saturation, et que son poids spécifique est inférieur à $2^k,4887$, puisqu'une partie de la vapeur est liquéfiée, d'où il suit que la température finale est inférieure à 148°,29, et très-probablement aussi à 147°,46.

J'essaye si la température de 146°,61, l'une de celles qui se trouvent dans le tableau déjà cité, ne satisferait pas aux données de la question. Je trouve dans le tableau qu'à cette température le poids spécifique de la vapeur d'eau à saturation est de $2^k,393$. Le rapport de ce nombre à 2,4887, poids spécifique du mélange d'eau et de vapeur contenu dans la partie de droite du cylindre à la fin de la détente, est 0,96154. Le volume de l'eau qui se liquéfie pouvant être négligé par rapport au volume de la vapeur, l'hypothèse que la température, à la fin de la détente, s'est abaissée à 146°,61, revient à supposer que le poids de la vapeur, à cette température, sera la fraction 0,96154 du poids total du mélange d'eau liquide et de vapeur. Voyons s'il en est réellement ainsi.

Au commencement de la détente, nous admettons que la vapeur est sèche et saturée, à la température de 170°,81. La proportion de vapeur subsistante dans le mélange, lorsque, par suite de la détente, la température sera descendue à 146°,61, est donnée par la formule :

$$m = \frac{a + 146°,61}{r_2}\left[\int_{146,61}^{170,81} \frac{c\,dt}{a+t} + \frac{r_1}{a+170,81}\right]$$

(p. 130 de l'*Exposé des principes de la théorie mécanique*), où a doit être rem-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

placé par 273, r_1 et r_2 par les chaleurs de vaporisation de l'eau liquide aux températures respectives de 170°,81 et 146,61.

La chaleur spécifique c de l'eau liquide entre les températures extrêmes, qui entre sous le signe de l'intégration, peut être, sans erreur sensible, considérée comme constante et égale à 1,029, qui, d'après les formules de M. Regnault, convient à la température de 159°, qui est, en nombres entiers, la moyenne des températures extrêmes.

La formule intégrée, en remplaçant c par cette valeur et a par 273, devient :

$$m = \frac{419,61}{r_2}\left[1,029 \times \text{L.}\ \frac{443,81}{419,61} + \frac{r_1}{443,81}\right]$$

Les chaleurs de vaporisation r_1 et r_2 sont respectivement :

$$r_1 = 606,5+0,305\times170,81-170,81(1+0,00002\times170,81+0,0000003\times\overline{170,81}^2) = 485,708.$$

$$r_2 = 606,5+0,305\times146,61-146,61(1+0,00002\times146,61+0,0000003\times\overline{146,61}^2) = 503,231.$$

Les calculs numériques opérés, on trouve :

$$m = 0,9607,$$

qui ne diffère de 0,96154 que de 0,00084.

Nous voyons ainsi que, si la détente était poussée jusqu'à la température de 146°,61, la vapeur entrerait dans le mélange final pour. . 0,9607
l'eau liquéfiée pour la fraction. . . . . 0,0393 } = 1

Le poids total de la vapeur existante à la fin de la détente serait réduit à $2,1727\ \text{AL} \times 0,9607 = 2,0872\ \text{AL}$, et, comme le poids spécifique de la vapeur saturée à 146°,61 est 2k,393, cette vapeur occuperait un volume égal à $\frac{2,0872\ \text{AL}}{2,393} = 0,8722\ \text{AL}$, tandis que le volume réellement occupé par la vapeur détendue dans le cylindre est 0,8727 AL. La température finale du mélange fluide, après la détente terminée, est donc un peu inférieure à 146°,61, et l'eau liquéfiée entre dans le mélange pour une fraction supérieure à 0,0393

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du poids total; mais la différence est, comme on le voit, extrêmement petite.

Adoptant, en définitive, ces derniers nombres, la quantité pondérale de vapeur contenue dans la partie du cylindre de droite, à la fin de la détente, sera de $2{,}1727 \times 0{,}9607$ A L. . . . . $= 2^k{,}0872$ A L

La quantité d'eau liquide est de. . . . . $0{,}0855$ A L

Poids total. . . . . $2^k{,}1727$ A L

La quantité de chaleur contenue dans le mélange est :

Pour la vapeur saturée à 146°,61,

$2{,}0872$ A L $(606{,}5 + 0{,}305 \times 146{,}61 - A\,p\,u)$.

Et en remplaçant $A\,p\,u$ par la valeur 43,678,

$2{,}0872$ A L $(606{,}5 + 0{,}305 \times 146{,}61 - 43{,}678)$. . . . . $= 1268{,}0742$ A L^{cal}

Pour l'eau liquide à 146°,61,

$0{,}0855$ A L $\times 146{,}61\,[1 + 0{,}00002 \times 146.61 \times 0{,}0000003 \times \overline{146.61^2}]$. . . . . $= 12{,}6527$ A L

Total. . . . . $1280{,}7269$ A L^{cal}

La vapeur saturée à 170°,81, au moment où la détente a commencé, contenait une quantité de chaleur exprimée par

$$2{,}1727\ A\ L\ [606{,}5 + 0{,}305 \times 170{,}81 - A\,p\,u],$$

et en remplaçant $A\,p\,u$ par 45,386, valeur correspondante à 170°,81,

$$2{,}1727\ A\ L\ [606{,}5 + 0{,}305 \times 170{,}81 - 45{,}386] = 1332{,}3235\ A\ L\ ,$$

il a donc disparu $51{,}5966$ A L calories qui ont été converties en travail mécanique exercé sur la face droite du piston, qui a reçu, par conséquent, un travail moteur égal à. . . . . $424 \times 51{,}5966$ A L $= 21876{,}958$ A L$^{k \times m}$

Au moment où le piston arrive à la fraction 0,823 de sa course, la lumière de droite commence à se démasquer à l'intérieur sous le creux du tiroir, et la vapeur, jusqu'à la fin de la course, s'écoule au condenseur. En admettant que l'équilibre des pressions entre l'intérieur du cylindre et le condenseur s'établisse dans un temps très-court, la face droite du piston sera poussée jusqu'à la fin de sa course par la pression atmosphérique 10333 kilog. par mètre carré, ce qui donnera lieu à un travail moteur exprimé par $(1 - 0{,}823) \times 10333$ A L $= 0{,}177 \times 10333$ A L. . . . $= 1828{,}941$ A L$^{k \times m}$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La course directe terminée, le cylindre et l'espace nuisible de droite restent remplis de vapeur à la pression atmosphérique.

Le volume de cette vapeur est 1,05 A L.

Son poids est $1{,}05 \times 0{,}607$ A L $= 0{,}63735$ A L.

Un poids d'eau ou de vapeur égal à $(2{,}1727 - 0{,}6373)$ A L $= 1^{k},5354$ A L s'est donc écoulé dans l'atmosphère depuis le moment où l'échappement a commencé jusqu'à la fin de la course directe du piston. La vapeur à 100° et sous la pression atmosphérique qui reste dans le cylindre contient une quantité de chaleur égale à :

$0{,}63735$ A L $(606{,}5 + 0{,}305 \times 100 - 40{,}092)$. . . $= 380{,}4393$ A L^{cal}

Le travail moteur transmis au piston a fait disparaître

$\frac{1828{,}941 \text{ A L}}{424}$ . . . . . $= 4{,}3135$ A L

Total. . . . $384{,}7528$ A L^{cal}

Le mélange d'eau et de vapeur contenu dans le cylindre, à l'instant où l'échappement a commencé, renfermait, ainsi que nous l'avons vu. . . . . 1280,7269 A L^{cal}

En conséquence, la vapeur qui s'échappe, pendant la dernière partie de la course du piston, emporte avec elle $(1280{,}7269 - 384{,}7528)$ AL $= 895{,}9741$ AL^{cal}

Pendant la course rétrograde du piston, sa face droite est pressée par la vapeur à la pression atmosphérique dont le cylindre est rempli, et qui est expulsée dans l'atmosphère jusqu'à ce que, la lumière antérieure étant complétement masquée par le rebord de droite du tiroir, la contre-pression commence. L'occlusion a lieu quand le piston n'a plus à parcourir que les derniers 0,118 de sa course. Précédemment il a parcouru un espace égal à 0,882 AL, durant lequel la vapeur a exercé sur sa face droite une pression de 10333 kilog. par mètre, agissant contrairement au sens du mouvement du piston.

De là un travail résistant égal à. $0{,}882 \times 10333$ A L $= 9113{,}706$ A L$^{k \times m}$

dont l'équivalent calorifique est. . . . . $\frac{9113{,}706}{424}$ AL $= 21{,}4946$ AL^{cal}

Cette quantité de chaleur s'ajoute à celle qui était contenue dans la vapeur expulsée, et qui est exprimée par

$0{,}882 \times 0{,}607$ A L $[606{,}5 + 0{,}305 \times 100 - 40{,}092]$. . . $= 319{,}6590$ A L

Total. . . . . $341{,}1536$ A L^{cal}

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui s'écoulent au dehors avec la vapeur expulsée par le piston, dans cette première partie de la course rétrograde.

Le poids de la vapeur expulsée est. . . $0{,}882\,\text{A L} \times 0{,}607 = 0^{k},53537\,\text{A L}$

La contre-pression commence alors, et la vapeur confinée vers l'extrémité droite et dans l'espace nuisible adjacent est refoulée tout entière par le piston dans l'espace nuisible.

Cette compression donne lieu à un travail résistant que nous avons calculé, au commencement, et trouvé égal à. . . . . $2707\,\text{A L}^{k\times m}$

et les choses se trouvent rétablies comme elles étaient à l'origine de la course directe.

On calculera, en suivant la même méthode, les quantités de travail moteur et résistant exercées par la vapeur sur la face gauche du piston, pendant sa double excursion directe et rétrograde. Je me dispenserai de donner les détails du calcul, dont je présenterai seulement les résultats :

1° Dans la course directe, la partie du cylindre, à gauche du piston, est en pleine communication avec l'échappement, et cette communication n'est fermée qu'au moment où la lumière de gauche est masquée complétement par le rebord de gauche du tiroir, ce qui arrive quand le piston a parcouru les 0,823 de sa course.

Dans ce parcours, la face gauche du piston supporte la pression de l'atmosphère, d'où un travail résistant. . $0{,}823 \times 10333\,\text{A L} = 8504{,}059\,\text{A L}^{k\times m}$

équivalent à. . . . . $20{,}0567\,\text{A L}^{cal}$

Quantité pondérale de vapeur sortie du cylindre :

$$0{,}607 \times 0{,}823\,\text{A L} = 0^{k},49956\,\text{A L}$$

Quantité de chaleur contenue dans la vapeur remplissant le cylindre à l'origine de la course du piston :

$$0{,}49956\,\text{A L}\,[606{,}5 + 0{,}305 \times 100 - 40{,}092] = 298{,}1913\,\text{A L}$$

Total de la quantité de chaleur emportée par la vapeur sortante. . . . . $318{,}2480\,\text{A L}^{cal}$

2° Au moment où l'échappement se ferme, il reste dans la partie du du cylindre, à gauche du piston, un volume de vapeur égal à $(1 - 0{,}823 + 0{,}05)\,\text{A L} = 0{,}227\,\text{A L}$ à la température de 100° et à la pression de l'atmosphère. Le poids de cette vapeur est $0{,}227 \times 0{,}607\,\text{A L} = 0^{k},13779\,\text{A L}$; la quantité de chaleur qu'elle renferme $0{,}13779 \times 596{,}908\,\text{A L} = 82{,}2479\,\text{A L}^{cal}$. Elle est comprimée par l'avancement du piston dans l'espace nuisible, où elle occupe un volume $0{,}05\,\text{A L}$, ce qui donne lieu à un travail

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

résistant sur la face gauche du piston de 4876,132 A $L^{k\times m}$, dont l'équivalent calorifique est 11,5003 A L^{cal} ; la chaleur totale contenue dans la vapeur comprimée et surchauffée est donc 93,7482 A L^{cal}.

L'élévation de température est de $\frac{11,5003}{0,343 \times 0,13779} = 243°$. La température arriverait donc à 343°. La force élastique serait, à la fin de la compression, de $\left(\frac{0,227}{0,05}\right)^{1,40} \times 10333$, soit $8^{at},315$, un peu plus grande que celle qui existe dans la chaudière.

3° A l'origine de la course rétrograde, la lumière de gauche est démasquée extérieurement et la vapeur de la chaudière afflue dans le cylindre jusqu'à ce que le piston ait parcouru la fraction $1 - 0,458 = 0,542$ de son excursion. En admettant que l'équilibre des pressions et des températures s'établisse à l'instant même où la communication est ouverte entre le cylindre et la chaudière par la lumière de gauche, le travail moteur exercé sur la face gauche du piston dans cette partie de la course est :
$8 \times 10333 \times 0,542$ A $L = 44803,888$ A $L^{k\times m}$; le volume de vapeur à la pression de la chaudière et à la température de 170°,81, contenu dans la partie gauche du cylindre et l'espace nuisible, est 0,5917 AL. Le poids de cette vapeur est 0,592 AL $\times$ 4,277 $= 2^{k},532$ AL.

La chaleur contenue est :

2,532 AL $\{606,5 + 0,305 \times 170,81 - 45,386\}$. . . . $= 1552,6502$ A L^{cal}

La chaleur convertie en travail mécanique est :

$\frac{44803,888}{424}$ AL. . . . $= 105,6695$ AL

Total de la chaleur existante dans la vapeur à la fin de l'admission et de la chaleur convertie en travail mécanique. . . 1658,3197 A L^{cal}

Le poids de la vapeur surchauffée dans l'espace nuisible était de $0^{k},1378$ AL et la quantité de chaleur contenue de 93,748 A L^{cal}; il est donc sorti de la chaudière pendant la période d'admission par la lumière de gauche un poids de vapeur égal à $(2^{k},532 - 0,1378)$ A $L = 2^{k},3942$ A L et une quantité de chaleur égale à (1658,3197 — 93,748) A $L = 1564,572$ A L^{cal}.

En supposant que la vapeur fournie par la chaudière au cylindre soit remplacée dans la chaudière par un poids d'eau égal à la température de 50°, les $2^{k},3942$ A L d'eau liquide injectés dans la chaudière contiendront déjà $50 \times 2,3942$ A $L = 119,71$ A L^{cal}. La quantité de chaleur à fournir par le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

foyer à la chaudière, pour maintenir dans celle-ci la température et la pression de 170°,81 et de 8 atmosphères, sera donc seulement de

$$(1564{,}572 - 119{,}71)\ \text{A L} = 1444{,}862\ \text{A L}^{\text{cal}}.$$

4° A partir des 0,542 de la course rétrograde du piston, la détente de la vapeur commence dans la partie gauche du cylindre et continue jusqu'à ce que le piston soit arrivé à la distance 0,118 L de l'extrémité de sa course. L'espace final qu'occupe la vapeur, à la fin de la détente, est donc $(1{,}05 - 0{,}118)\ \text{A L} = 0{,}932\ \text{AL}$. Le poids spécifique du mélange d'eau et de vapeur est ainsi $\frac{2{,}532}{0{,}932} = 2{,}7167$. Le poids spécifique de la vapeur à saturation qui existe est donc moindre, et par conséquent la température finale est certainement inférieure à 152°,22, pour laquelle le mètre cube de vapeur saturée pèse 2,757.

Nous savons que, pendant la détente, une partie de la vapeur est convertie en eau liquide; par conséquent le poids spécifique de la vapeur contenue dans le cylindre est nécessairement plus petit que 2,7167. Si nous supposons que ce poids spécifique soit égal à 2,602 qui, dans la table du professeur Zeuner, correspond à 149°,90, cela revient à dire que la quantité pondérale de vapeur qui subsiste après la détente est à la quantité totale d'eau et de vapeur contenue dans le cylindre comme 2,602 : 2,7167 ou comme 0,9577 : 1.

Mais le rapport m de la quantité pondérale de vapeur après la détente à la quantité totale d'eau et de vapeur contenue dans le cylindre est donné par la relation $m = \frac{273 + t_2}{r_2}\left[\int_{t_2}^{t_1} \frac{cdt}{273 + t} + \frac{r_1}{273 + t_1}\right]$ dans laquelle t_1 et t_2 représentent les températures initiale et finale de la vapeur, r_1 et r_2 les chaleurs de vaporisation de l'eau correspondantes à ces températures.

Or la température t_1 est ici de 170°,81; m est une fonction de la seule variable t_2, car r_2 et l'intégrale définie contenue dans la parenthèse sont des fonctions de t_2. On peut, pour des accroissements suffisamment petits de t_2, considérer les accroissements de m comme proportionnels aux accroissements de t_2. De même, le poids spécifique de la vapeur à la température t_2 et par conséquent le rapport de ce poids au poids spécifique 2,7167 du mélange d'eau et de vapeur à la fin de la détente est aussi une fonction continue de t_2.

Cela posé, si nous calculons m et le rapport k du poids spécifique de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vapeur au nombre 2,7167 pour $t_2 = 149°,90$ et $t_2 = 150,69$, nombres consécutifs dans la table de Zeuner, on forme le tableau suivant :

t_2	Δt_2	m	Δm	k	Δk
149,90	0,79	0,9660	0,0013	0,9577	0,0188
150,69		0,9673		0,9765	

On voit que la valeur de t_2 qui convient à la question est comprise entre 149°,90 et 150°,69, puisque pour la première valeur, k est plus petit que m et qu'il est plus grand pour la seconde valeur. En désignant par δt_2, δm et δk les accroissements respectifs de t_2, m et k qui permettent de satisfaire à la question, et en négligeant les différences secondes qui nécessiteraient le calcul d'une troisième série de valeurs de t_2, m et k, on doit satisfaire à la relation

$$0,9660 + \delta m = 0.9577 + \delta k$$

Mais, en se reportant au tableau ci-dessus, on voit que l'on a

$\frac{\delta m}{\delta t_2} = \frac{0,0013}{0,79}$; $\frac{\delta k}{\delta t_2} = \frac{0,0188}{0,79}$: d'où $\frac{\delta k}{\delta m} = \frac{0,0188}{0,0013}$ et $\delta k = \frac{0,0188}{0,0013}\ \delta m$; remplaçant δk par sa valeur, il vient $0,9660 + \delta m = 0,9577 + \frac{0,0188}{0,0013}\ \delta m$.

Cette équation résolue donne $\delta m = 0,00061657$ et $m + \delta m = 0,9660 + 0,00061 = 0,9666$

En calculant δt_2 par le même procédé, on trouve $\delta t_2 = 0,374$, d'où $t_2 = 149°,90 + 0,37 = 150°,27$.

La quantité totale de chaleur contenue dans ce mélange est égale à

$$0,9667 \times 2,532\ \text{AL}\ \{606,5 + 0,305 \times 150°,27 - 43,943\}$$
$$+ 0,0333 \times 2,532\ \text{AL} \times 150,27\ (1 + 0,00002 \times 150,27 + 0,0000003 \times \overline{150,27^2})$$
$$= 1501,948\ \text{AL}^{cal}.$$

La chaleur contenue dans la vapeur, au moment où elle a commencé à se détendre, était de 1552,650 AL.

Il a donc disparu 50,702 AL^{cal} qui ont été converties en travail moteur exercé sur la face gauche du piston, qui est, en conséquence, de : 21497,648 $\text{AL}^{k \times m}$.

5° Le piston n'ayant plus à parcourir que les 0,118 de sa course rétrograde, l'échappement commence par la lumière de gauche. Si l'on suppose

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'à partir de cet instant la pression exercée sur la face gauche du piston devient et reste égale à celle de l'atmosphère, un travail moteur de $0{,}118 \times 10333$ A L $= 1219{,}294$ A L^{k-m} est exercé sur cette face.

La course rétrograde terminée, le cylindre sur la gauche du piston et l'espace nuisible de gauche sont remplis de vapeur à la pression de l'atmosphère et à la température de 100°. Le poids de cette vapeur est $1{,}05 \times 0{,}607$ A L $=$ $0^k{,}633735$ A L renfermant une quantité de chaleur égale à. . 380,439 A L^{cal}

Le travail moteur transmis au piston a fait disparaître

$\frac{1219{,}294}{424}$ A L. . . . . 2,876 AL

Total. . . . . 383,315 A L^{cal}

Le poids de vapeur d'eau qui s'est écoulé dans l'atmosphère, pendant la fin de la course rétrograde du piston est de $(2{,}532 - 0{,}637)$ A L $= 1^k{,}895$ A L et la quantité de chaleur perdue dans l'atmosphère avec cette vapeur est de $(1501{,}948 - 383{,}315)$ A L $= 1118{,}633$ A L^{cal}.

Les résultats qui précèdent sont résumés ainsi :

Course directe du piston.

Le travail moteur sur la face droite du piston est :

	$k \times m$
Pendant l'admission de la vapeur de la chaudière.	37860,112 × A L
Pendant la détente.	21876,958 × A L
Après l'échappement anticipé.	1828,941 × A L
	61566,011 × A L

Le travail résistant sur la face gauche du piston est :

Pendant la durée de l'échappement par la lumière de gauche.	8504,059 A L
Pendant la contre-pression à la fin de la course.	4876,132 A L
	13380,191 A L
Excès du travail moteur sur le travail résistant.	48185,820 A L
Total égal au travail moteur sur la face droite.	61566,011 A L

Course rétrograde du piston.

Travail moteur sur la face gauche :

Pendant l'admission.	44803,888 A L
Pendant la détente.	21497,648 A L
Après l'échappement anticipé.	1219,294 A L
	67520,830 A L

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Travail résistant sur la face droite :

	$k \times m$
Pendant la durée de l'échappement par la lumière de droite.	9113,706 A L
Pendant la contre-pression à la fin de la course.	2707,205 A L
	11820,911 A L
Excès du travail moteur sur le travail résistant.	55699,919 A L
Total égal au travail moteur sur la face gauche.	67520,830 A L

Travail moteur transmis au piston pendant une révolution complète de la manivelle :

Dans la course directe.	48185,820 A L
Dans la course rétrograde.	55699,919 A L
Total du travail moteur.	103885,739 A L
L'équivalent calorifique de ce travail est. . . . . calories	245,013 A L

La quantité pondérable de vapeur admise dans le cylindre par la lumière de droite au commencement de la course directe est de. . . . . 2,0707 A L kilog.

La quantité pondérable de vapeur admise dans le cylindre par la lumière de gauche au commencement de la course rétrograde. . . . . 2,3942 A L kilog.

Poids total de la vapeur admise dans le cylindre, dans un tour complet de manivelle. . . . . 4,4649 A L kilog.

Si la chaudière était alimentée d'eau liquide à la température de 0°, elle aurait dû recevoir du foyer, pour l'échauffement de 4^k,4649 A L d'eau liquide à 170°,81 et la vaporisation de cette eau dans les conditions hypothétiques que nous avons définies :

Pour les 2^k,0707 A L de vapeur dépensée dans la course directe du piston.	1354,3467 A L^{cal}
Pour les 2^k,3942 A L de vapeur dépensée dans la course rétrograde.	1564,4720 A L
Total.	2918,8187 A L^{cal}

Course directe du piston.

Dans la course directe du piston, les quantités pondérables suivantes de vapeur se sont écoulées dans l'atmosphère :

1° Par la lumière de gauche, depuis l'origine de la course directe jusques au moment où ont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

commencé la contre-pression et l'échappement anticipé. . . . . 0ᵏ,4996 A L
2° par la lumière de droite, dans la période de l'échappement anticipé à la fin de la course directe. . . . . 1,5354 A L

Total. . . . . 2,0350 A L

La vapeur sortie par la lumière de gauche contenait au moment où elle a abandonné la machine une quantité de chaleur au-dessus de l'eau liquide à 0° égale à. . . . . 318,2481 A L cal.
La vapeur sortie dans la période d'échappement anticipé. . . 895,9741 A L —

Total. . . . . 1214,2222 A L —

Course rétrograde du piston.

Quantité pondérable de vapeur sortie par la lumière de droite. . . . . 0,5354 A L
Quantité pondérable de vapeur sortie par la lumière de gauche (échappement anticipé). . . . . 1,8950 A L

Total. . . . . 2,4304 A L

La vapeur sortie par la lumière de droite contenait, quand elle a abandonné la machine. . . . . 341,1536 A L cal.
La vapeur sortie par la lumière de gauche (échappement anticipé). . . . . 1118,6330 A L cal.

Total. . . . . 1459,7866 A L cal.

Quantité totale en poids de la vapeur perdue dans un tour entier de manivelle. . . 4,4654 A L
égale à la quantité pondérale fournie par la chaudière.
Quantité totale de chaleur perdue avec la vapeur. . . . . calories. 2674,0088 A L

La quantité totale de chaleur transmise du foyer à la chaudière. 2918,8187 A L cal.
La quantité totale de chaleur perdue avec la vapeur qui s'est écoulée dans l'atmosphère. . . . . 2674,0088 A L cal.

Quantité de chaleur disparue par la conversion en travail moteur. . . . . 244,8099 A L cal.

Chiffre égal, à une petite fraction près, à l'équivalent calorifique du travail moteur calculé, ainsi que cela devait être.

On voit que la chaleur, théoriquement convertie en travail mécanique, est seulement la fraction $\frac{245}{2920}$, soit les 0,085 de la chaleur transmise par le foyer à la chaudière. Si au lieu d'être alimentée avec de l'eau à 0°, la chaudière l'était avec de l'eau à 100°, chose qu'il serait facile de réaliser en utilisant seulement la chaleur contenue dans la vapeur perdue, l'eau d'alimentation

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

amènerait avec elle $4,465 \times 100 \times 1,005$ A L $= 449$ A L^{cal}, ce qui réduirait à 2470 A L la chaleur à fournir par le foyer et amènerait le rapport de la chaleur convertie en travail moteur à la chaleur transmise par le foyer au générateur à $\frac{247}{2470} = 0,10$, fraction encore très-petite. Mais on remarquera que l'abaissement de température dans le système est seulement de $170,81 - 100 = 70^{d},81$ et que le maximum du rapport de la chaleur qui puisse être convertie en travail mécanique à la chaleur dépensée, pour une pareille différence de température entre le générateur et le condenseur, est $\frac{70,81}{273 + 170,81} = 0,16$; ce rapport maximum est à peu près le double de 0,085 et égal aux $\frac{8}{5}$ de 0,10. On peut donc dire que la chaleur théoriquement convertie en travail mécanique dans la machine sans condenseur, l'eau d'alimentation étant à 100°, est les $\frac{5}{8}$ du maximum qu'il serait possible d'utiliser, pour la chute de température admise.

§ IV. *Marche à contre-vapeur.* — En appliquant les mêmes méthodes de calcul, on trouve pour la marche de la machine à contre-vapeur les résultats suivants :

A. Travail exercé sur la face droite du piston dans la double excursion directe et rétrograde.

1° Du point mort de droite aux 0,118 de la course directe, la vapeur confinée dans l'espace nuisible de droite et qui s'y trouve à la pression de 8 atmosphères à la température de 170°,81, sous un volume égal à 0,05 A L et un poids total de $4^{k},277 \times 0,05$ A L $= 0^{k},21385$ A L, se détend et occupe à la fin l'espace 0,168 A L. Après l'expansion terminée, le poids spécifique du mélange fluide est $1^{k},2729$.

On trouve, par la méthode exposée, que ce mélange est composé de vapeur et d'eau dans le rapport de 0,9183 à 0,0817 ; que la température commune est intermédiaire entre celles de $120^{d},60$ et $122^{d},15$ contenues dans le tableau du professeur Zeuner. L'interpolation conduit à adopter le nombre $120^{d},66$.

Quantité de chaleur primitivement contenue dans la vapeur à 8 atmosphères et à 180°,71 : $0,05 \times 4,277 \{606,5 + 0,305 \times 170,81 - 45,386\}$ A L $= 131,1352$ A L.

Quantité de chaleur contenue dans le mélange d'eau et de vapeur à $120^{d},66$, à la fin de la détente :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$4{,}277 \times 0{,}05 \times 0{,}9183\,AL\,\{606{,}5 + 0{,}305 \times 120{,}66 - 41{,}734\}$
$+ 4{,}277 \times 0{,}05 \times 0{,}0817\,AL \times 121{,}478. \ldots\ldots = 120{,}2571\,AL$

Chaleur disparue et convertie en travail moteur transmis au piston. . . . . $10{,}8781\,AL^{cal}$

Travail moteur équivalent. . . . . $4612{,}431\,AL^{k \times m}$

2° Le mélange d'eau et de vapeur à la température commune de 120°,66 étant mis en communication avec le condenseur que nous supposons contenir de l'eau et de la vapeur à la température de 100° et sous la pression d'une atmosphère ou 10333 kilog. par mètre carré, l'équilibre des pressions et des températures s'établit rapidement, sans production de travail mécanique extérieur, sans perte ni addition de chaleur. Le piston parcourt ensuite tout le reste de la course directe, c'est-à-dire un espace égal à $1 - 0{,}118 = 0{,}882$ L, sa face droite étant poussée par la pression de la vapeur à 100 , ce qui donne lieu à un travail moteur égal à : $0{,}882 \times AL \times 10333 = 9113{,}706\,AL^{k \times m}$

Le poids de la vapeur saturée à la température de 100° et sous la pression atmosphérique contenue dans le cylindre et l'espace nuisible de droite à la fin de sa course est $1{,}05\,AL \times 0{,}607 = 0^{k},63735\,AL$; or il y avait dans la partie droite du cylindre, au moment où la lumière de droite a été démasquée à l'intérieur, un mélange d'eau et de vapeur dont le poids était de 0,21385 AL. Le cylindre a donc emprunté au condenseur une quantité pondérale de vapeur égale à $(0{,}63735 - 0{,}21385)\,AL = \ldots\ldots 0^{k},42350\,AL$.

Concevons qu'un poids égal d'eau liquide à 0° soit entrée dans le condenseur pour remplacer l'eau vaporisée qui en est sortie et a pénétré dans le cylindre par la lumière de droite et voyons la quantité de chaleur qu'il aurait fallu fournir au condenseur, pour y rétablir la température qui existait au moment où il a commencé à fournir de la vapeur au cylindre.

La vapeur contenue dans la partie droite du cylindre, quand le piston est parvenu à l'extrémité de la course directe, renferme une quantité de chaleur au-dessus de l'eau à 0° exprimée par :

$0{,}63735\,AL\,\{606{,}5 + 0{,}305 \times 100 - 40{,}092\} = \ldots\ldots$ $380{,}4393\,AL^{cal}$

Le travail moteur exercé sur la face droite du piston a, en outre, fait disparaître une chaleur équivalente $\frac{9113{,}706\,AL}{424} = 21{,}4946\,AL^{cal}$

Total. . . . . *A reporter.* $401{,}9339\,AL^{cal}$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Report. . . . . 401,9339 AL^{cal}

Le mélange de vapeur et d'eau liquide contenu dans le cylindre, à la droite du piston, au moment où la lumière de droite a été démasquée, renfermait au-dessus de son poids d'eau à 0°. . . . . 120,2571 AL^{cal}

La quantité de chaleur à restituer au condenseur, pour rétablir l'état primitif de la température, dans l'hypothèse admise, serait égale à la différence. . . . . 281,6768 AL^{cal}

3° Dans la course rétrograde du piston, la vapeur exerce sur sa face droite une pression qui donne lieu à un travail résistant. Depuis l'origine de la course rétrograde jusqu'aux 0,177 de la course, la lumière de droite reste démasquée au condenseur et la face droite du piston supporte une pression uniforme de 10333 kilog. par mètre carré, qui produit un travail résistant. . . . . $0{,}177 \times 10333\ AL = 1828{,}941\ AL^{k\times m}$

Un poids de vapeur égal à. . $0{,}177 \times 0{,}607\ AL = 0^{k},10744\ AL$

est refoulé du cylindre dans le condenseur et y apporte une quantité de chaleur au-dessus de l'eau à 0 égale

à $0{,}10744\ AL\{606{,}5 + 0{,}305 \times 100 - 40{,}092\} =$ . . . . 64,1318 AL^{cal}

plus la chaleur équivalente au travail extérieur $\frac{1828{,}941\ AL}{424} = 4{,}3155\ AL$

Total. . . . . 68,4473 AL^{cal}

4° Depuis la fraction 0,177 jusqu'à 0,542 de la course rétrograde, la lumière de droite est masquée par le rebord du tiroir, et la vapeur contenue dans la partie droite du cylindre est comprimée par le piston. Le volume primitif de la vapeur, au moment où la compression commence, est (1,05 — 0,177) AL = 0,873 AL, la pression de 10333, la température de 100°; à la fin de la compression elle occupe un volume égal à (1,05 — 0,177) AL = 0,508 AL. En lui appliquant les lois des gaz permanents, elle aura exercé sur la face droite du piston un travail résistant :

$$F = -\frac{1}{0{,}40} \times 10333 \times 0{,}873\ AL\left(1 - \left(\frac{0{,}873}{0{,}508}\right)^{0{,}40}\right) = -5453{,}695\ AL^{k\times m}$$

dont l'équivalent calorifique est. . . . . 12,8625 AL^{cal}

cette chaleur s'ajoute à celle que renfermait la vapeur au commencement de la compression, et comme le poids de cette vapeur est de $0{,}873 \times 0{,}607\ AL$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$= 0^k,52991$ AL, on peut en conclure que l'accroissement de température acquis par la compression est d'environ $70°,7$; la température de la vapeur, après la compression terminée est ainsi de $170°,7$. Enfin elle renferme une quantité de chaleur exprimée par

$$0,873 \times 0,607\,AL\{606,5+0,305\times100-40,092\}+12,8625\,AL=329,1700\,AL^{cal}$$

5° La lumière de droite est démasquée entièrement et la partie droite du cylindre est mise en communication avec la chaudière au moment où le piston est arrivé aux 0,542 de sa course rétrograde et n'a plus à parcourir qu'un espace égal à 0,4583 L pour la terminer. En admettant que pendant tout ce temps la pression de la vapeur sur la face droite du piston soit égale à celle de la chaudière, le travail résistant exercé sur cette face du piston sera de $8 \times 10333 \times 0,458\,AL = 37860,112\,AL^{k\times m}$.

La course rétrograde terminée, il restera dans l'espace nuisible de droite un volume de vapeur égal à 0,05 A L, à la pression et à la température de la chaudière, d'un poids de $0^k,21385$ AL, comme au commencement de la course directe. La quantité pondérale de vapeur refoulée dans la chaudière, dans cette dernière partie de la course rétrograde, est donc $(0,52991 - 0,21385)\,AL = 0^k,31606$ AL ; cette vapeur a apporté avec elle dans la chaudière une quantité de chaleur au-dessus de l'eau à 0° qui est déterminée de la manière suivante. La quantité de chaleur de la vapeur contenue dans le cylindre, au moment où la lumière de droite a été démasquée extérieurement, était, ainsi que nous l'avons dit, de. . . . . 329,1700 A L cal

la quantité de chaleur contenue dans la vapeur remplissant l'espace nuisible, à la fin de la course rétrograde, est 131,1352 A L cal

Différence. . . . . 198,0348 A L

à quoi s'ajoute la chaleur équivalente au travail mécanique exercé par la face droite du piston sur la vapeur refoulée $\frac{37860,112\,AL}{424}$ . . . . . 89,2927 A L cal

Total de la chaleur au-dessus de l'eau à 0° apportée à la chaudière. . . . . 287,3275 A L cal

B. Travail exercé sur la face gauche du piston.

Ce travail est résistant dans la course directe et moteur dans la course rétrograde.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° A partir du point mort de droite jusques aux 0,118 de la course directe, la partie gauche du cylindre communique avec le condenseur et le travail résistant exercé sur la face gauche du piston est :

$$0{,}118 \times 10333\ \mathrm{AL} = 1219{,}294\ \mathrm{AL}^{k \times m}$$

une quantité pondérale de vapeur égale à $0{,}118 \times 0{,}607\ \mathrm{AL} = 0^{k}{,}07163\ \mathrm{AL}$ est refoulée dans le condenseur où elle apporte la quantité de chaleur interne qu'elle renferme $0{,}07163\ \mathrm{AL}\{606{,}5 + 0{,}305 \times 100 - 40{,}092\} = 42{,}7541\ \mathrm{AL}^{cal}$

plus la chaleur équivalente au travail résistant $\frac{1219{,}294\ \mathrm{AL}}{424} = 2{,}8757\ \mathrm{AL}$

Total. . . . . 45,6298 AL

2° Des 0,118 aux 0,458 de la course directe, la lumière de gauche est masquée par le rebord du tiroir et le piston comprime la vapeur dont le volume primitif était $(1{,}05 - 0{,}118)\ \mathrm{AL} = 0{,}932\ \mathrm{AL}$, qui est réduit par la compression à $(1{,}05 - 0{,}458)\ \mathrm{AL} = 0{,}592\ \mathrm{AL}$, il en résulte un travail résistant sur la face gauche du piston

$$F = -\frac{1}{0{,}40} \times 10333 \times 0{,}932\ \mathrm{AL} \left(1 - \left(\frac{0{,}932}{0{,}592}\right)^{0{,}40}\right) = 4792{,}3306\ \mathrm{AL}^{k \times m}$$

Dont l'équivalent calorifique est . . . . . 11,3026 AL^{cal}

Cette chaleur s'ajoute à celle de la vapeur avant la compression et en élève la température : le poids de la vapeur étant $0{,}932 \times 0{,}607\ \mathrm{AL} = 0^{k}{,}56572\ \mathrm{AL}$, l'accroissement de température est d'environ $\frac{11{,}3026}{0{,}343 \times 0{,}56572} = 58°{,}2$; la température de la vapeur à la fin de la compression atteint donc environ 158°,2 et la quantité de chaleur qu'elle renferme est exprimée par

$$0{,}56572\ \mathrm{AL}\{606{,}5 + 0{,}305 \times 100 - 40{,}092\} + 11{,}3026\ \mathrm{AL} = 348{,}9854\ \mathrm{AL}^{cal}$$

la pression de la vapeur surchauffée après la compression est

$$10333 \times \left(\frac{0{,}932}{0{,}592}\right)^{1{,}40} = 1^{at}{,}888.$$

3° La lumière de gauche est démasquée extérieurement et la partie gauche du cylindre étant mise en communication avec la chaudière ; le piston dans l'intervalle 0,542 L qui lui reste à parcourir pour achever sa course directe,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

supporte sur sa face gauche la pression résistante de la chaudière, ce qui donne lieu à un travail résistant de

$$0{,}542 \times 8 \times 10333 \text{ AL} = 44803{,}888 \text{ AL}^{k \times m},$$

à la fin de la course, l'espace nuisible de gauche reste plein de vapeur à la pression de la chaudière dont le volume est 0,05 AL et le poids 0^k,21385 AL; la partie gauche du cylindre contenait, avant sa mise en communication avec la chaudière, un poids de vapeur égal à 0^k,56572 AL; le poids de vapeur refoulé dans la chaudière dans la dernière partie de la course directe du piston, est donc :

$$(0{,}56572 - 0{,}21385) = 0{,}35187 \text{ AL}$$

la quantité de chaleur au-dessus de l'eau à 0° apportée dans la chaudière avec la vapeur refoulée est égale à la différence entre la quantité de chaleur de la

vapeur comprimée.	348,9854 AL^{cal}
moins la quantité de chaleur de la vapeur qui reste dans l'espace nuisible à la fin de la course directe.	131,1352 AL
	217,8502 AL
plus l'équivalent calorifique du travail sur la face gauche du piston $\frac{44803{,}888 \text{ AL}}{424}$ = ...	105,6695 AL
TOTAL.	323,5197 AL^{cal}

4° Au commencement de la course rétrograde, la face gauche du piston est pressée par la vapeur à la pression de la chaudière, qui est confinée dans l'espace nuisible et se détend jusqu'à ce que le piston ait parcouru la fraction 0,177 de la course. Le volume initial est 0,05 AL, le volume final après la détente 0,227 AL. Le poids spécifique de la vapeur est à l'origine 4^k,277; à la fin de la détente le poids spécifique de la vapeur et de l'eau mélangées est $4^k{,}277 \times \frac{0{,}05}{0{,}227} = 0^k{,}942$, le poids spécifique de la vapeur subsistante à l'état de saturation est moindre et l'inspection du tableau de M. Zeuner montre que la température du mélange est inférieure à 115^d,54 : on trouve par le tâtonnement que cette température doit être comprise entre les nombres 111^d,74 et 109^d,68 qui figurent au tableau, et l'interpolation conduit à adopter définitivement 110^d,40.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A cette température, le mélange est composé de vapeur. . . 0,906
D'eau liquide. . . . . 0,094 } 1

Le poids spécifique de la vapeur subsistante est de 0,942
$\times$ 0,906. . . . . $= 0^{k},853$

La quantité pondérale de vapeur dans l'espace 0,227 A L
est de. . . . . $0^{k},1937$ A L
La quantité d'eau liquide. . . . . $0^{k},0201$ A L
Poids total. . . . . $0^{k},2138$ A L

La quantité de chaleur au-dessus de l'eau à 0° contenue dans la vapeur et dans l'eau liquide est donc :

0,1937 A L {606,5 + 0,305 $\times$ 110,40 — 40,937} + 0,0201 A L
$\times$ 111,047. . . . . $= 118,3338$ A L^{cal}
La quantité de chaleur primitivement contenue dans la
vapeur remplissant l'espace nuisible était. . . . . $= 131,1352$ A L
La chaleur convertie en travail mécanique est donc de . 12,8014 A L^{cal}

dont l'équivalent mécanique est 5427,794 A $L^{k \times m}$ qui constituent le travail moteur exercé sur la face gauche du piston par la vapeur qui, à l'origine de la course rétrograde, restait dans l'espace nuisible de gauche.

5° Jusqu'à la fin de la course rétrograde, la lumière de gauche reste ouverte au condenseur et la face gauche du piston supporte une pression motrice de 10333^{k} par mètre carré, qui donne lieu à un travail moteur égal à (1 — 0,177) $\times$ 10333 A L = 8504,059 A $L^{k \times m}$.

La quantité pondérale de vapeur contenue dans le cylindre et l'espace nuisible de gauche à la fin de la course rétrograde est :

$$1,05 \times 0,607 \text{ A L} = 0^{k},63735 \text{ A L}$$

La quantité pondérale de vapeur et d'eau liquide contenue dans le cylindre, avant la mise en communication avec le condenseur, était $0^{k},21385$ A L. Il est donc passé du condenseur dans le cylindre un poids de vapeur égal à. . . . . $0^{k},42350$ A L

La quantité de chaleur au-dessus de l'eau à 0° contenue dans la vapeur qui remplit le cylindre à gauche du piston, à la fin de la course rétrograde, est :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$0{,}63735\,\{606{,}5 + 0{,}305 \times 100 - 40{,}092\}\,AL \ldots = 380{,}4393\,AL$

La chaleur convertie en travail mécanique depuis la mise en communication de la partie gauche du cylindre avec le condenseur est égale à $\frac{8504{,}059}{424}\,AL \ldots = 20{,}0567\,AL$

Total. . . . . 400,4960 AL^{cal}

La quantité de chaleur du mélange d'eau et de vapeur contenue dans le cylindre, au moment de la mise en communication avec le condenseur, était. . . . . 118,3338 AL

La différence égale à. . . . . 282,1622 AL^{cal} a été fournie par le condenseur.

Les résultats qui précèdent se résument ainsi :

Course directe du piston.

Le travail moteur sur la face droite du piston est :

Pendant la détente de la vapeur contenue dans l'espace nuisible.	4612,314 AL
Après la détente terminée et jusques à la fin de la course.	9113,706 AL
Total.	13726,020 AL

Le travail résistant sur la face gauche du piston est :

Pendant que la lumière de gauche est ouverte au condenseur, au commencement de la course.	1219,294 AL
Pendant la compression de la vapeur de 0,118 à 0,458 de la course.	4792,306 AL
Pendant le refoulement de la vapeur dans la chaudière.	44803,888 AL
Total.	50815,488 AL
Excès du travail résistant sur le travail moteur.	37089,468 AL
Différence égale au travail moteur.	13726,020 AL

Course rétrograde du piston.

Le travail moteur sur la face gauche du piston est :

Pendant la détente de la vapeur contenue dans l'espace nuisible.	5427,794 AL
Après la détente terminée jusques à la fin de la course.	8504,059 AL
	13931,853 AL

Le travail résistant sur la face droite du piston est :

Pendant que la lumière de droite est ouverte au condenseur, de 0 à 0,177 de la course.	1828,941 AL
Pendant la compression, de 0,177 à 0,542 de la course.	5453,695 AL
Pendant le refoulement de la vapeur dans la chaudière.	37860,112 AL
Total.	45142,748 AL
Excès du travail résistant sur le travail moteur.	31210,895 AL
Différence égale au travail moteur.	13931,853 AL

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Travail résistant définitif transmis au piston dans un tour de manivelle :

Dans la course directe.	37089,468 A L
Dans la course rétrograde.	31210,895 A L
Total.	68300,363 A L
L'équivalent calorifique de ce travail est. . . . . cal.	161,0857 A L

La quantité pondérale de la vapeur aspirée du condenseur dans le cylindre pendant la course directe, par la lumière de droite, est de. . . . . 0^k,42350 A L

La quantité pondérale de vapeur refoulée du cylindre dans le condenseur par la lumière de gauche, au commencement de la course directe, est. . . . . 0,07163 A L

La quantité pondérale de vapeur fournie par le condenseur au cylindre, dans la course directe du piston, est égale à la différence. . . . . 0,35187 A L

Dans la course rétrograde le cylindre reçoit du condenseur par la lumière de gauche. 0^k,42350 A L

Et lui envoie par la lumière de droite. . . . . 0,10744 A L

La quantité de vapeur fournie au cylindre par le condenseur pendant la course rétrograde est égale à la différence. . . . . 0,31606 A L

Le condenseur fournit donc au cylindre pour une oscillation complète du piston. . 0,66793 A L

La quantité pondérale de vapeur refoulée par le piston dans la chaudière dans la course directe par la lumière de gauche est de. . . . . 0^k,35187 A L

La quantité de vapeur refoulée dans la chaudière par la lumière de droite pendant la course rétrograde est de. . . . . 0,31606 A L

Total. . . . . 0,66793 A L

La vapeur aspirée du condenseur par la lumière de droite, dans la course directe, entraîne avec elle, dans les conditions où elle a été formée, 281,6768 A L unités de chaleur au-dessus de l'eau à 0°. . . 281,6768 A L^{cal}

La vapeur refoulée par le piston au condenseur, à travers la lumière de gauche, dans la première partie de la course directe, amène au condenseur une quantité de chaleur au-dessus du même poids d'eau à 0°, égale à. . . . . 45,6298 A L

Il est donc sorti définitivement du condenseur, pendant la course directe du piston, une quantité de chaleur au-dessus de l'eau à 0°, exprimée par. . . . . 236,0470 A L^{cal}

c'est-à-dire que, si l'on remplaçait, dans le condenseur, les 0^k,35187 A L de vapeur qui en sont sortis durant la course directe par un poids égal d'eau à 0°, il faudrait, pour y rétablir la température de 100° et la pression de l'atmosphère, y amener de l'extérieur une quantité de chaleur exprimée par 236,0470 A L unités.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les $0^k,35187\,AL$ de vapeur refoulés dans la chaudière à travers la lumière de gauche, pendant la course directe, apportent avec eux, par suite des circonstances dans lesquelles la chaudière a émis d'abord et reçu ensuite de la vapeur, une quantité de chaleur au-dessus du même poids d'eau à 0°, égale à. . . . . $323,5029\,AL^{cal}$

Excès de la quantité de chaleur reçue par la chaudière sur la quantité de chaleur sortie du condenseur pendant la course directe du piston. . . . . $87,4559\,AL^{cal}$

Cette chaleur est créée par le travail résistant que nous avons trouvé être de $37089,468\,AL^{k\times m}$, dont l'équivalent calorifique $\frac{37089,468}{424}\,AL$ est, en effet, $87,475\,AL$ calories, différent de la chaleur calculée d'une très-petite fraction.

De même la vapeur aspirée du condenseur à travers la lumière de gauche, durant la course rétrograde, dans les conditions où elle a été formée, entraîne avec elle. . . . . $282,1622\,AL^{cal}$

La vapeur refoulée du cylindre au condenseur à travers la lumière de droite, au commencement de la course rétrograde, amène au condenseur. . . . . $68,4473\,AL^{cal}$

Il est donc définitivement sorti du condenseur. . . . . $213,7149\,AL^{cal}$

La vapeur refoulée dans la chaudière, à travers la lumière de droite, y apporte avec elle une quantité de chaleur au-dessus de l'eau à 0°, égale à. . . . . $287,3275\,AL^{cal}$

Excès de la quantité de chaleur reçue par la chaudière sur celle qui a été fournie par le condenseur. . . . . $73,6126\,AL$

Cette quantité de chaleur est créée par le travail résistant développé.

Le calcul nous a donné, pour celui-ci, $31210,895\,AL^{k\times m}$, dont l'équivalent calorifique est $\frac{31210,895}{424}\,AL = 73,6106\,AL$, qui ne diffère que par la troisième décimale de la chaleur, telle que nous l'avons calculée.

En prenant une oscillation complète du piston, nous trouvons que la chaudière a reçu $(287,3275 + 323,5029)\,AL$. . . . . $= 610,8304\,AL^{cal}$

que le condenseur a fourni $(213,7149 + 236,0470)\,AL$. . $= 449,7619\,AL^{cal}$

Différence égale à la chaleur créée par le travail mécanique. . . . . $161,0685\,AL$

et nous avons trouvé pour l'équivalent calorifique du travail résistant. . . . . $161,0857\,AL$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux résultats ne diffèrent entre eux que de $0{,}0172\,AL$ unités de chaleur, qui correspondent à $7{,}293\,AL^{k\times m}$ sur $68300\,AL^{k\times m}$; l'accord est donc aussi satisfaisant qu'on pouvait l'espérer.

§ V. Dans une révolution complète de la manivelle, lors de la marche à contre-vapeur, il sort du condenseur une quantité pondérale de vapeur égale à $0^{k},66793\,AL$, et cette même quantité de vapeur est refoulée dans la chaudière.

La vapeur sortie du condenseur a entraîné avec elle une quantité de chaleur égale à $449{,}7619\,AL$ calories, et la vapeur introduite dans la chaudière y a amené $610{,}8304\,AL$ calories, en partant de l'eau à 0°. Il faudrait donc, pour ramener, après une révolution de la manivelle terminée, toutes choses en l'état où elles étaient à l'origine de cette révolution, rendre au condenseur, durant cette révolution, un poids d'eau liquide ou de vapeur égal à $0{,}66793\,AL$, avec $449{,}7619\,AL$ unités de chaleur au-dessus de l'eau à 0°, et extraire de la chaudière un poids d'eau ou de vapeur égal aussi à $0{,}66793\,AL$ avec 610,8304 unités de chaleur au-dessus de l'eau à 0°. Comment peut-on réaliser cela pratiquement ?

La chaudière est pourvue de soupapes qui limitent la pression de la vapeur à 8 atmosphères et, par conséquent, la température de l'eau liquide et de la vapeur à 170°,81. Je suppose que le condenseur, contenant primitivement de l'eau et de la vapeur à la température de 100°, soit muni d'une soupape presque équilibrée, qui ne permette pas à la pression de s'y élever sensiblement au-dessus de celle de l'atmosphère, et qui, dans tous les cas, empêche l'air extérieur d'y pénétrer. Une communication est établie entre le réservoir de vapeur de la chaudière et le condenseur par un tuyau muni d'un robinet au moyen duquel il est possible de régler la grandeur du passage et, par conséquent, l'écoulement continu ou discontinu de la vapeur de la chaudière au condenseur. Enfin un appareil alimentaire permet d'introduire dans la chaudière de l'eau liquide venant d'un réservoir extérieur et dont, pour fixer les idées, je suppose la température constamment égale à 30°,81.

Ceci posé, chaque kilogramme d'eau froide introduit dans la chaudière par l'appareil alimentaire, en supposant qu'il reste à l'état liquide, devra emprunter à la masse, pour passer de la température de 30°,81 à celle de 170°,81, une quantité de chaleur égale à $140\times 1{,}012 = 141{,}68$ unités de chaleur (je prends la capacité moyenne pour la chaleur de l'eau liquide entre 30°,81 et 170°,81 égale à 1,012).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D'un autre côté, chaque kilogramme de vapeur qui passe par le tuyau de communication de la chaudière dans le condenseur, ou à travers les soupapes de sûreté dans l'atmosphère, donne lieu à la vaporisation, dans la chaudière, d'un poids égal d'eau liquide à la température de 170°,81, et la production de cette vapeur dans l'intérieur de la chaudière, sous la pression de 8 atmosphères, absorbe ou rend latente une quantité de chaleur égale à $606,5+0,305\times170,81 - (170,81+0,00002\times\overline{170,81}^2+0,0000003\times\overline{170,81}^3) = 485,7085$ calories.

Désignant par x le poids en kilogrammes d'eau froide injectée dans la chaudière, par y le poids de vapeur qui s'écoule, en partie, dans l'atmosphère par les soupapes de sûreté, en partie dans le condenseur par le tuyau de communication, durant une révolution complète de la manivelle, et posant la condition que l'état initial, quant à la température et aux quantités pondérales d'eau et de vapeur dans la chaudière, soit rétabli, après la révolution de la manivelle terminée, x et y seront déterminés par les deux équations :

$$y - x = 0,6679\,AL$$
$$141,68x + 485,708y = 610,830\,AL$$

d'où l'on tire

$$x = 0,4565\,AL^{kilog.} \text{ et } y = 1,1244\,AL^{kilog.}$$

Chaque kilogramme de vapeur à 8 atmosphères de pression et 170°,81 de température contient, en réalité, $606,5+0,305\times170,81-45,386 = 613,211$ unités de chaleur au-dessus de l'eau à 0. Le condenseur n'ayant fourni au cylindre, durant la période que l'on considère, que $449,7619\,AL$ unités de chaleur, il suffira, pour les lui restituer, d'y envoyer par le tuyau de communication une quantité de vapeur sortie de la chaudière beaucoup moindre que y. Soit y' la quantité pondérale de vapeur envoyée dans le condenseur ; elle y apportera avec elle $y'\times613,211$ unités de chaleur. Il faut se rappeler ici que le condenseur n'a fourni au cylindre, pendant la révolution que l'on considère, qu'une quantité de vapeur dont le poids est $0,66793\,AL$; le poids y' à introduire pour restituer la chaleur dépensée sera généralement différent de celui-ci, et la différence $y'-0,66793\,AL$ ne pourra être que de l'eau liquide à la température de 100°, et qui retiendra, par conséquent, en elle-même 100,5 calories par kilogramme, et, en totalité, $100,5\ (y'-0,66793\,AL)$ calories. Nous aurons donc, pour déterminer y', l'équation :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$$y' \times 613{,}211 = 449{,}7619\,\mathrm{AL} + (y' - 0{,}66793\,\mathrm{AL})\,100{,}5,$$

$$\text{d'où } y' = \frac{449{,}7619 - 67{,}1239}{613{,}211 - 100{,}5}\,\mathrm{AL} = \frac{382{,}628}{512{,}711}\,\mathrm{AL} = 0{,}746\,\mathrm{AL}.$$

La quantité de vapeur qu'on devra laisser s'écouler directement à travers les soupapes de sûreté de la chaudière sera égale à $y - y' = (1{,}1244 - 0{,}746)\,\mathrm{AL} = 0{,}378\,\mathrm{AL}$. A chaque révolution de la manivelle, la quantité d'eau liquide dans le condenseur s'accroîtra de $(0{,}746 - 0{,}668)\,\mathrm{AL} = 0^{k}{,}078\,\mathrm{AL}$. Elle pourra être évacuée d'une manière continue ou intermittente par un robinet de vidange adapté à la partie inférieure du condenseur.

L'introduction, dans le condenseur, d'une quantité pondérale de vapeur moindre que la valeur de y' ci-dessus déterminée aurait pour conséquence nécessaire un abaissement de la température au-dessous de 100° et de la pression au-dessous d'une atmosphère dans le condenseur.

Si l'on introduisait, au contraire, dans le condenseur une quantité de vapeur supérieure à 0,746 AL, l'excédant s'écoulerait dans l'atmosphère à travers la soupape équilibrée, ou se convertirait en eau liquide à 100° en quantité supérieure à 0,078 AL kilog., eau qu'il faudrait extraire par le robinet de vidange. Mais cela n'apporterait aucun trouble dans la marche régulière de la machine.

§ VI. Nous n'attachons pas précisément d'importance à la détermination numérique des quantités d'eau froide à introduire dans la chaudière et des quantités de vapeur à en extraire par les soupapes de sûreté ou par le tuyau de communication avec le condenseur, que nous avons établies en partant de suppositions inexactes, à savoir que la chaudière ne reçoit aucune chaleur du foyer et que le condenseur ne perd aucune chaleur par rayonnement ou par le contact de ses parois avec le milieu ambiant. Néanmoins la discussion précédente, en marquant le sens des phénomènes qui doivent s'accomplir, nous semble montrer clairement les dispositions à adopter dans l'installation et la marche à suivre pour la conduite d'une machine à haute pression, d'une locomotive par exemple. Dans le cas où on voudrait plus ou moins fréquemment employer la marche à contre-vapeur pour modérer la vitesse des trains, il conviendrait, suivant nous, de munir cette machine d'une capacité fermée (le condenseur) à laquelle serait adaptée une large soupape équilibrée, pouvant donner issue à la vapeur ou à l'air contenus, pour peu que la pression intérieure dépassât celle de l'atmosphère extérieure. Cette capacité serait mise

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en communication avec le bas des conduits d'échappement de la vapeur motrice qui se terminent par la tuyère.

Un registre mû par l'intermédiaire d'une combinaison de leviers dont l'établissement n'offre aucune difficulté permettrait au mécanicien, avant d'établir la marche à contre-vapeur, d'intercepter la communication entre les tuyaux d'échappement et la tuyère, et de mettre les orifices d'échappement en communication avec la capacité fermée, qui contiendrait à l'avance une certaine quantité d'eau liquide (1).

Cette même capacité serait pourvue d'un robinet de vidange adapté à la partie inférieure, pouvant être manœuvré par le mécanicien, ou même de deux robinets étagés, sinon d'un indicateur du niveau intérieur de l'eau. Elle communiquerait avec le réservoir de vapeur de la chaudière par un tuyau muni d'un robinet que le mécanicien ouvrirait plus ou moins. Il pourrait aussi être utile d'établir un autre petit tuyau de communication avec robinet entre le réservoir d'eau de la chaudière et la partie inférieure du condenseur, afin que l'on pût amener dans celui-ci une certaine quantité d'eau liquide qui y prendrait naturellement la température de 100°, avant de renverser la marche de la vapeur. Cette précaution prise, la communication serait d'abord interceptée au moyen du registre, entre les orifices d'échappement et la tuyère. Les ressorts des soupapes étant serrés de manière à maintenir la pression dans la chaudière au taux normal ou un peu plus bas, et la chaudière contenant de l'eau jusqu'au niveau normal, le mécanicien renverserait la vapeur. Durant la marche, il veillerait à la conservation du niveau de l'eau dans la chaudière et maintiendrait le robinet adapté au tuyau de communication entre le réservoir de la chaudière et le condenseur suffisamment ouvert pour qu'il sortît constamment une petite quantité de vapeur à travers la soupape équilibrée de celui-ci. La vapeur s'écoulerait en même temps plus abondamment par les soupapes de sûreté de la chaudière, et le mécanicien aurait soin de favoriser cet écoulement en détendant un peu les ressorts, dans le cas où il

(1) La disposition à laquelle je fais allusion ici est appliquée, en Angleterre, à plusieurs locomotives-tenders du Great Northern Railway, construites par MM. Neilson frères de Glasgow, et à des locomotives du Metropolitan and Saint Johns Wood Railway, construites à Worcester, sur les dessins de M. R. H. Burnett; elle permet d'envoyer au tender la vapeur sortant des cylindres, pendant que les machines sont engagées dans la partie souterraine du Metropolitan Railway. (Les dessins de ces machines ont été publiés dans les journaux *the Engineer*, numéro du 1er janvier 1867 et l'*Engineering* du 26 juillet 1867.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

verrait le manomètre accuser un accroissement de pression. Enfin il évacuerait de temps à autre l'excès d'eau qui tend à s'accumuler dans le condenseur.

§ VII. D'après la discussion et les calculs numériques donnés précédemment aux paragraphes III et IV, une machine locomotive alimentée de vapeur à huit atmosphères avec le degré de détente indiqué, et qui fournirait dans la marche ordinaire un travail moteur de 103885 $AL^{k \times m}$, exercerait, en renversant la vapeur, un travail résistant de 68300 $AL^{k \times m}$, par chaque révolution complète des roues motrices.

Si l'on avait calculé les quantités de travail en appliquant la loi de Mariotte, suivant les procédés encore usuels, on aurait obtenu les résultats suivants :

Marche normale.

Course directe.

De 0 à 0,458 de la course du piston. — Admission de la vapeur. — Travail moteur. — $8 \times 10333 \times 0,458$ AL. . . . . =	37860,112 $AL^{k \times m}$
De 0,458 à 0,823. — Détente de la vapeur. — Le volume initial de la vapeur est $(0,458 + 0,05)$ AL = 0,508 AL; le volume final $(0,823 + 0,05)$ AL = 0,873 AL; le travail moteur est donc $10333 \times 8 \times 0,508$ AL $\times$ L. $\frac{0,873}{0,508}$. . . . . =	22736,228 AL
De 0,823 à 1 — échappement anticipé. Travail moteur (1—0,823) AL 10333 =	1828,941 AL
Total du travail moteur appliqué à la face droite du piston. . .	62425,281 AL
De 0 à 0,823 — pression résistante du condenseur sur la face gauche. Travail résistant 0,823 AL $\times$ 10333. . . . . =	8504,059 AL
De 0,823 à 1 — refoulement de la vapeur dans l'espace nuisible. — Travail résistant $(1,05 - 0,823)$ AL $\times 10333 \times$ L $\frac{0,227}{0,05}$. . . . . =	3548,729 AL
Total du travail résistant sur la face gauche du piston. . .	12052,788 AL
Excès du travail moteur sur le travail résistant (62425,281—12052,788) AL =	50372,493 AL

Course rétrograde.

De 0 à 0,542 — admission de la vapeur. — Travail moteur sur la face gauche du piston $8 \times 10333 \times 0,542$ AL. . . . . =	44803,888 AL
De 0,542 à 0,882 — détente — travail moteur $8 \times 10333 \times 0,592$ AL $\times$ L $\frac{0,932}{0,592}$. . . . . =	22209,608 AL
De 0,882 à 1 — échappement anticipé. Travail moteur $10333 \times 0,118$ AL =	1219,294 AL
Total du travail moteur sur la face gauche du piston. . . .	68232,790 AL

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De 0 à 0,882 — pression résistante du condenseur sur la face droite du piston. Travail résistant $10333 \times 0{,}882$ AL. . . . . = 9113,706 AL

De 0,882 à 1 — refoulement de la vapeur dans l'espace nuisible. Travail résistant : $0{,}168$ AL $\times 10333 \times$ L $\frac{0{,}168}{0{,}05}$ . . . . . = 2103,860 AL

Total du travail résistant sur la face droite du piston. . . . . 11217,566 AL

Excès du travail moteur sur le travail résistant (68232,790 — 11217,566) AL. . . . . = 57015,224 AL

Travail définitif transmis au piston par tour des roues motrices (50372,493 + 57015,224) AL. . . . . = 107387,717 AL

Marche à contre-vapeur.

Course directe.

De 0 à 0,118 — détente de la vapeur à la pression de la chaudière qui était confinée dans l'espace nuisible à l'origine de la course directe : le travail moteur transmis au piston sur sa face droite est : $8 \times 10333 \times 0{,}05$ AL $\times$ L $\frac{0{,}168}{0{,}05}$ . . . . . = 5009,190 AL $^{k} \times m$

De 0,118 à 1— pression motrice du condenseur sur la face droite (1 —0,118) AL $\times$ 10333. . . . . = 9113,706 AL

Total du travail moteur sur la face droite. . . . . 14122,896 AL

De 0 à 0,118 — pression résistante du condenseur sur la face gauche du piston. Travail résistant $10333 \times 0{,}118$ AL. . . . . = 1219,294 AL

De 0,118 à 0,458 — travail résistant dû à la compression de la vapeur du condenseur dans la partie gauche du cylindre (1,05 — 0,118) AL $\times$ $10333 \times$ L $\frac{1{,}05 - 0{,}118}{1{,}05 - 0{,}458} = 0{,}932$ AL $\times 10333 \times$ L $\frac{0{,}932}{0{,}592}$ . . . . = 4370,641 AL

De 0,458 à 1 — pleine pression de la vapeur de la chaudière sur la face gauche du piston. Travail résistant $8 \times 10333 \times 0{,}542$ AL. . . . . = 44803,888 AL

Total du travail résistant sur la face gauche du piston. . 50393,823 AL

Excès du travail résistant sur le travail moteur dans la course directe (50393,823 — 14122,896) AL. . . . . = 36270,927 AL

Course rétrograde.

De 0 à 0,177 — détente de la vapeur confinée dans l'espace nuisible à l'origine de la course rétrograde, $8 \times 10333 \times 0{,}05$ AL $\times$ L $\frac{0{,}227}{0{,}05}$ . . . . . = 6253,267 AL

De 0,177 à 1 pression du condenseur. Travail moteur 0,823 AL $\times$ 10333. . . . . 8504,059 AL

Total du travail moteur exercé sur la face gauche du piston. . 14757,326 AL

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De 0 à 0,177 — pression résistante du condenseur sur la face droite du piston. Travail résistant $0{,}177 \times 10333$. . . . . = 1828,941 AL

De 0,177 à 0,542 — le travail résistant $(1{,}05 - 0{,}177)$ AL $\times$ 10333 L $\frac{1{,}05 - 0{,}177}{1{,}05 - 0{,}542} = 0{,}873 \times 10333$ AL $\times$ L $\frac{0{,}873}{0{,}508}$ . . . . . = 4884,263 AL

De 0,542 à 1 — pleine pression de la chaudière sur la face droite. Travail résistant $8 \times 10333 \times 0{,}458$. . . . . = 37860,112 AL

Total du travail résistant. . . . . 44573,316 AL

Excès du travail résistant sur le travail moteur (44573,316 — 14757,326) AL. . . . . = 29815,990 AL

Travail résistant définitif par tour des roues (36270,927 + 29815,990) AL. . . . . = 66086,917 AL

L'écart entre les résultats des calculs fondés sur la théorie mécanique de la chaleur et ceux que l'on obtient par l'application de la loi de Mariotte est de 3,3 pour 100, dans les conditions d'admission et de détente de la vapeur où je me suis placé. Cet écart augmenterait considérablement avec l'étendue de la détente de la vapeur; mais pour les détentes ordinaires, on peut, si l'on veut se contenter d'une approximation et éviter des calculs pénibles, appliquer la loi de Mariotte.

CHEMINS DE FER.

NOTE SUR LE SYSTÈME DE LOCOMOTEUR POUR GRAVIR LES FORTES RAMPES, IMAGINÉ PAR M. AGUDIO (pl. 401 et 402).

Il y a quelques années, un ingénieur italien, M. Agudio, présentait à la Société d'encouragement, dans l'une de ses séances (1), un système de locomoteur funiculaire ayant pour but de permettre de remonter les fortes rampes de chemins de fer.

Depuis lors M. Agudio a perfectionné son système. La construction de sa nouvelle machine, dont un spécimen figurait, en 1867, à l'Exposition du Champ de Mars, est basée sur le même principe du moufle à double effet de l'ancien locomoteur funiculaire; mais elle en diffère par le mode d'adhérence. A la place du câble toueur, il a substitué l'adhérence due au poids de la machine elle-même et à la pression artificielle de trois couples de roues horizontales agissant sur un rail central comme dans la locomotive du chemin de fer Fell (2).

(1) Voir *Bulletin* de 1864, 2e série, t. XI, p. 381.
(2) *Id.* 1866, *id.*, t. XIII, p. 166.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous allons donner quelques détails sur le locomoteur Agudio, d'après une brochure publiée par cet ingénieux inventeur.

Description de la machine (pl. 401).

La machine de M. Agudio, dont MM. Berchemans et Fallize, de Liége, sont les constructeurs, est représentée en élévation longitudinale, figure 1, et en plan et section horizontale partiels, figure 2.

Elle comprend quatre parties distinctes : 1° l'*appareil receveur ;* 2° l'*appareil de transmission ;* 3° l'*appareil d'adhérence ;* 4° l'*appareil des freins.*

1° L'appareil receveur prend le mouvement du câble moteur sans fin A, établi en dehors de la voie et supporté par une série de petites poulies dites *sans friction*, dont il sera question plus loin.

Ce câble s'enroule sur quatre grandes poulies à gorge B, de $1^{m},40$ de diamètre, fixées sur quatre axes C.

Sur chacun des axes C et contre les poulies sont fixés les pignons dentés D.

2° L'appareil de transmission se compose de deux roues dentées E, E engrenant avec les pignons D. Elles sont montées folles sur les axes F, F ; mais on peut les rendre fixes au moyen d'embrayages se manœuvrant au moyen des leviers G, G.

H, H sont des manivelles calées sur les extrémités extérieures des axes F, F ; elles se relient par les bielles I, I aux leviers coudés J, J placés sur les axes de rotation K, K.

3° L'appareil d'adhérence est formé de quatre roues porteuses L, et de six roues horizontales M agissant sur le rail central N.

Les roues porteuses, ainsi que les roues horizontales, reçoivent leur mouvement des axes F, les premières au moyen des longues bielles O, O, et les secondes au moyen des bielles P, P reliées aux axes K par des manivelles.

4° L'appareil des freins se compose de deux mâchoires en acier Q, Q qui serrent le rail central N, au moyen de la manivelle R placée sous la main du conducteur de la machine.

Les embrayages qui se manœuvrent au moyen des leviers G, en raison de leur construction particulière, comme on le verra plus loin, constituent un second appareil de freins agissant à la fois sur les roues porteuses et sur les roues horizontales.

Fonctionnement de la machine.

Le brin ascendant du câble moteur A produit le mouvement de rotation des deux poulies B sur lesquelles il s'enroule, ainsi que des pignons dentés D correspondants qui commandent la roue dentée folle E.

Si l'on manœuvre le levier G pour serrer l'embrayage, la roue E devient fixe sur son

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

axe F, lequel, entraîné alors dans le mouvement de rotation, fait mouvoir le levier coudé J par l'intermédiaire de la manivelle H et de la bielle I.

De même, si l'on agit sur l'embrayage de l'autre roue E, le brin descendant du câble mettra en mouvement l'autre levier coudé J.

Les mouvements des deux leviers J, J fixés sur les axes K, K sont isochrones et se croisent entre eux, les manivelles des roues porteuses L étant placées à angle droit, les unes par rapport aux autres.

Ainsi, bien que les deux brins du câble marchent en sens contraire, et que les deux couples de poulies B tournent en sens opposé, les mouvements des leviers J se succèdent de façon à produire, dans un même sens, le mouvement de rotation des organes roulants de la machine.

Mais les deux couples de poulies B, B n'ont pas la même vitesse tangentielle. D'après le principe théorique du locomoteur, la vitesse de rotation des poulies situées d'un côté résulte de la différence entre la vitesse de la marche du câble et celle du locomoteur, tandis que la vitesse tangentielle des poulies situées de l'autre côté est égale à la somme de ces mêmes vitesses. Ainsi, dans le cas dont il s'agit, la vitesse du câble étant triple de celle de la machine en marche (attendu que le diamètre des roues porteuses L et des roues horizontales M n'est que la moitié de celui des poulies), il s'ensuit que d'un côté la vitesse des poulies sera double de celle de la machine, tandis que de l'autre elle sera quatre fois plus grande. Par conséquent, pour que les deux roues dentées E, E aient la même vitesse de rotation (ce qui est indispensable, en raison de l'isochronisme de mouvement auquel doivent satisfaire les leviers J, J), les diamètres des pignons D devront avoir, d'un côté, le même diamètre que la roue D qui engrène avec eux, tandis que ceux de l'autre côté ne devront avoir qu'un diamètre de moitié. Grâce à cet artifice, on corrige la différence des vitesses de rotation des deux couples de poulies.

Détails relatifs à la construction de la machine.

Le cadre de la machine renferme quatre longerons parallèles S (deux extrêmes et deux intermédiaires) fixés à deux traverses T.

Les six roues horizontales M sont montées, trois par trois, sur deux châssis longitudinaux mobiles, lesquels peuvent glisser le long de deux coulisses appliquées aux traverses T de manière à pouvoir rapprocher ou éloigner les roues de l'axe longitudinal de la machine.

Le glissement de ces châssis est obtenu en manœuvrant la manivelle U, au moyen d'un double système de roues d'angle et de vis de rappel, qui tire sur les extrémités des deux doubles flasques V, V. Chacune de ces flasques renferme le corps de trois ressorts, dont chacun est attaché aux collets inférieurs des axes verticaux des six roues

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

horizontales M. Les collets supérieurs de ces mêmes axes sont maintenus à la partie supérieure des châssis.

Il suit de là que, en faisant rapprocher ou éloigner les deux flasques l'une de l'autre par l'action de la manivelle U, les six ressorts se tendront ou se détendront simultanément et obligeront les deux châssis, ainsi que les axes des roues horizontales, à se rapprocher ou à s'éloigner du rail central de la même quantité.

Cette disposition, qui a été suivie dans la locomotive du chemin de fer Fell, permet de conserver toujours sur une même ligne droite parallèle à l'axe de la machine les trois centres des boutons de manivelle de chacun des systèmes de roues horizontales, tout en laissant une certaine liberté de mouvement à ces roues, afin qu'elles puissent suivre, indépendamment l'une de l'autre, les différentes inflexions et irrégularités du rail central qu'elles ont pour fonction de comprimer.

Les leviers coudés J, J, qui par leurs oscillations isochrones et croisées font mouvoir les bielles P, P par l'intermédiaire de manivelles placées sur les axes K, ont un mouvement de va-et-vient analogue à celui d'une tige de piston de locomotive. Aussi, pour assurer ce mouvement rectiligne, les têtes des bielles P, P sont guidées entre des glissières parallèles.

Les couronnes des poulies motrices B sont munies, à leur circonférence, d'une gorge ayant en section la forme de queue-d'aronde, et obtenue au moyen de deux cornières rivées sur un disque en tôle qui occupe la place des rayons. C'est dans cette gorge, dont l'ouverture a $0^m,025$, qu'on chasse à coups de marteau la corde en chanvre goudronné qui vient en occuper le fond sur une épaisseur de $0^m,040$.

Le moyeu des poulies est formé par le prolongement du moyeu en fonte des pignons D. Les dents de ces pignons sont en bois dur, tandis que celles des roues E, qui engrènent avec eux, sont en fonte, ou mieux en acier fondu.

Les embrayages qui se manœuvrent au moyen des leviers G, G et qui permettent de rendre à volonté les roues E fixes ou folles sur les axes F, sont des embrayages à friction d'un système analogue à celui de l'embrayage Kœchlin, mais modifié de la manière suivante. Ainsi le cercle contre lequel, dans chacun des systèmes, les trois secteurs de friction viennent s'appuyer lorsque l'embrayage doit agir, n'est pas d'une seule pièce avec la roue ; il est, au contraire, maintenu libre dans un espace annulaire pratiqué dans l'intérieur de la circonférence de la jante. Dans cet espace annulaire se loge une série de ressorts à boudin, qui exercent une certaine pression sur le cercle de friction. C'est l'adhérence produite par cette pression qui détermine la liaison entre le cercle de friction et la roue.

Cette disposition permet de limiter, à volonté, l'effort que la roue peut transmettre à l'embrayage et à son axe, de sorte que l'efficacité de cette transmission reste proportionnée à la pression exercée par les ressorts. Ainsi on peut considérer cet appareil comme *le modérateur de la tension du câble,* car il limitera toujours l'effort *maximum* auquel le câble sera assujetti, quelle que soit la puissance des moteurs fixes à la mon-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tée, ou quelle que soit l'intensité de la traction du locomoteur sur le câble lorsqu'on fera agir les embrayages pour retenir le convoi à la descente.

Poids des convois remorqués.

Supposons le système appliqué sur un plan incliné de 10 kilomètres de longueur, avec pente de 8 pour 100, et tendant à gravir, d'un seul trait, la différence de niveau de 800 mètres entre les deux extrémités d'une ligne de chemin de fer.

Deux locomoteurs accouplés donneraient la pression totale adhérente qui suit :

Sur les 8 roues porteuses.	$2 \times 8 = 16$	tonnes.
Sur les 12 roues horizontales.	$12 \times 5 = 60$	—
Pression totale adhérente.	76	tonnes.

Utilisant cette pression, l'effort de traction développé serait au minimum de $\frac{76000}{10} = 7\,600$ kilogrammes.

On pourra donc remorquer sur la rampe de 8 pour 100 un train du poids total de $\frac{7600}{89,5} = 85$ tonnes, ou un poids net de convoi de $85 - 16 = 69$ tonnes.

Ainsi, pour un même poids de machine, le locomoteur élèvera un convoi d'un poids triple de celui de la locomotive Fell; cela doit être, car le nombre de roues horizontales du premier système est trois fois plus grand que celui du second.

Résistance du câble.

Le poids du câble sans fin en acier, étant de 1 kilogramme par mètre courant, son poids total sera de 20 tonnes.

Les poulies support de ce câble, construites d'après le sytème d'Attwood qui a parfaitement réussi à Dusino et dont il sera question plus loin, produiront, dans leur fonctionnement, une résistance passive totale, représentée en kilogramme par 1 et demi pour 100 du poids du câble, soit 300 kilogrammes, en supposant que la moitié de la longueur du plan incliné présente des courbes de 200 mètres de rayon. A cause du travail simultané des deux moteurs, supérieur et inférieur, cette résistance doit être entièrement vaincue par le moteur supérieur. Ainsi, par la disposition des organes du locomoteur, la vitesse de celui-ci étant 1/3 de celle du câble, l'effort exercé par le brin ascendant du câble sur les circonférences des poulies correspondantes sera de

$$\frac{7600}{6} - 300 = 966,67 \text{ kilogr.}$$

Et l'effort du brin descendant sur les autres poulies de

$$\frac{7600}{6} + 300 = 1566,67 \text{ kilog.}$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais la tension sur le brin ascendant n'est pas seulement due à la traction sur ses poulies et aux résistances passives des poulies supportant ce brin le long de la voie; il faut y ajouter l'action de la composante du poids du câble et celle du tendeur inférieur.

De sorte que la tension maxima sur le câble sera égale à

$$966{,}67 + \frac{300}{2} + 800 + 200 = 2116{,}67 \text{ kilog.}$$

Donc le câble en acier de 1 kilogramme par mètre courant ne supportera que 17 kilogrammes de traction par millimètre carré de sa section.

Travail des moteurs fixes.

Le travail transmis au câble par les machines fixes, dans l'hypothèse que les convois à marchandise montent à la vitesse de 10 kilomètres à l'heure (ou à la vitesse de $2^{m},778$ par $1''$), en tenant compte de 1/10 en plus pour les pertes de travail dues au fonctionnement des organes des locomoteurs, sera exprimé par

$$2{,}778 \times [7600 \times (1{,}10) + 300] = 24057{,}5 \text{ kilogrammètres.}$$

Maintenant les résistances passives qui dérivent des poulies motrices fixes et des tendeurs extrêmes étant évaluées aux 3/100 du travail transmis au câble, les deux moteurs doivent développer un travail total de

$$24057,\ 5 \times (1{,}03) = 247 \text{ kilogrammètres.}$$

qui correspond à 165 chevaux-vapeur par machine.

Dans les traversées des montagnes il sera toujours facile d'obtenir cette force avec l'emploi de moteurs hydrauliques.

Effet utile du système.

L'effet utile de ce système funiculaire avec application du rail central serait de

$$\frac{89{,}5 \times 70 \times 2{,}778}{24057{,}5} = 0{,}72$$

Comme cela a été démontré par l'ancien locomoteur avec câble toueur.

DES POULIES SUPPORTANT LE CABLE (*pl.* 402).

Dans l'ancien système de traction directe par machines fixes, une des plus graves difficultés, dans l'adoption des plans inclinés un peu longs et surtout curvilignes, pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

venait de la quantité considérable de résistances passives engendrées par le mouvement du câble. Avec le nouveau système funiculaire, cette difficulté disparaît presque entièrement, au moyen des trois combinaisons suivantes :

1° En donnant au câble moteur une vitesse différentielle trois ou quatre fois plus grande que la vitesse du train ;

2° En faisant travailler le brin descendant en même temps que le brin ascendant;

3° En appliquant sur la voie un nouvel organe pour le mode de suspension du câble.

En effet, grâce aux deux premières combinaisons, on a réduit à 1/6 ou 1/8 la tension longitudinale sur le câble, tandis que, par la troisième, on a augmenté la facilité de rotation des poulies de support, réduites, quant à leur masse, à des proportions plus conformes à la légèreté du câble et à sa vitesse de translation, tant pour en éviter l'usure que pour diminuer, comme on l'a dit, le travail absorbé par les résistances passives.

Ces poulies de support, désignées sous le nom de *poulies sans friction*, sont combinées d'après le système de suspension d'Atwood. Les dispositions représentées sur la planche 402 sont conformes aux types adoptés dans l'installation des expériences qui ont été faites à Dusino, expériences dont diverses commissions ont rendu compte.

Voici ce que dit M. l'ingénieur Couche dans un rapport fait à ce sujet : « En em-
« pruntant une disposition bien connue de la machine d'Atwood pour les axes de ses
« poulies de support et d'inflexion, M. Agudio a fort heureusement complété son ingé-
« nieuse conception. Une expérience de deux années a consacré ce mécanisme, qu'on
« pouvait être tenté d'abord de regarder comme un peu délicat et sujet à trop de
« chances de dérangement. Ce détail d'exécution, appliqué à un organe qui joue un
« si grand rôle, surtout dans les courbes, entre, pour une part très-notable, dans
« l'élévation de l'effet utile obtenu. »

L'application de la suspension d'Atwood aux poulies de support du câble diffère, suivant que les poulies doivent servir pour les alignements droits ou pour les courbes. Nous allons en donner la description.

Poulies de support pour les alignements droits.

Fig. 1. Section transversale d'une poulie de support.

Fig. 2. Élévation de cette poulie.

Fig. 3. Section horizontale.

Fig. 4. Vue en dessus.

Fig. 5. Vue de profil.

a, poulie de support du câble; elle est en fonte ou en tôle et, dans ce dernier cas, elle est formée de deux pièces.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

b, b, c, c, galets verticaux portant l'axe de la poulie *a;* ils sont deux à deux fixés sur un même axe.

d, d, coussinets supportant les axes des galets *b, b, c, c.*

A l'endroit où il s'appuie sur les galets, l'axe de la poulie *a* est muni de deux collets destinés à empêcher tout déplacement latéral.

e, boîte en fonte renfermant tout le système, et munie de pattes à oreilles servant à la fixer en place par des boulons. Cette boîte est divisée en trois compartiments dont celui du milieu, sans fond, laisse apercevoir une partie de la poulie; les deux autres compartiments renferment les galets de suspension.

f, f, réservoirs d'huile servant au graissage des axes des galets ; l'excès d'huile qui s'échappe des coussinets, s'écoulant au fond des compartiments, sert à graisser la circonférence des galets.

Cette disposition a l'avantage de mettre le système à l'abri des causes extérieures de détérioration, tout en permettant de le démonter et de le réparer facilement. A cet effet, on enlève le couvercle fixé à la partie inférieure de la boîte par les petits boulons *g, g,* et l'on peut visiter tout le mécanisme qui se présente alors comme dans la figure 3.

La résistance au mouvement de rotation de la poulie est nécessairement très-faible. En effet, appelons

P l'ensemble du poids de la poulie et de la portion du câble qu'elle supporte ;
p le poids des galets ;
a l'angle compris par les deux plans passant par l'axe de la poulie et par les deux axes des galets ;
d, d' les diamètres de la poulie et de son axe de roulement sur les galets ;
d'' d''' les diamètres des galets et de leur axe ;
R la résistance au mouvement de la poulie mesurée sur la circonférence de celle-ci au contact avec le câble.

La résistance s'exprime par la formule :

$$R = 2f \frac{d'}{d} \frac{d'''}{d''} \sqrt{\left\{ Q^2 + p^2 + 2Qp \cos \frac{a}{2} \right\}}$$

dans laquelle

$$Q = \frac{P}{2 \cos \frac{a}{2}}$$

D'après les dispositions de l'appareil, les poulies étant placées à tous les 12 mètres, le poids du câble étant de 1,0 kilog. par mètre courant, et supposant $f = 0{,}10$, on aura pour chaque poulie

$$R = 0{,}0142$$

Et sur les deux brins du câble on aura donc une résistance en kilogrammes de 2,366

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par kilomètre de voie, ce qui n'aura évidemment pas d'effet sensible sur le travail total développé.

Il est facile de se convaincre, par là, que le câble ne pourra pas glisser sur les poulies, et que son usure, par ce fait, sera nulle; car, pour que le câble glisse, la valeur de R devrait être augmentée de l'adhérence que le câble développe au contact de la poulie. Ainsi, si on supposait que le coefficient d'adhérence fût de $\frac{1}{10}$, cette adhérence deviendrait de $\frac{12,0}{10} = 1,20$ kilog., c'est-à-dire presque 86 fois plus forte que la valeur de R trouvée ci-dessus. Cette disposition rend donc tout à fait inutile l'enveloppe en chanvre ou d'aloès, adoptée dans l'ancien système pour augmenter l'adhérence et préserver le câble de l'usure superficielle.

Poulies de support pour les courbes.

Un spécimen de ces poulies est représenté planche 402.

Fig. 6. Section transversale.

Fig. 7. Élévation.

Fig. 8. Plan.

h est la poulie; on voit qu'elle est entièrement en dehors de la boîte qui renferme les autres organes du système; elle se compose d'un cylindre creux ou rouleau à embase, fixé à un axe vertical, qui le traverse au moyen d'un manchon en bronze. Une vis de rappel, placée dans le bas et faisant l'office de crapaudine, sert à régler à volonté la position du cylindre.

i, *i*, galets horizontaux disposés dans la boîte, et contre lesquels l'axe de la poulie s'appuie vers le milieu de sa longueur; chacun d'eux est monté fou sur son axe. Le rôle de ces galets est toujours celui de la suspension d'Atwood; la pression horizontale due à la traction du câble est supportée par eux.

j est un orifice à couvercle par lequel on introduit dans la boîte l'huile qui doit la remplir, de manière à tenir le petit mécanisme intérieur constamment noyé.

k, couvercle de la boîte. Ainsi que l'indiquent les fig. 6 et 7, on voit qu'à l'endroit où il est traversé par l'axe de la poulie, ce couvercle prend une forme conique et remonte dans l'intérieur du cylindre *h*. Cette disposition a pour but d'empêcher l'introduction des corps étrangers.

Pour changer le cylindre, on n'a qu'à enlever l'écrou supérieur *l*. S'il s'agit, au contraire, de réparer quelque organe intérieur de la boîte, il faut retirer d'abord le cylindre; puis le couvercle de la boîte s'enlève en dévissant les quatre écrous qui le fixent. La boîte elle-même reste fixée aux traverses de la voie par quatre autres écrous.

Un même modèle de poulie servira pour toutes les courbes du chemin; seulement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on aura soin que le petit arc compris entre deux poulies consécutives soit toujours de 2 degrés. Ainsi, par exemple, sur une courbe de 50 mètres de rayon, la distance entre les poulies sera de. 1m,75

Pour un rayon de 100 mètres, elle sera de. . . . . 3 , 49

— 200 — . . . . . 6 , 98

— 300 — . . . . . 10 , 47

— 350 — . . . . . 12 , 00

et l'on pourra adopter la dernière distance pour toutes les courbes d'un plus grand rayon, distance adoptée, d'ailleurs, pour les poulies en ligne droite.

Pour nous rendre compte de la résistance passive d'une poulie de support en courbe, supposons que la tension moyenne sur les différents points du câble soit de 1 500k, comme dans le cas que nous avons examiné plus haut. La pression horizontale t que le câble exercera sur le rouleau, d'après ce qui précède, est de 50k,95; le poids p du câble sur les poulies placées, par exemple, dans une courbe de 200 mètres de rayon est de 7k,98.

La résultante sera égale à

$$\sqrt{t^2 + p^2} = 51{,}57 \text{ kilog.}$$

Cette résultante, d'après les dispositions de l'appareil, agit sur les galets avec un bras de levier de

$$\frac{0{,}085\,t - 0{,}075\,p}{\sqrt{t^2 + p^2}} = 0^m{,}071.$$

La pression p sur le milieu du manchon en bronze est de

$$51{,}57\ \frac{0{,}071}{0{,}250} = 14{,}64 \text{ kilog.}$$

La pression P sur les axes des galets est de

$$51{,}57 + 14{,}64 = 66{,}21 \text{ kilog.}$$

La pression sur la crapaudine est de

$$7{,}98 + 7{,}50 = 15{,}48 \text{ kilog.}$$

D'après ces données et les dimensions de l'appareil, la résistance sur la circonférence du rouleau en contact avec le câble sera de

0,136 kilog.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par poulie, en admettant le coefficient de frottement

$$f = 0{,}06,$$

à cause du mode parfait de graissage que l'on adopte. Ainsi, sur une courbe de 200 mètres de rayon et d'un kilomètre de longueur, la résistance totale développée par les poulies de support est de

$$2 \times 0{,}136 \times 125 = 34{,}00 \text{ kilog.}$$

Donc, sur un plan incliné de 10 kilomètres de longueur, moitié en ligne droite et moitié en courbe de 200 mètres de rayon, la résistance due au mouvement du câble sur les poulies ne sera que de

$$5 \times (2{,}37 + 34{,}00) = 181{,}85 \text{ kilogrammes.}$$

Cette valeur représente environ 1,15 pour 100 du poids total du câble, de sorte que la résistance des poulies ne représente réellement qu'une fraction très-petite par rapport à la résistance totale à vaincre par le moteur.

Quant à l'impossibilité du glissement du câble sur les poulies, elle est démontrée par le fait que l'adhérence devrait descendre à $0^k,136$, tandis qu'elle est toujours au moins de $\frac{51{,}57}{10} = 5^k,157$, c'est-à-dire 38 fois plus forte que le besoin ne l'exige.

Le système de traction imaginé par M. Agudio pour franchir les fortes rampes a déjà été l'objet de plusieurs rapports, émanant de différentes commissions.

Il a été récompensé, en 1862, à l'Exposition de Florence et à l'Exposition internationale de Londres.

En 1863, il a été primé par l'Institut royal de Milan, et approuvé par une commission nommée par la société financière internationale de Londres.

Enfin, dans les années qui ont suivi, il a été successivement examiné, d'une manière favorable, par la Société des ingénieurs civils de Paris, par une commission nommée par le gouvernement italien, et enfin par une commission nommée par le gouvernement français. Voici plusieurs passages du mémoire de M. l'ingénieur Ch. Couche, nommé rapporteur de cette commission :

Parlant de la sécurité du système, M. Couche dit :

« En somme, le système Agudio possède incontestablement, au point de vue si essentiel des moyens d'arrêt, des ressources plus variées, plus puissantes que le système à traction directe, et il présente dès lors les garanties de sécurité les plus complètes. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à la facilité du service :

« La facilité, continue le rapporteur, avec laquelle le train peut être à volonté soustrait instantanément et soumis de nouveau à l'action du moteur, est également une propriété très-heureuse.

« Cette faculté de s'isoler du moteur, de s'arrêter, de se laisser aller, si on veut, pendant quelque temps, de se mettre en marche à la volonté du conducteur, ne sera pas d'un fréquent usage ; mais il est, à coup sûr, très-remarquable que le train remorqué par des moteurs à 3, 4, 5 kilomètres de distance soit, cependant, dans les mains de l'agent placé sur le locomoteur, au même degré de facilité de service, au moins, que s'il était remorqué par une locomotive. C'est là un avantage qui doit frapper les partisans exclusifs de la locomotive. Ils font, à juste titre, valoir la docilité, la souplesse de cette précieuse machine; mais on voit qu'en renonçant à la locomotive sur des rampes, où elle devient, quoi qu'on fasse, impuissante, on ne sacrifiera pas pour cela des propriétés que, jusqu'ici, elle avait seule en partage. »

Les conditions économiques et pratiques du système sont ainsi appréciées :

« Le système qui m'occupe offre un exemple très-remarquable de la transmission du travail mécanique à de grandes distances au moyen d'un câble animé d'une vitesse amplifiée à dessein.

« Il y a donc, sous ce rapport, une grande analogie entre le mode de traction de M. Agudio et un mode de distribution du travail qui a pris, depuis quelques années, un grand développement, surtout dans une contrée qui marche toujours à la tête du progrès dans plusieurs branches de l'industrie. C'est celle dont Mulhouse est le centre.

« On sait que la transmission du travail au moyen de câbles peu tendus, marchant à grande vitesse, est due surtout à M. F. Hirn de Logelbach (1), dont les travaux, réunis à ceux de M. Stein, de Mulhouse (2), ont fixé les principaux éléments de cette ingénieuse et utile application. Cette considération m'a conduit à examiner sur les lieux le résultat de ce mode, encore fort peu répandu ailleurs, et à chercher s'il ne fournirait pas quelques indications applicables à l'invention de M. Agudio.

« La transmission au moyen de câbles n'est possible que pour des distances déjà considérables; 30 mètres pourraient être à peu près le *minimum;* quant à la limite supérieure, on a été déjà à 1 000 mètres, et rien n'indique qu'il y ait le moindre inconvénient à aller au delà. Quant à la vitesse, elle ne pourrait être limitée que par la force centrifuge des poulies, et M. F. Hirn estime qu'elle peut atteindre 30 mètres par seconde.

« On fait toujours usage de câbles en fil de fer et d'acier, et cette curieuse applica-

---

(1) Voir *Bulletin* de 1858, 2e série, t. V, p. 37.
(2) *Id.* 1861, *id.*, t. VIII, p. 699.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion vient ainsi former, dans les limites les plus larges, un précieux complément de la transmission par courroies, qui n'est applicable, comme on sait, que pour de très-petites distances.

« Aucun mode connu ne saurait être aussi économique, tant sous le rapport des dépenses d'établissement que sous celui de la déperdition du travail. D'après quelques observations faites par la Société industrielle de Mulhouse, cette perte n'est que de quelques centièmes pour une distance de plusieurs centaines de mètres, quand le montage des poulies est soigné. *Le succès des transmissions en usage en Alsace peut être cité comme une garantie des conditions vraiment pratiques dans lesquelles fonctionne le câble moteur de M. Agudio.*

« L'expérience de Dusino était installée dans des conditions assez peu favorables. Le terrain était mauvais, l'état de la voie médiocre; aussi le succès n'en est-il que plus concluant. Dans les parties où la voie était bonne et les poulies solidement assujetties sur les traverses, le câble, filant avec une vitesse de 25 et même de 40 kilomètres à l'heure, semblait immobile, tant il était exempt de tout fouettement, et tous les organes fonctionnaient avec une douceur et une régularité remarquables. »

Enfin le rapporteur termine en disant :

« Ce qui précède suffit, je pense, pour prouver que le mode de traction inventé par M. Agudio se recommande par un ensemble de propriétés dignes de la plus sérieuse attention.

« La locomotive a tenu bien plus qu'elle ne promettait dans l'origine. Mais, après avoir trop douté de sa puissance, de la facilité avec laquelle elle se prête à des exigences diverses, on est souvent trop disposé, aujourd'hui, à croire qu'elle puisse suffire à tout, à voir en elle le moteur unique, universel, sur les voies ferrées.

« En admettant des rampes déjà excessives pour elle (0,035 par exemple, pour fixer un chiffre), on grève à la fois la construction, parce qu'en pays de montagne on ne peut se tenir en deçà de cette limite, si élevée qu'elle soit, qu'au prix de très-grands travaux, et on grève l'exploitation, parce que la locomotive ne donne plus sur de telles rampes qu'un effet utile extrêmement faible, tout en désorganisant la voie par suite du poids énorme qu'exige sa grande puissance, et du nombre restreint de ses points d'appui.

« La solution nouvelle apportée par M. Agudio s'applique non-seulement à ces rampes sur lesquelles la locomotive se traîne péniblement en remorquant des charges d'une petitesse désespérante, mais aussi, et surtout, à celles sur lesquelles elle devient décidément impossible.

« Aptitude en quelque sorte illimitée à l'égard des rampes, marge assez grande à l'égard des courbes, avec faculté de réunir sur un même point les fortes inclinaisons et les fortes inflexions, telles sont les conditions de la traversée des passages difficiles.

« Quelle que soit la réserve, la défiance même que commande toujours l'inconnu,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans des questions de cette nature, on peut affirmer, dès à présent, que le système de M. Agudio remplit ces conditions.

« Supérieur à la locomotive, parce que les rampes, si limitées pour elle, n'ont pour lui, d'autre limite que celle, incertaine encore mais certainement fort large, qu'assigne la sécurité; supérieur aux plans à traction directe, parce qu'ils se refusent à admettre les courbes, parce que leur longueur est très-limitée, parce qu'enfin l'effet utile du moteur y est faible, même pour des inclinaisons et des longueurs très-restreintes, *il constitue un instrument nouveau, puissant, qui aidera l'ingénieur à triompher rapidement, et à peu de frais, des obstacles naturels.*

« *Un des grands avantages de la conception de M. Agudio, sa grande chance de succès, ce n'est pas seulement d'être bonne en elle-même, c'est d'arriver à son heure; à une époque où l'insuffisance de ce qui existe ne peut plus guère être contestée.*

« La belle expérience de Dusino est terminée; elle a donné, en effet, tout ce qu'une expérience, même en grand, peut donner. Tous les ingénieurs qui ont étudié le système dont il s'agit sont unanimes à reconnaître qu'il est très-pratique; quant aux avantages qu'il présente relativement aux autres procédés de traction, personne ne les conteste, et les opinions diffèrent seulement sur les limites d'inclinaison, de longueur de rayon des courbes, à partir desquelles ils se manifestent décidément.

« Le moment paraît donc venu de mettre à profit une invention conçue et exécutée avec une sagacité remarquable, qui a fait ses preuves aussi complétement que possible, et qui assure à la construction des chemins de fer, dans les contrées accidentées, une économie d'argent et de temps très-considérable. »

(M.)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Les omnibus à Paris et à Londres. — Nous trouvons dans une brochure récemment publiée par M. C. Lavollée, administrateur de la compagnie des omnibus de Paris, des informations sur le service des omnibus à Londres et à Paris. Il s'agit d'une importante industrie de transport économique, qui a pris, dans les deux capitales, un grand développement. Elle est exploitée, à Paris, par une grande compagnie unique en vertu d'une concession privilégiée, et à Londres par diverses entreprises distinctes; cependant les 3/4 des omnibus qui circulent à Londres sont depuis plusieurs années réunis sous la direction d'une grande compagnie. L'auteur de la bro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chure a donc pu établir une comparaison exacte entre les deux compagnies de Paris et de Londres.

Le tableau ci-après résume les principaux détails de l'exploitation pendant l'année 1866 :

	COMPAGNIE de LONDRES.	COMPAGNIE de PARIS.
Nombre moyen d'omnibus en roulement par jour.	602 1/2	656
Nombre de kilomètres parcourus pendant l'année.	20 074 000	21 971 000
Nombre de kilomètres parcourus par jour.	55 000	60 000
Nombre de kilomètres parcourus par voiture et par jour.	91 1/2	91 1/2
Nombre de chevaux.	6 475	8 026
Nombre de chevaux par voiture.	10 3/4	12 1/4
Nombre de voyageurs transportés dans l'année.	44 351 000	107 212 000
Nombre de voyageurs transportés par jour.	121 000	293 000
Nombre de voyageurs transportés par voiture et par jour.	201 1/2	447
Recette provenant des voyageurs.	15 152 000 fr.	19 888 000 fr.
Recette moyenne journalière par omnibus.	69 97 c.	83 04 c.
Produit brut moyen par voyageur transporté (prix moyen de la course).	35 c.	18 c. 1/2
Recette totale de l'exploitation.	15 377 000 fr.	20 604 000 fr.
Dépense totale de l'exploitation.	14 440 000	18 878 000
Dépense moyenne journalière par omnibus.	65 65	78 83 c.
Proportion de la dépense à la recette.	91 3/4 0/0	91 1/2 0/0

On voit par ce tableau que les omnibus sont beaucoup plus fréquentés à Paris qu'à Londres. Chaque omnibus a transporté, à Paris, 447 voyageurs, en moyenne, par jour, et, à Londres, 201 voyageurs, soit moins de moitié, bien que la contenance des voitures soit égale. On remarque également que le prix moyen du transport par voyageur est, à Paris, de 18 centimes 1/2, et, à Londres, de 35 centimes, soit de près du double. A Paris, le tarif est uniformément de 30 centimes à l'intérieur, avec droit à la correspondance, et de 15 centimes sur l'impériale. A Londres, les tarifs varient selon les distances parcourues; le plus bas prix est de 20 centimes pour de très-courtes distances; le tarif s'élève à 40, 50 et même 60 centimes pour les distances de 6 à 9 kilomètres; le tarif est le même sur l'impériale qu'à l'intérieur, et il n'y a pas de correspondance.

L'auteur de la brochure explique les avantages que présente le service des omnibus à Paris par l'organisation particulière de ce service qui, sous le régime de la concession privilégiée, assure un meilleur agencement du réseau et une clientèle plus régulière pour les voitures; ce qui, en diminuant les forces perdues, autrement dit le *poids mort,* permet de faire payer moins cher les forces utilisées.

Le tableau ci-après fait connaître le développement du service des omnibus à Paris depuis 1855 :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

	Nombre maximum de voitures en service par jour.	Voyageurs transportés.
1855.	347.	40 millions.
1856.	348.	45 —
1857.	379.	55 —
1858.	410.	61 —
1859.	420.	66 —
1860.	448.	67 —
1861.	515.	76 —
1862.	540.	82 —
1863.	544.	89 —
1864.	575.	93 —
1865.	664.	101 —
1866.	664.	107 —

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 8 *janvier* 1869. (*Élections.*)

Présidence de M. le sénateur *Dumas,* président.

Nécrologie. — M. le *Président* annonce à l'assemblée la perte que la Société vient de faire de M. *Pihet* (Eugène), doyen des membres du Conseil. L'un des plus assidus aux réunions du comité des arts mécaniques auquel il appartenait, M. *Pihet* montrait dans l'examen des affaires cette sûreté de jugement qu'une longue pratique lui avait permis d'acquérir. La bienveillance et l'extrême modestie qu'il apportait dans ses relations ne se sont pas démenties un seul instant pendant le cours de sa longue carrière, et malgré son grand âge on le voyait encore naguère arriver l'un des premiers aux séances du Conseil. Tout le monde connaît les remarquables travaux qui l'ont placé au premier rang parmi les fondateurs de l'industrie mécanique en France, et M. le *Président* est certain d'exprimer les sentiments de l'assemblée en faisant transmettre à la famille de M. *Pihet* (Eugène) l'expression des regrets de la Société et des respectueux hommages qu'elle rend à sa mémoire.

M. le baron *Séguier*, Vice-Président, parle des principaux travaux de M. *Pihet* et de l'époque où, dans son modeste atelier, il avait créé un outillage de précision et des machines-outils comparables à celles qui faisaient le succès de l'industrie anglaise. Il rappelle les relations personnelles qu'il est heureux d'avoir eues, dès sa jeunesse, avec cet éminent et modeste constructeur de machines, et il ajoute combien le souvenir de ces relations vient augmenter la part de regrets qu'il est heureux d'exprimer publiquement.

Élections. — M. le *Président* annonce que, conformément aux statuts, on va procéder au renouvellement du Bureau et à celui d'un tiers sortant des membres des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comités. Les élections doivent comprendre également, pour le comité des arts mécaniques, le remplacement de M. *Pihet* (Eugène), et, pour le comité du commerce, celui de M. *Delessert* (B.), décédé, ainsi que celui de M. *Chapelle*, qui a demandé à être nommé membre honoraire. Le scrutin étant ouvert, M. le *Président* invite les membres de la Société à déposer leur vote dans l'urne. Le scrutin sera clos à la fin de la séance.

CORRESPONDANCE. — M. *Boudet* (Pierre), rue Vivienne, 12, présente des appareils destinés à faire prédire l'état de l'atmosphère vingt-quatre heures, au moins, à l'avance. (Arts économiques.)

M. *Chalange,* à Nogent-sur-Seine (Aube), demande l'avance d'une annuité de brevet, pour deux inventions relatives l'une à la fumée, l'autre aux moyens d'augmenter toutes les chutes d'eau. (Arts mécaniques.)

M. *Fourgeau*, entrepreneur de bâtiments, à Étampes, soumet au jugement de la Société un nouveau système de couverture pour les bâtiments qui a été employé avec succès à l'église de la Trinité, au Conservatoire des arts et métiers, à la cour de cassation, au palais des Tuileries, etc. (Arts économiques.)

M. *Mounié*, rue Sauval, 7, à Paris, sollicite l'examen d'une machine pour le lavage et le frottage des appartements. (Arts économiques.)

M. *Rostaing*, rue Lemarrois, 29, à Auteuil-Paris, joints en toile métallique plombée. (Arts mécaniques.)

M. *Champonnois*, rue de la Jussienne, 8, demande à la Société de faire examiner sa presse à cylindre pour l'expression du jus de betterave dans les sucreries; il fait connaître que cet appareil sera en marche, pendant toute la première quinzaine de janvier, dans la fabrique de sucre de M. *Cheilus* (Eugène) et *comp.*, à Méru, près Beaumont-sur-Oise. (Arts mécaniques.)

M. *Grunbert* (Albert), à Saint-Pol-sur-Remoise (Pas-de-Calais), nouvel appareil de chauffage. (Arts économiques.)

M. *Douville*, gardien du dépôt du bois de Boulogne, présente des robinets perfectionnés pour les tonneaux d'arrosement. (Arts mécaniques.)

M. *Lacave*, rue des Arènes, 47, à Bourges, demande l'examen d'un système qu'il recommande pour effectuer des transports dans un terrain peu consistant. (Arts mécaniques.)

MM. *Roux* et *comp.*, chez M. *Prudhomme*, ingénieur, rue du Cardinal-Fesch, 38, à Paris, présentent à la Société l'aspirateur fumi-purificateur de *Maret*. (Arts économiques.)

M. *Roux* (Ermond), boulevard Saint-Michel, 129, envoie les dessins d'un nouveau système d'essieux pour les machines locomotives. (Arts mécaniques.)

M. *Le Blanc* (Jules), rue du Rendez-Vous, 2, à Paris, soumet à l'examen de la Société un nouveau genre de câbles qu'il nomme *câble textilo-dynamique*. (Arts mécaniques.)

M. *Fouré* (Léon), à Metz-en-Coûture (Pas-de-Calais), présente un tour anglais à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quatre perles, pour faciliter l'exécution des tissus légers, gazes, baréges, etc., à lisière centrale. (Arts mécaniques.)

M. *Gouëzel*, conducteur des ponts et chaussées, à Belle-Isle-en-Mer, demande que la Société fasse examiner un appareil siphoïde qu'il nomme *conduite barométrique*. (Arts économiques.)

M. *Deloris* (B.), horloger, rue Chaligny, 5, faubourg Saint-Antoine, à Paris, adresse la description de ses procédés pour l'emploi de la plombagine dans le but de diminuer les frottements secs. (Arts mécaniques.)

M. *Denans* (J. B.), rue Saint-Pierre-Neuve, 19, à Besançon, fait connaître ses joints perfectionnés pour tuyaux. (Arts mécaniques.)

M. *Raffos* (F. M.), chocolatier, rue Saint-Germain-l'Auxerrois, 38, à Paris, présente une machine pour fabriquer le chocolat, marchant automatiquement. (Arts mécaniques.)

M. *Lefevre* (A. V.), place Philippe-de-Girard, 18, à Lille, présente un appareil pour la distribution de la vapeur avec détente prolongée, et un système pour l'alimentation automatique des chaudières. (Arts mécaniques.)

M. *Touzet* (I.), président de la chambre syndicale de la chaussure, rue des Petits-Hôtels, 11, demande à la Société de faire examiner ses appareils pour l'apprêt mécanique de la chaussure. (Arts mécaniques.)

M. *Peschell*, avenue de Wagram, 59, fait demander à la Société, par M. le comte *de Saint-Hilaire*, la nomination d'une commission pour examiner son système de ferrure des chevaux, qui a pour but de rendre leur marche plus sûre sur l'asphalte et sur les pavés glissants. (Agriculture.)

M. le *Président* recommande d'une manière particulière au comité d'agriculture l'examen de cette communication, qui peut avoir une importance considérable au point de vue de la construction des chaussées dans les villes et, par suite, une influence sérieuse sur l'hygiène de leur population.

M. le baron *Cartier*, directeur de l'usine d'Auderghem, renouvelle ses sollicitations afin d'obtenir une médaille pour la couleur rouge qu'on fabrique dans cette usine, et qu'il appelle, dans sa lettre, *feroxyde d'Auderghem*. (Arts chimiques.)

M. *Saix* (Calixte), au Bouyzet, par Florac (Lozère), envoie un complément d'instruction pour la communication qu'il avait faite à la Société, au sujet d'un procédé pour la production du diamant par l'action du chlore sur la fonte de fer. (Arts chimiques.)

M. *Tellier* (Ch.) présente à la Société un mémoire sur les procédés qu'il emploie pour conserver de la viande dans de l'air froid, en employant les machines qu'il a inventées et qui sont fondées sur les propriétés de l'éther méthytique. (Arts économiques.)

MM. *Baillargé* (A. J.) et *Monthelier* (J.), rue de Bordeaux, 29, à Tours, nouveaux procédés pour la dessiccation des bois par absorption. (Arts économiques.)

M. *Signoret*, rue Saint-Louis-en-l'Ile, 86, fait connaître les inventions diverses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il a faites, et qui sont relatives à l'agriculture et à la musique. Il sollicite un secours. (Agriculture et arts économiques.)

M. *Golay*, au moulin de l'Asse, près Noyon, canton de Vaud (Suisse), présente une machine à diamant pour rhabiller les meules de moulin. (Arts mécaniques.)

M. *Rennes* (A.), rue Saint-Denis, 116, fait connaître les procédés mécaniques qu'il emploie pour la fabrication de la brosserie. (Arts économiques.)

M. *Pillain*, rue de Normandie, 31, au Havre, décrit un appareil pour la destruction des hannetons. (Agriculture.)

M. *Didiot* (H.) présente une nouvelle forme d'appareil pour la production de l'eau de Seltz. (Arts économiques.)

M. *Gauthier* (A. A.), avenue Suffren, 20, fait connaître les améliorations qu'il a apportées dans la culture de la pomme de terre. (Agriculture.)

M. *Barveaux* (G.), rue de Ponthieu, 12, à Paris, envoie diverses préparations, telles que du biscuit et du couac, fabriquées par lui avec la pomme de terre. (Arts économiques.)

M. le *Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics* envoie deux exemplaires du tome LXIV de la collection des brevets d'invention.

M. le *Sénateur président de la commission des monnaies et médailles* envoie six exemplaires de la médaille frappée à l'effigie de M. le baron *Dupin*, secrétaire général de la Société d'encouragement. M. le *Président* regrette que l'état des crédits n'ait pas permis d'en délivrer à tous les membres du Conseil, et il croit qu'il conviendra de distribuer ces médailles à MM. les membres du comité des arts mécaniques, dont M. le baron *Dupin* a fait longtemps partie.

M. *Bradford* (J. M.), à Auburn, État du Maine (États-Unis), présente, pour le concours ouvert dans le but d'obtenir l'emploi d'une matière minérale abondante, des observations sur l'utilisation des cendres d'anthracite. (Commission des prix.)

MM. les *Secrétaires* signalent les ouvrages ci-après, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

M. *Mougin-Rusand* (P.), Notice sur les grandes œuvres de l'imprimerie, Lyon, 1868, in-8° de 10 pages.

M. *Dollfus-Hausset*, Vigie nationale; de l'Instruction populaire en Europe en 1867, in-12 de 24 pages.

M. *Natalis Rondot*, Le commerce et le prix des fils et des tissus en 1867, Paris, 1868, grand in-8° de 93 pages.

M. *Jullien* (C. E.), A propos du rapport de M. Dumas sur les travaux des chimistes français, Paris, 1868, brochure in-18 de 36 pages.

DÉLIBÉRATION. — *Autorisation donnée au trésorier.* — Dans une note remise sur le bureau, M. le *Trésorier* expose qu'il a besoin d'être muni d'une autorisation spéciale pour recevoir le payement des obligations du chemin de fer de l'Est, appartenant à la caisse de la stéarinerie et remboursables parce qu'elles sont sorties au dernier tirage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'assemblée décide, d'une manière générale, que le *Trésorier* de la Société est autorisé par elle à recevoir, en son nom, tous les payements qui devront être faits pour coupons de rente, obligations de chemins de fer ou autres valeurs quelconques qui devront être versées à sa caisse, et à en faire le remploi, s'il y a lieu, conformément aux statuts ou aux délibérations spéciales du Conseil d'administration.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Cahiers pour apprendre le dessin.* — M. *Lissajous* lit, au nom du comité des beaux-arts appliqués à l'industrie, un rapport sur les cahiers de modèles pour apprendre le dessin, qui ont été présentés à la Société par M. *Godchaux*. Il conclut en proposant de remercier M. *Godchaux* de sa communication, et d'insérer le rapport du comité au *Bulletin*. (Ces conclusions sont approuvées.)

Planimètre réducteur. — M. *Lecœuvre* fait, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur un petit instrument pour la mesure rapide de la surface d'un polygone, qui a été présenté par M. *Burel,* sous-inspecteur des forêts, à Châlons-sur-Marne.

Le rapporteur propose de remercier M. *Burel* de sa communication, et d'insérer le rapport du comité au *Bulletin*, avec un dessin du planimètre réducteur. (Ces conclusions sont approuvées.)

RÉSULTAT DES VOTES. — M. le *Président* déclare le scrutin fermé et dépouille les bulletins déposés par tous les membres de la Société présents à la séance.

Voici le résultat de ce dépouillement :

Bureau. — MM. le sénateur *Dumas*, président ; le baron *Séguier* et *Balard*, vice-présidents ; le baron *Dupin* (Ch.), sénateur, secrétaire général ; *Combes* (Ch.) et *Peligot* (Eugène), secrétaires adjoints ; *Laboulaye* (Ch.) et *Avril*, censeurs; *Goupil de Préfeln,* trésorier.

Comités : *Commission des fonds.* — MM. *Hurteaux, Lorin* et *Fauler* sont réélus. *Arts mécaniques.* — MM. *Alcan, Duméry* et *Callon* sont réélus. M. *Phillips* est élu en remplacement de M. *Pihet*, décédé. *Arts chimiques.* — MM. *Chevallier, Frémy* et *Cahours* sont réélus. *Arts économiques.*— MM. le comte *du Moncel, Duchesne* et *Clerget* sont réélus. *Agriculture.* — MM. *Moll, Mangon* (Hervé) et *Boitel* sont réélus. *Commerce.* — MM. *Jullien, Block* (Maurice) et *Lavollée* (Ch.) sont réélus. M. *Christofle* est élu en remplacement de M. *Delessert* (B.), décédé, et M. *Roy* (Gustave) est élu en remplacement de M. *Chapelle*, nommé membre honoraire.

On trouvera plus haut, p. 3, la composition du Conseil pour **1869**.

COMMUNICATIONS. — *Rhabillage des meules de moulin.* — M. *Golay* expose à la Société le principe et le mode d'action de sa machine pour rhabiller les meules par l'action d'un diamant mû avec une grande rapidité. Un châssis centré sur l'axe de la meule et nivelé sur elle avec soin permet de transporter l'outil sur toutes les parties de la surface de la meule et d'y faire exécuter le travail méthodique qu'on désire faire. L'outil est composé d'une molette munie d'une dent en diamant noir, à laquelle on donne un mouvement de rotation très-rapide et qui produit sur la meule un travail analogue au coup de la pointe d'un marteau toutes les fois que le dia-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mant rencontre la meule. Il résulte de ces dispositions un travail de la surface de la meule tout à fait mécanique, beaucoup plus rapide et plus régulier que celui que pourrait faire le meilleur rhabilleur de meules.

M. le *Président* remercie M. *Golay* de sa communication et demande au comité des *Arts mécaniques* d'en faire l'examen.

Brosses dites de chiendent. — M. *Heuzé*, inspecteur général de l'agriculture, donne à la Société des détails sur la matière première employée pour faire les brosses dites de chiendent. Il est évident d'abord que cette dénomination est inexacte, puisque le chiendent est cassant, dur, noueux et forme une tige et non une racine, tandis que les brins employés dans cette brosserie sont évidemment des racines.

Ces brins viennent d'Italie en France, où on en fait des brosses. On les recueille dans les terrains sablonneux des bords de l'Adriatique entre Ancône et Venise, on en trouve aussi sur d'autres côtes sablonneuses et notamment à Reggio. On en fait la récolte par des procédés tout à fait semblables à ceux qu'on emploie pour la garance. Ils proviennent de deux végétaux différents, le *Chrysopogon Grillus*, qui donne les brins les plus blancs et les plus fins, et l'*Andropogon Ischœnum*, qui donne les sortes communes. Ces racines sont ensuite dépouillées de leur écorce et blanchies à l'eau bouillante, puis nous sont envoyées en bottes plus ou moins volumineuses.

La quantité qui en est expédiée pour la France est de 150 000 kilog. environ, et le prix varie de 2 fr. 50 à 3 fr. le kilog., suivant la qualité. Ce commerce donne donc lieu à un mouvement de fonds de 4 à 500 000 francs. Il a paru à M. *Heuzé* que ces végétaux utiles pourraient très-bien être cultivés dans les terres sablonneuses profondes du midi de la France, et il a cru utile d'attirer sur ce point l'attention de la Société, qui s'occupe, avant tout, des moyens de développer l'industrie agricole et manufacturière de la France.

Après quelques observations de M. *Chatin*, qui a trouvé l'*Andropogon Ischœnum* en plusieurs lieux de la France et notamment près de Fontainebleau, M. le *Président* dit que la proposition de M. *Heuzé* pourrait très-bien faire l'objet d'un prix proposé par la Société; il demande au comité d'agriculture d'examiner cette question et, s'il y a lieu, de rédiger le programme de ce prix.

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

MM. *Goux,* ingénieur civil, à Paris; *Coez,* manufacturier, à Saint-Denis; *Hamon,* directeur de la Société des plombs doublés d'étain; *Rollet*, maire d'Étrochey (Côte-d'Or); *Martin-Sabon,* ingénieur, à Paris; *Jonglet*, ingénieur civil, à Paris; *Éverling,* directeur de la *Revue de la papeterie; Pelouze* (Eugène), chimiste, à Paris, dispensé, par un vote du Conseil, des délais réglementaires.

Paris. — Imprimerie de madame veuve BOUCHARD HUZARD, rue de l'Eperon, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

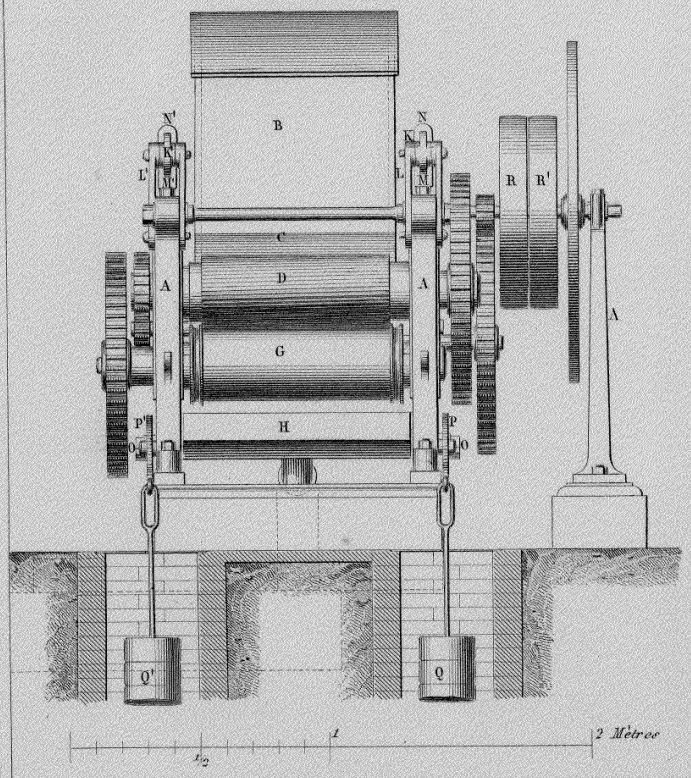
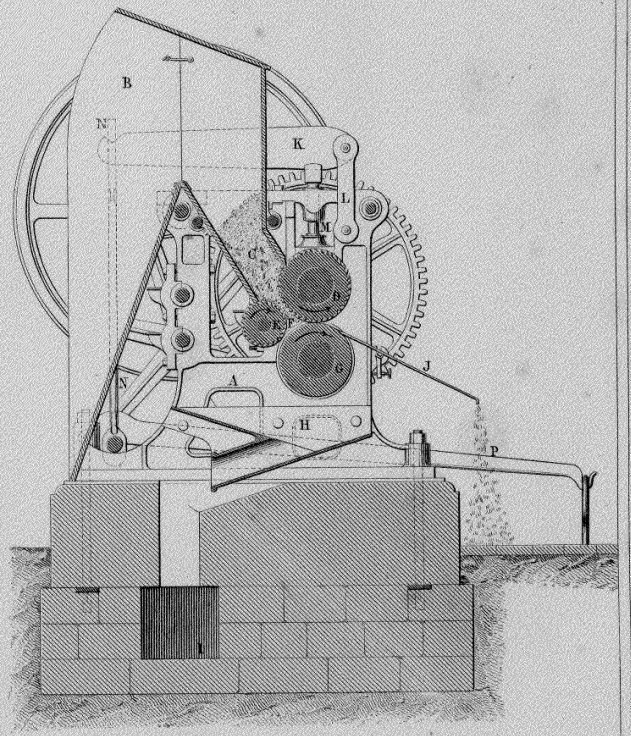


Fig. 2.



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

Ad. Leblanc del. et sc

PRESSE CYLINDRIQUE A SÉCHER LA TANNÉE, PAR M. BRÉVAL.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

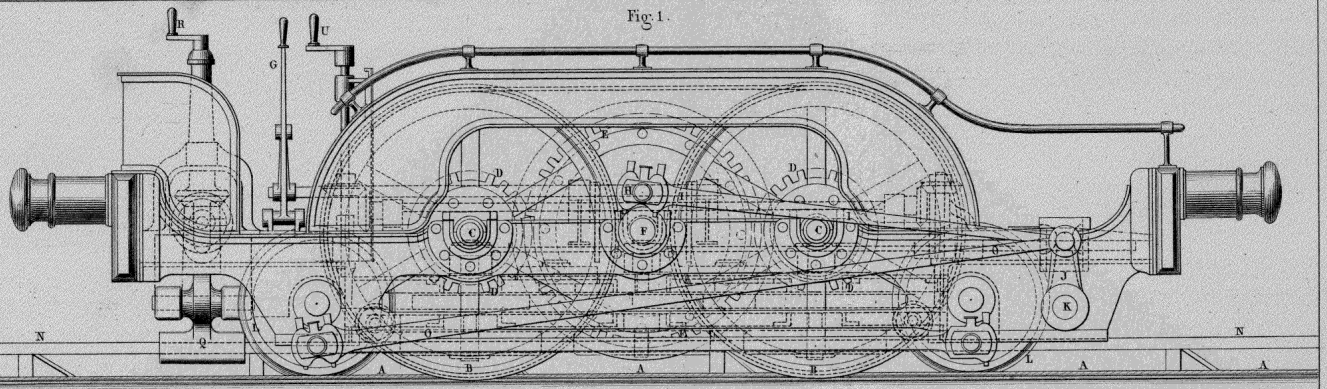
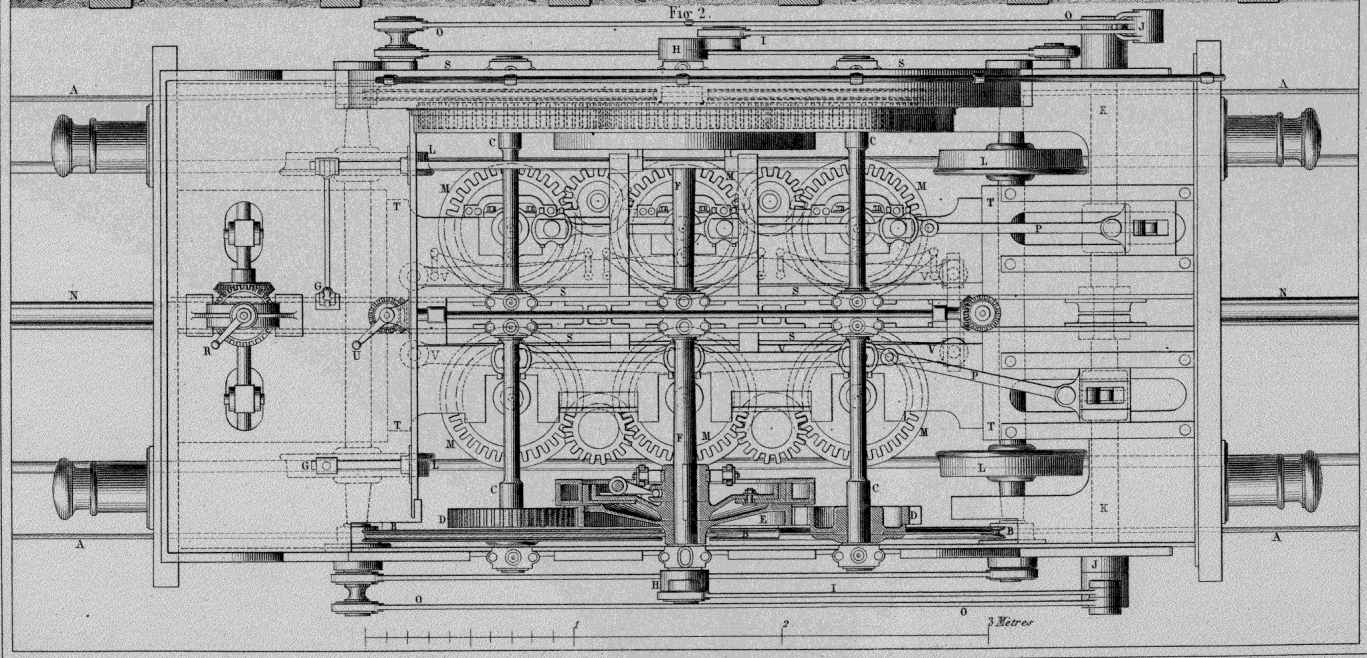


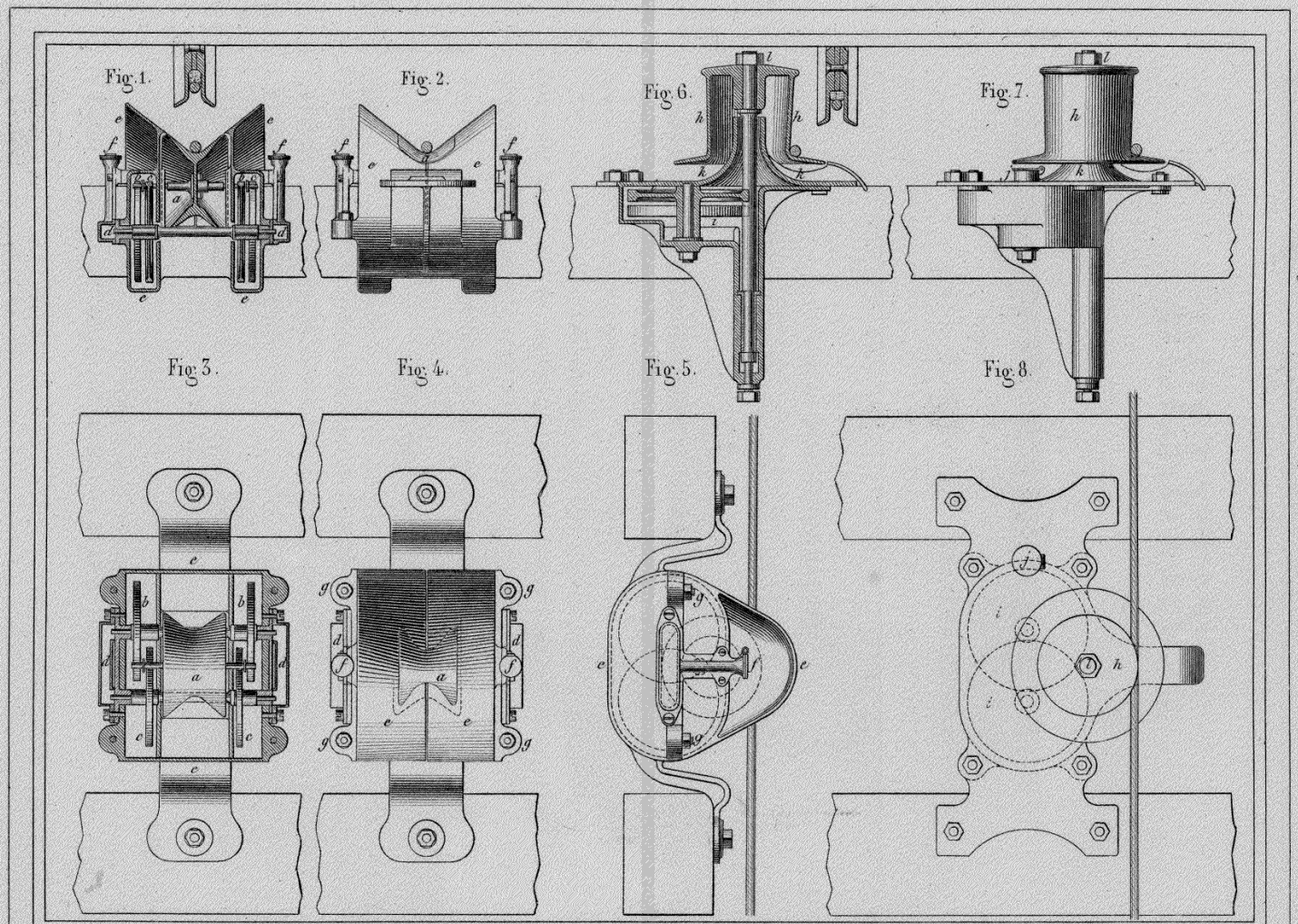
Fig. 2.



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

LOCOMOTEUR POUR GRAVIR LES FORTES RAMPES, PAR M. AGUDIO.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

POULIES DU SYSTÈME FUNICULAIRE POUR GRAVIR LES FORTES RAMPES, PAR M. AGUDIO.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

68e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XVI. — Février 1869.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

CONSEIL D'ADMINISTRATION.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION RELATIVE A LA NOMINATION DE DEUX MEMBRES ADJOINTS.

Conformément à l'arrêté pris le 16 janvier 1855,

M. Tresca entendu dans la séance publique du 12 février 1869 pour le comité des arts mécaniques,

Le Conseil, après délibération, décide que ce comité est autorisé à présenter une liste de candidats pour la nomination de deux membres adjoints.

ARTS PHYSIQUES.

RAPPORT *fait par* M. JAMIN, *au nom du comité des arts économiques, sur la* PILE ET LE RÉGULATEUR ÉLECTRIQUE *présentés par* M. F. CARRÉ, 148, *boulevard Richard-Lenoir, à Paris.*

Messieurs, M. Carré, ingénieur civil, bien connu de la Société d'encouragement pour son ingénieux appareil à faire de la glace (1), a présenté un

(1) Voir *Bulletin* de 1860 et 1863, 2e série, t. VII, p. 129, et X, p. 32.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nouveau modèle de pile, un régulateur électrique et des charbons composés destinés à augmenter et à régulariser l'arc électrique.

La pile n'est pas nouvelle ; c'est celle que M. Becquerel père imagina, en 1829, qui a été adoptée en Angleterre, et que l'on nomme ordinairement, mais injustement, la pile de Daniell. M. Carré y a introduit des perfectionnements importants ; voici comment il l'a construite :

Au centre se trouve une cage cylindrique formée par des bâtons verticaux de sapin ; elle contient les cristaux de sulfate de cuivre, et sert de support à une seconde cage extérieure faite de fils minces de cuivre. Ces fils sont le pôle positif ; ils servent tant que le dépôt de cuivre qui se fait sur leur surface n'a pas comblé leurs intervalles. Autour d'eux est le vase poreux. On sait qu'à l'origine on le fit en toile, et qu'aujourd'hui il est en porcelaine poreuse. Pour abaisser son prix et augmenter sa conductibilité, M. Carré a employé du papier d'albumine chauffé dans une vapeur, à la température de 230 degrés, collé ensuite à la gomme laque, de manière à former un cylindre dont la base est un tesson de porcelaine ; comme il est fragile, on le soutient par un système de ficelles qui permettent d'enlever le vase poreux et tout ce qu'il contient, quand on veut démonter la pile.

Autour de ce vase poreux se place la lame de zinc amalgamé dans un vase en verre rempli de sulfate de zinc. Les communications d'un élément à l'autre n'offrent rien de particulier. Je dois insister sur les dimensions de l'appareil. Les zincs ont $0^{m},55$ de hauteur et $0^{m},11$ de diamètre. Chaque couple revient à $6^{fr},30$ au constructeur : les vases poreux doivent être remplacés assez souvent, mais ils ne coûtent que 20 centimes.

Lorsque M. Bunsen, en remplaçant le platine par du charbon, eut rendu économique le couple de Growe, chacun s'empressa de renoncer aux piles antérieurement connues, à cause de leur faiblesse relative. Cependant cet abandon ne fut pas sans inconvénients. Le couple de Bunsen exige des acides concentrés, répand des vapeurs corrosives et rend inhabitables, à tout jamais, les lieux où il fonctionne. Souvent, malgré leur amalgamation, les zincs se corrodent rapidement. Au bout de quelques heures, la pile est inactive, parce que l'acide azotique est altéré, et il faut le jeter, bien qu'il n'ait donné qu'une partie de son effet. La pile de Daniell n'avait aucun de ces inconvénients ; elle n'exige aucun acide ; elle est inodore et ne dégage rien ; le zinc ne s'y dissout que pendant l'action, et rien n'en est perdu ; le sulfate de cuivre est réduit intégralement, et non-seulement il est intégralement utilisé, mais il dépose du cuivre pur dont le prix est supérieur à la moitié de ce qu'il a coûté.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au point de vue de l'économie, de la propreté, de l'hygiène, la pile de Daniell est donc préférable; elle l'est encore sous le rapport de la durée, car elle peut fonctionner pendant 200 heures sans affaiblissement sensible, à la seule condition de remplacer, toutes les 24 heures, par de l'eau pure, une partie du sulfate de zinc qui entoure les feuilles de ce métal.

Mais elle a ce désavantage considérable que sa force électro-motrice est égale à 3, pendant que celle du couple de Bunsen est 5. Voyons, cependant, s'il faut attacher à cette circonstance autant d'importance qu'on l'a cru. On ne peut changer cette force ; mais il est très-facile de diminuer la résistance d'un élément ; il suffit, pour cela, comme l'a fait M. Carré, d'augmenter sa surface.

Or supposons que 5 éléments de Daniell aient la même résistance que trois couples de Bunsen, ils les remplaceront absolument dans toutes les actions, puisqu'ils auront la même force électro-motrice et la même résistance. Si même on les agrandit assez pour que cette résistance devienne inférieure à celle des 3 couples de Bunsen, ils les primeront en tout ; en général, une pile de n éléments de Daniell vaudra mieux que $\frac{3n}{5}$ couples de Bunsen.

A la vérité, la dépense de zinc sera augmentée dans le rapport de 5 à 3 ; mais celle de l'acide sera épargnée, puisque le sulfate de cuivre n'entraîne aucuns frais. Somme toute, les avantages de toute espèce, sauf ceux du nombre, sont pour la pile dite de Daniell. Or c'est là ce que M. Carré a parfaitement compris et mis en pratique.

Il a bien voulu mettre sa pile de 60 éléments à la disposition du laboratoire des recherches de la Sorbonne. Nous l'avons employée à tous nos besoins ; elle nous a éclairés pendant des intervalles considérables; elle aurait pu nous éclairer pendant toute une nuit sans qu'il eût été utile d'y toucher, et le relevé très-exact des dépenses s'est borné à la somme minime de $1^{fr},30$, par heure de lumière.

Pour obtenir cette lumière, M. Carré a cherché un régulateur nouveau. On se rappelle que, le premier en France, Foucault a posé le principe de la régulation de l'arc de Davy. Quand les charbons s'écartent, le courant s'affaiblit ; s'ils se rapprochent, il augmente. Foucault imagina de le faire passer dans un électro-aimant muni d'un contact à ressort. Ce contact s'éloigne ou se rapproche, si le courant diminue ou croît, et ses mouvements transmis aux charbons agissent pour détruire leurs déplacements et annuler la variation de lumière. Il ne s'agissait plus que de trouver un mécanisme pour réaliser

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cette idée. Aujourd'hui les régulateurs de M. Serrin et de Foucault ne laissent rien à désirer.

La solution que vient présenter M. Carré est cependant plus simple. Concevons (fig. 1 et 2) un électro-aimant formé par deux cylindres parallèles horizontaux dont les pôles sont A et B. Entre eux et parallèlement à leur direction, est une lame d'acier trempée CD passée en C, mobile en D, pouvant ainsi se tordre et agir comme ressort. Elle est, d'autre part, solidaire du contact EF; c'est lui qui la tord, et cette torsion tend à le ramener à sa position première.

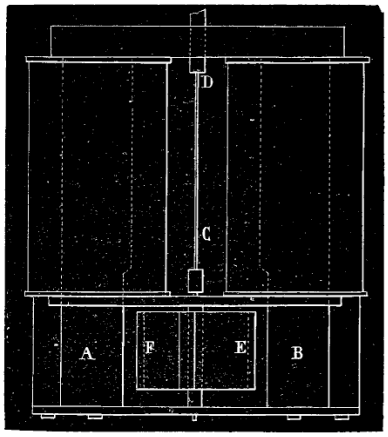


Fig. 1.

Ce contact, placé dans un plan vertical, se compose d'un diamètre en fer GH, relié à deux arcs courbes GE et HF de même métal. Les pôles A et B attirent E et F, mais aussi, et surtout les extrémités du diamètre H et G, de façon que ce diamètre tend à se placer vis-à-vis A et B. Les arcs HF et GE ne sont point circulaires; ce sont des portions de spirales réglées expérimentalement, de façon que la force attractive augmente depuis la première jusqu'à la dernière position, mais moins rapidement que la réaction du ressort en lame. Pour une force donnée de l'aimant, le diamètre GH se fixe dans une situation oblique; si cette force augmente ou diminue, l'inclinaison de GH change. Cette ingénieuse disposition permet d'obtenir des mouvements angulaires de 60 degrés pour des variations peu considérables dans l'intensité du courant.

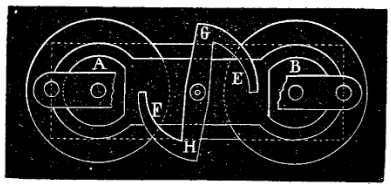


Fig. 2.

A ce contact est attachée une tige verticale dont l'extrémité supérieure s'élève ou s'abaisse de quantités considérables, et qui, par des transformations de mouvement qu'il est facile de concevoir, rapproche ou éloigne les charbons. L'avantage de ce nouvel appareil est de coûter beaucoup moins cher que ses devanciers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

J'arrive à la troisième partie de la communication de M. Carré, à celle qui complète les deux autres aux charbons. Les charbons de gaz, que l'on emploie généralement, ont l'inconvénient de fuser avec un sifflement désagréable. M. Carré a d'abord réussi à amoindrir cet inconvénient en faisant bouillir ces charbons dans des solutions salines. Le chlorate de potasse détruit ce bruit. Il en est de même de l'acide borique, et, comme cette matière dépose, en outre, une sorte de vernis sur les crayons, elle ralentit leur combustion dans l'air. Après ces premiers essais, M. Carré a fabriqué des crayons de diverses manières, par exemple en mélangeant du noir de fumée à de la houille pulvérisée, en comprimant très-énergiquement le mélange dans des moules d'acier et en le faisant cuire ensuite à une haute température pour donner plus de consistance à la masse. On peut ensuite imprégner ces charbons de matières grasses ou de sirops denses et les soumettre à une seconde cuisson.

Ces charbons sont absolument muets et beaucoup plus lumineux que les autres, mais les meilleurs sont ceux auxquels on a additionné des traces d'antimoine pulvérisé, ou de fer réduit, ou d'étain; ils donnent un arc énorme, et la quantité de lumière, mesurée au laboratoire et sous mes yeux, a été augmentée dans le rapport de 1 à 1,68.

En résumé, la communication de M. Carré forme un tout qui témoigne de la persévérance de cet habile chercheur. Lorsque la lampe que j'ai décrite, couverte par un globe opalescent, est placée à demeure dans un appartement et assez haut pour ne pas blesser l'œil par son éclat direct, elle y répand une lumière blanche et pure analogue à celle du jour, aussi continue, aussi calme et aussi muette que celle d'une lampe Carcel.

Ce qui nous blesse dans la lumière électrique, c'est l'éclat insoutenable du point lumineux et les grandes ombres qu'il projette; mais cet éclat et ces ombres disparaissent avec un globe stannisé, il ne reste plus qu'une lumière diffuse semblable à celle du jour, qui n'affecte pas l'œil et qui est incomparablement supérieure à toutes les autres à cause de sa couleur blanche. Vient-on à l'éteindre pour la remplacer tout à coup par une lampe ou un bec de gaz, on éprouve désagréablement cette surprise qui saisit ceux qui entrent pendant le jour dans une salle fermée éclairée par des bougies : une impression de deuil. J'ai travaillé pendant longtemps à cette lumière électrique et je fais des vœux pour qu'elle se répande. Dès aujourd'hui, je la crois applicable aux lieux de réunions publiques, moins chère et infiniment

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus agréable que toute autre. M. Carré aura contribué pour une bonne part à ce résultat.

Le comité a l'honneur de proposer au Conseil de vouloir bien offrir des remercîments à M. Carré et de voter l'insertion de ce rapport dans le *Bulletin* de la Société avec le dessin de la pile.

Signé JAMIN, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 26 *juin* 1868.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 403 REPRÉSENTANT LA PILE DE M. CARRÉ.

Fig. 1. Section verticale partielle de la pile.

Fig. 2. Élévation partielle de la même.

Fig. 3. Section horizontale suivant la ligne I, II de la figure 1.

Fig. 4. Vue en dessus.

A, cylindre en zinc analgamé.

B, diaphragme cylindrique en papier parchemin ou en papier albuminé.

B′, godet en terre cuite, sur lequel est collé le cylindre en papier.

C, cage cylindrique formée de bâtons verticaux de sapin, assemblés sur un fond de même matière muni de saillies à sa circonférence ; ces bâtons sont réunis, dans le haut, à une couronne métallique D dont le bord supérieur est denté.

Des fils de cuivre de $0^m,0008$ environ de diamètre, tendus entre les dents de la couronne D et les saillies du fond de la cage C, forment autour de cette cage un réseau conducteur sur lequel vient se déposer le cuivre révivifié.

E, disque annulaire recouvrant la couronne métallique D.

F, ficelle goudronnée consolidant le tout, et passant dans des entailles dont sont munis le godet B′ et le disque E.

Les cristaux de sulfate de cuivre sont placés à l'intérieur de la cage C et sur toute sa hauteur; il en résulte que la solution est toujours saturée partout, quelle que soit l'activité de la pile.

G, croisillon supportant le godet B′ ainsi que le cylindre de zinc A ; il sert à les isoler de la boue métallique qui tombe au fond et à préserver le diaphragme en papier des incrustations.

H, vase extérieur enveloppant l'appareil et recevant la boue.

(M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. DE FRÉMINVILLE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur les* RÉAS LIGNO-MÉTALLIQUES *construits par* MM. NICK et comp., *à Paris, rue Pasquier,* 26.

Messieurs, MM. Nick et comp. présentent à la Société un réa de poulies qui réalise un perfectionnement important dans la fabrication de ces appareils. Ce perfectionnement intéresse toutes les industries qui font usage de poulies, mais il s'adresse plus particulièrement à l'industrie maritime, à cause des quantités considérables qu'elle en consomme pour le gréement des navires.

Pour bien faire comprendre la valeur du nouveau réa imaginé par M. Nick, il est nécessaire d'exposer brièvement quelles sont les conditions actuelles des poulies de marine.

L'établissement d'un bon pouliage présente un intérêt capital, tant au point de vue de la sécurité des navires qu'à celui des frais de navigation. En effet, un pouliage bien construit assure l'exécution des manœuvres d'où dépend le salut du navire, tandis qu'il préserve les cordages d'une usure anormale. Un mauvais pouliage, au contraire, compromet à chaque instant les manœuvres les plus délicates, entraîne la destruction rapide d'une partie du gréement, et absorbe en pure perte une fraction notable du travail des hommes de l'équipage.

Les conditions auxquelles doit satisfaire une bonne poulie sont nombreuses, et chacune de ses parties doit être étudiée séparément. Ces différentes parties sont :

La *caisse*, qui constitue l'enveloppe générale de l'appareil ;

Le *réa* et son *essieu*, qui reçoivent directement le cordon ou garant de la poulie ;

Et l'*estrope*, ou lien qui fixe la poulie soit au fardeau à soulever, soit à un point d'attache quelconque.

La poulie, dans son ensemble, doit être assez solide pour supporter l'effort dont est susceptible le cordon qui passe sur le réa ; cet effort est variable avec la qualité des cordages employés. Dans la marine militaire, où l'on ne fait usage que de cordages de qualité supérieure, il est estimé à $3^k,100$ par milli-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mètre carré de la section du cordage supposée pleine; c'est le chiffre que l'on pourra également adopter, en toute sécurité, pour la marine marchande.

Toute rupture de poulie constitue un accident grave; elle peut provenir soit de la caisse cédant sous l'action de l'essieu, soit de l'estrope cassant directement sous la charge; il peut également arriver que le réa éclate par l'effet de la pression qui lui est transmise. Dans ce cas, les fragments lancés dans toutes les directions vont blesser les hommes employés à la manœuvre, tandis que le garant tombant sur l'essieu éprouve une secousse susceptible de déterminer sa rupture; en tout cas, la manœuvre est interrompue.

La condition de solidité étant supposée remplie, il faut encore que la poulie ne soit pas exposée à être brisée par les chocs extérieurs, que le réa tourne librement sur son essieu et entre les joues, que la gorge de ce réa soit assez profonde pour guider convenablement le garant, que la poulie tout entière soit légère et peu volumineuse, et qu'enfin elle soit exempte d'arêtes vives susceptibles de couper les voiles par leur frottement continuel.

Dans les poulies ordinaires, la caisse est en bois, habituellement en orme, soit d'un seul morceau dans lequel on pratique la mortaise nécessaire pour recevoir le réa, soit en plusieurs pièces d'assemblage réunies par des rivets en métal; l'estrope consiste en une corde sans fin entourant la caisse et terminée, à l'une de ses extrémités, par un œillet ou un croc. L'essieu est formé par un bout de fer rond chassé dans une ouverture pratiquée dans la caisse, et dans laquelle il est ajusté le plus exactement possible; enfin le réa est tourné dans une rondelle de bois de *gaïac* débité dans le sens perpendiculaire aux fibres, ou suivant le terme consacré, le réa est en bois debout.

Ce mode de construction présente le mérite d'une grande simplicité, mais il est loin de donner satisfaction à tous les points de vue.

En ce qui concerne le réa, dont nous avons à nous occuper spécialement dans ce rapport, le gaïac est le seul bois assez dur et assez compacte pour que de minces rondelles débitées debout puissent résister aux efforts que leur transmettent les garantis. Les autres bois durs, tels que le buis, le chêne vert, le houx, le cormier, ou les bois plus tendres employés communément pour les ouvrages de tour, comme le cerisier, le pommier, le poirier, etc., ne présentent pas une solidité suffisante et éclatent sous la pression. Les plateaux en bois de fil que l'on a quelquefois essayé d'employer à la fabrication des réas présentent de nombreux défauts qui ont fait échouer, jusqu'à présent, tous les essais dont ils ont été l'objet; ils sont exposés à voiler, par suite du retrait inégal des couches ligneuses, et, dans ce cas, ils frottent contre les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

joues de la caisse et ne tournent que très-difficilement; ils sont sujets à fendre dans la direction des fibres, et perdent ainsi toute solidité ; enfin la gorge, dans les deux segments qui suivent à peu près la direction des fibres, n'offre qu'une faible résistance et casse rapidement sous l'action du garant.

Le gaïac reste donc, d'une manière générale, le seul bois affecté à la fabrication des réas de poulies; mais, comme sa production est toujours fort restreinte, son prix élevé maintient celui des poulies elles-mêmes à un taux de beaucoup supérieur à celui que l'on pourrait obtenir si l'on employait, pour les réas, des bois plus communs. D'ailleurs, les réas en gaïac ne sont pas exempts de défauts : la gorge ne peut recevoir qu'une profondeur modérée, sous peine de présenter des bords trop amincis qui s'écaillent en formant des aspérités sur lesquelles les garants s'usent et se déchirent; mais le défaut le plus grave du gaïac consiste en des roulures très-peu apparentes, soit partielles, soit complètes, dirigées parallèlement à la circonférence; ces roulures altèrent fortement la résistance du réa, et, lorsqu'elles acquièrent un certain développement, la rupture est inévitable.

Le moyen le plus sûr d'éviter ces défauts consiste à substituer des réas en bronze aux réas en gaïac; c'est la pratique usitée dans la marine militaire pour les poulies affectées aux manœuvres de force les plus importantes. Mais, quelque précaution que l'on prenne à étudier les formes des réas en bronze et à ne leur donner que les dimensions strictement nécessaires, on leur adresse toujours le reproche d'être trop lourds et trop coûteux.

De nombreuses tentatives ont été faites pour arriver, par des moyens économiques, à des résultats équivalents à ceux obtenus avec des réas en bronze; c'est ainsi qu'on a employé des réas en fonte de fer; leur solidité est satisfaisante, mais ils s'oxydent, et surtout, lorsqu'ils sont restés quelque temps au repos, donnent lieu à des frottements considérables.

On a essayé des réas en alliages de zinc et d'étain, très-évidés, et, par conséquent, très-légers; leur résistance est insuffisante; de plus, ils se recouvrent d'un oxyde adhérent qui rend la gorge raboteuse et use les cordages.

On a fait des réas en porcelaine; ils cassent sous les chocs extérieurs, usent les essieux et donnent de grands frottements. Enfin, jusqu'à ce jour, aucun des réas proposés ou expérimentés n'a réuni les qualités nécessaires pour remplacer les réas en bronze ou en gaïac.

MM. Nick et comp. abordent de nouveau cet important problème, et la solution qu'ils en donnent nous paraît des plus satisfaisantes, autant, du moins,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que l'on peut en juger par des expériences faites dans l'atelier et avant la consécration d'une mise en pratique suffisamment prolongée.

M. Nick construit les réas en bois de fil de résistance moyenne, ordinairement en hêtre bien sec; il les tourne suivant leur forme exacte avec une gorge fortement creusée, sans se préoccuper de l'amincissement de ses bords; puis, pour leur donner la résistance nécessaire, il les sertit au moyen d'une virole sans soudure, en cuivre rouge, qui vient se mouler exactement dans la concavité de la gorge en formant, en outre, deux rebords rabattus sur les faces planes latérales. Cette virole, appliquée et emboutie par un procédé particulier qu'il serait trop long de décrire ici, est fortement serrée sur la gorge, ainsi que sur les faces latérales du réa, et lui communique une résistance considérable que nous avons vérifiée par des expériences assez grossières, il est vrai, mais qui ne nous en ont pas moins paru donner des résultats très-remarquables.

Ainsi, sur un réa de 90 millimètres de diamètre, monté dans une caisse de poulie ordinaire, on a fait passer une aussière neuve de 13 millimètres de diamètre à 6 brins, supportant, à l'une de ses extrémités, un poids de 545 kilogrammes, et actionnée à l'extrémité opposée par un palan qui permettait de lui communiquer un mouvement de va-et-vient.

Le réa a supporté cette épreuve sans donner aucun signe d'altération ; or cette charge de 545 kilogrammes équivaut à 4 kilogrammes par millimètre carré de la section du garant, chiffre supérieur de 25 pour 100 à celui pour lequel les poulies de la marine impériale sont calculées.

Après ce premier essai, la charge a été portée à 1000 kilogrammes, mais sans que, cette fois, les dispositions locales permissent de lui communiquer un mouvement alternatif; à la limite de 1000 kilogrammes, le garant a rompu sans que le réa ni sa garniture aient été altérés. Le dé en bronze placé dans la partie centrale a seul été légèrement écrasé, et le trou de l'essieu s'est ovalisé.

On a alors garni le même réa avec une nouvelle aussière de 13 millimètres, chargée, à chacune de ses extrémités, d'un poids de 450 kilogrammes; puis, pendant douze heures consécutives, on lui a imprimé des mouvements alternatifs de va-et-vient. La corde, qui fatiguait beaucoup, a rompu vers la fin de la journée, sans que le réa ait manqué dans aucune de ses parties.

Enfin, dans un quatrième essai, un réa de 11 centimètres de diamètre, destiné à recevoir un cordage ordinaire, en chanvre, de 16 millimètres, a été garni avec un toron métallique composé de vingt-trois fils de fer de 2 millimètres; puis, à l'aide d'un appareil à vis, on lui a communiqué une tension

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

assez forte pour déterminer sa rupture sans que le réa ni sa garniture en cuivre aient été altérés; il y a eu seulement écrasement du dé en bronze et rupture partielle de l'essieu en acier. Les moyens dont on disposait dans l'atelier où cette épreuve a été faite ne permettaient pas de mesurer directement l'effort transmis par le toron en fil de fer, et l'on n'a pu que l'estimer approximativement, d'après l'effort de rupture de l'un des fils constituants ; on a trouvé ainsi un effort total que l'on ne saurait compter à moins de 3 000 kilogrammes, et ce chiffre est probablement fort au-dessous de la réalité, car la rupture de l'essieu correspondrait, eu égard à sa section, à une tension de $4^{kx},500$. Ce résultat est considérable, car, même en estimant la charge au plus bas, elle correspond à plus de 22 kilogrammes par millimètre carré de la section du garant en chanvre pour lequel le réa est établi, c'est-à-dire à sept fois la charge normale des réas de la marine militaire.

Nous nous croyons donc en droit de conclure, d'après ces expériences, que les réas en bois de fil sertis en cuivre sont doués d'une solidité à toute épreuve.

Les poulies de M. Nick présentent, d'ailleurs, quelques détails de construction qui concourent à leur bon fonctionnement : ainsi les faces latérales du réa, au lieu d'être planes, suivant la disposition la plus ordinaire, sont légèrement bombées, en sorte que le dé en bronze est seul à porter contre les joues et prévient ainsi tout frottement de la garniture en cuivre, qui aurait le double inconvénient de produire une grande résistance et d'entraîner à la longue la destruction de cette garniture.

Les estropes en cordes sont remplacées par les estropes intérieures en fer plat, connues sous le nom d'estropes américaines; elles soutiennent l'essieu au contact immédiat du réa, et, en diminuant ainsi le porte à faux, permettent de réduire notablement son diamètre, ce qui est un avantage important au point de vue des frottements. Dans le cas présent, l'estrope en fer des poulies simples ne présente aucune particularité qui appartienne à M. Nick, mais celles des poulies doubles affectent une forme spéciale, de son invention, et paraissent mieux entendues que les estropes dont il est fait le plus communément usage.

Les caisses sont d'assemblage et dans de bonnes conditions.

Un certain nombre de poulies de MM. Nick et comp. a été mis en essai sur des navires armés au Havre; ces essais sont encore trop récents pour que l'on puisse connaître leurs résultats; cependant nous avons déjà eu entre les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mains un réa de 18 centimètres de diamètre, provenant d'une poulie de bras placée sur le navire *la Sphère*, de la compagnie Mazurier. Cette poulie a été constamment en service pendant un voyage du Havre à Fernambouc et retour, et ne présente aucune trace d'altérations.

Ajoutons, en terminant, que, dès à présent, MM. Nick et comp. sont en mesure de livrer leurs réas perfectionnés au même prix que les réas en gaïac auxquels ils sont très-supérieurs, et qu'il n'est pas douteux que ce prix sera notablement abaissé lorsque leur fabrication aura atteint son développement normal.

Les conditions dans lesquelles se présentent les réas ligno-métalliques de MM. Nick et comp. nous paraissent donc des plus satisfaisantes, et il y a tout lieu d'espérer que leur mise en service, sur une large échelle, ne fera que confirmer les heureux résultats que nous croyons pouvoir présager dès à présent. En conséquence, votre comité a l'honneur de proposer au Conseil de remercier MM. Nick et comp. de leur intéressante communication, et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé A. DE FRÉMINVILLE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 11 décembre 1868.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BREGUET, *au nom du comité des arts mécaniques, sur les* BURINS DE FORMES NOUVELLES, *présentés par* M. ROBERT (Henri), *rue Cassette,* 20, *à Paris.*

Messieurs, M. Robert (Henri), dont le nom est bien connu de la Société, à laquelle il a fait souvent des communications intéressantes, lui a envoyé des burins de formes nouvelles, désirant qu'ils soient examinés par elle. Vous avez chargé votre comité des arts mécaniques de cet examen, et je viens en son nom vous en rendre compte.

Le burin, outil pour couper les métaux sur le tour, a des formes extrêmement variées dans son emploi à la grosse mécanique; mais le burin dont font usage la petite mécanique et l'horlogerie est ce qu'il y a de plus simple,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

puisqu'il ne consiste qu'en un fil d'acier carré, de 2 à 4 millimètres de côté. Il ne semblait donc pas que l'on pût faire quelque chose de mieux. Cependant, M. Robert, par un changement de forme dans la section de l'outil, l'a, sinon simplifié, du moins rendu plus commode et plus avantageux dans l'usage.

Le burin ordinaire a, comme nous le disons, une section de forme carrée ; quand on veut s'en servir, on l'use à l'un des bouts, suivant un plan incliné de 40 à 50 degrés par rapport à l'axe. On a dès lors une surface ayant la forme d'un losange, dont l'un des angles aigus est la pointe, et les deux côtés de cet angle sont les tranchants.

Pour un burin assez gros, cette opération demande un temps appréciable pour arriver à l'user jusqu'à faire ce que l'on appelle *la face*.

M. Robert, au lieu de conserver la section carrée, fait un burin dont la section est triangulaire, et qui serait inscrite dans la section carrée. On voit de suite que, pour faire la face, il faudra un temps bien moindre, puisqu'il y aura beaucoup moins de matière à enlever, d'autant plus qu'une cannelure est pratiquée sur le côté opposé à la pointe.

M. Robert a fait un autre arrangement : son burin triangulaire est cannelé sur les trois côtés ; ensuite il est usé à son extrémité sur ces trois côtés, de manière à présenter une pyramide triangulaire très-aiguë, dont le sommet, qui est une pointe fine, se trouve dans le prolongement de l'axe du burin. On a, de la sorte, une pointe très-solide, et trois tranchants dont on pourra disposer pour le travail. Ce burin est destiné à ébaucher la pièce à tourner, parce que la pointe et les tranchants présentant, par leur forme, une grande résistance, on peut appuyer fortement et enlever beaucoup de matière.

Les trois tranchants sont tellement disposés, que, une fois le support du tour placé à sa hauteur, on fait usage des trois tranchants sans faire varier la hauteur du support, ce qui n'a pas lieu avec le burin carré.

En résumé, voici ses propriétés :

1° Il est, par sa forme triangulaire, très-fixe sur le support ;

2° Sa pointe s'égrène difficilement ;

3° Il a trois tranchants toujours à la même hauteur ;

4° Il fait gagner du temps, en ce qu'il y a bien moins de matière à enlever pour l'affûter.

De plus, il est emmanché de manière à conserver toujours la même longueur.

En conséquence, le comité des arts mécaniques vous propose de remercier

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Robert de sa communication, et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société avec les croquis des nouveaux burins.

Signé BREGUET, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 24 juillet 1868.

DESCRIPTION DES NOUVEAUX BURINS DE M. HENRI ROBERT.

La figure 1 représente le burin carré ordinaire.

La figure 2 est une élévation et un plan du burin triangulaire cannelé de M. Robert.

La figure 3 est une section horizontale du même burin, faite perpendiculairement à l'axe et représentée à une plus grande échelle.

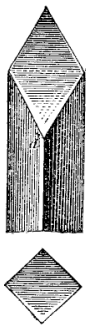


Fig. 1.

Fig. 2.

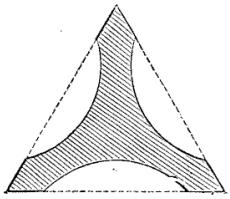


Fig. 3.

Le burin triangulaire cannelé est surtout destiné à ébaucher et à enlever beaucoup de matière; il joue le rôle de la gouge employée par les tourneurs en bois.

La figure 4 représente en perspective un autre genre de burin, dit *burin demi-carré;* il remplit, pour le métal, le même office que le ciseau pour le bois; il sert à dresser et finir la pièce. Il se compose de trois parties :

Fig. 4.

1° Une lame prismatique triangulaire a, à face cannelée; sa section ne représente guère en surface que le quart de celle du burin carré; c'est la partie travaillante de l'outil.

2° Un autre prisme triangulaire b, dont une face s'appuie sur la cannelure de la lame a; elle est en laiton et porte le nom de *cale.*

3° Un tube ou étui j quadrangulaire en laiton, auquel la cale est fixée par une goupille, et dans lequel, au contraire, la lame a peut coulisser à volonté.

On voit, par cette disposition, que, si on laisse la lame a dépasser la cale d'une quantité convenable, on a un outil qui remplit le même office que le burin carré ordinaire au point de vue de l'appui sur le support, et qui a sur lui l'avantage de n'avoir aucune partie d'acier inutile à son travail et toujours pénible à user dans l'affûtage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le burin ordinaire s'emmanche mal; à mesure qu'il s'use, sa longueur diminue, ce qui est une gêne pour l'ouvrier.

Pour remédier à cet inconvénient, M. Robert a imaginé un manche et un montage spéciaux de l'outil, dont les figures 5 et 6 donnent une idée.

Fig. 5.

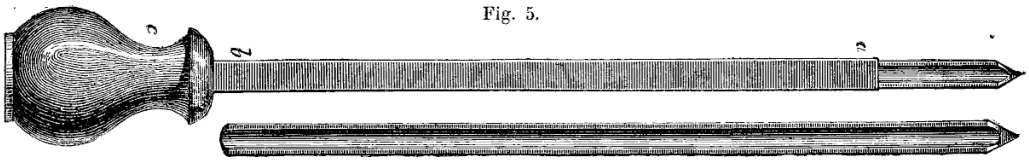


Fig. 6.

La figure 5 représente le burin hors du manche, et la figure 6, le même burin vu dans le manche.

Le manche se compose d'un bouton *c* en bois tourné et d'un tube en laiton *ab* assemblé à ce bouton. La lame du burin entre dans le tube à frottement gras; elle y est maintenue à la longueur voulue, soit par de la cire à cacheter lorsque l'outil est petit, soit par un poussoir spécial lorsqu'il s'agit d'un burin de forte dimension.

(M.)

BEAUX-ARTS APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE.

RAPPORT *fait par* M. LISSAJOUS, *au nom de la commission des beaux-arts appliqués à l'industrie, sur les* CAHIERS DE DESSIN *de* M. GODCHAUX, 10, *rue de la Douane, à Paris.*

Messieurs, M. Godchaux a soumis, il y a deux ans environ, à la Société une machine des plus ingénieuses employée par lui pour imprimer en taille-douce des cahiers d'écriture destinés aux écoles, et qui se font remarquer par leur exécution parfaite et leur extrême bon marché. Cette machine a été l'objet d'un rapport favorable de notre honorable collègue, M. Laboulaye (1).

Cette fois, je viens, au nom du comité des beaux-arts, vous rendre compte de l'examen des cahiers de dessin que M. Godchaux vous a présentés.

(1) Voir *Bulletin* de 1858, 2e série, t. XV, p. 457.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces cahiers sont d'une bonne exécution et ont pu être amenés à un prix des plus modestes, grâce au procédé de fabrication employé. Chaque dessin est, en effet, tracé sur zinc, et la planche, étant ensuite mordue à l'acide par le procédé de M. Gillot (1), sert à imprimer ce même dessin par les moyens typographiques.

Il résulte de là une économie de main-d'œuvre qui a permis d'abaisser le prix de vente des dessins, tout en augmentant le nombre de feuilles de chaque cahier, sans que, cependant, les dessins soient inférieurs, sous le rapport de l'exécution, à ce qui s'est fait antérieurement de semblable par l'emploi de la lithographie. Il est à remarquer également que le grain caractéristique du crayon se conserve, malgré le mode d'impression employé.

Chacun des cahiers contient seize pages portant chacune un dessin, et se vend à l'élève au prix modeste de 10 centimes.

Quoiqu'il n'y ait, dans le travail de M. Godchaux, aucune invention nouvelle, il a eu le mérite de faire une application heureuse de procédés connus à la fabrication de modèles qui, par leur bonne exécution et leur extrême bon marché, peuvent aider puissamment à la vulgarisation d'un art aussi utile que le dessin.

Il a donc rendu un service que votre comité des beaux-arts croit devoir reconnaître en vous priant 1° de remercier l'auteur de son intéressante communication, 2° d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé J. Lissajous, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 8 *janvier* 1869.

AGRICULTURE.

Rapport *fait par* M. Chatin, *au nom du comité d'agriculture, sur les* cressonnières de M. Émile Billet, *à Duvy* (*Oise*), *et à Gonesse* (*Seine-et-Oise*).

Messieurs, votre comité d'agriculture s'est rendu, le 9 décembre, à Duvy, et, le 12 février, à Gonesse, afin de constater, sur la demande de

(1) Le procédé Gillot est décrit au *Bulletin* de 1858, 2e série, t. V, p. 7.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. E. Billet, l'état de ses cultures de cresson. Quelques mots sur l'histoire de la culture de cette plante serviront d'introduction à notre compte rendu.

I.—Paris, comme le reste de la France, ne connaissait d'autre cresson que celui venu à l'état sauvage sur les bords des cours d'eau ou dans les flaques des marécages, quand, en 1811, M. Cardon, officier d'administration de la grande armée, établit à Saint-Léonard, près Senlis, des fosses à cresson pareilles à celles qu'il avait vues, formant à Erfurth de beaux tapis de verdure au milieu des neiges de l'hiver de 1808 à 1809. Un rapport de M. Héricart de Thury constata, pour 1835, l'état prospère de cette culture (formée de 40 fosses s'étendant, dit-il, sur une surface de 12 arpents), que vint récompenser la grande médaille de la Société centrale d'horticulture.

En 1842, sur le rapport de M. Poiteau, la Société d'horticulture accordait encore l'une de ses grandes médailles à M. Faussier, qui avait créé, d'abord à Saint-Firmin, puis à Saint-Gratien, des cressonnières rivales de celles de Saint-Léonard, dont elles égalaient l'importance.

Dès lors la culture du cresson prend un grand essor. Des cressonnières se creusent dans toutes les vallées des alentours de Paris, mais trop souvent, pour la ruine des cressiculteurs, au sein de tourbières où le cresson brûlait l'été et gelait l'hiver, n'étant pas protégé par des sources assez proches et assez abondantes pour assurer la prospérité de l'entreprise. C'est ainsi que votre rapporteur comptait, en 1855, 500 fosses à cresson (sans compter celles qui avaient été abandonnées comme non rémunératrices), réparties entre 20 propriétaires, plus environ 210 fosses établies par M. Billet à Val-Gencense (30 fosses), et à Gonesse (180 fosses).

Mais, depuis cette époque, M. Billet a ajouté 40 fosses à la cressonnière de Gonesse, et il a créé à Duvy-en-Valois, dans le vallon Sainte-Marie, une belle cressonnière de 200 fosses qui, chaque jour, se développe davantage. C'est donc environ 450 fosses à cresson, soit à peu près la moitié, quant au nombre des fosses alimentant Paris, que possède aujourd'hui M. Billet. Remarquons que ces 450 fosses, placées dans des conditions exceptionnelles entre toutes, quant à la nature et au volume des eaux, à l'abondance des engrais et aux soins de toutes sortes, livrent au marché de Paris deux fois plus de cresson que celles, réunies, de tous les autres cressiculteurs, et que leurs produits, de qualité supérieure, sont ordinairement à la halle une prime de quelques centimes.

De grands progrès ont été réalisés ainsi. A côté des petites et moyennes cultures imitées de MM. Cardon et Faussier, se place aujourd'hui une véri-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

table grande exploitation, employant 30 ouvriers couvrant des domaines étendus et consommant une quantité considérable d'engrais.

II.— *Visite à la cressonnière de Duvy-en-Valois.*— La cressonnière de Duvy occupe le fond du vallon que coupe la route de Paris à Crépy, route sur le bord de laquelle s'élèvent les bâtiments d'exploitation, faisant face aux cressonnières dont les travaux peuvent ainsi être surveillés sans déplacement. Elle est établie sur une prairie marécageuse qui ne donnait qu'un foin de mauvaise qualité, ou même des laîches et des roseaux.

La rivière Sainte-Marie, qui suivait la ligne basse de la prairie, a été assez relevée contre l'un des coteaux qui encaissent le vallon pour avoir la pente nécessaire à l'irrigation des fosses, lesquelles couvrent la portion de la prairie la plus voisine de l'habitation sur une surface d'environ 10 hectares.

Le reste de la prairie, situé dans la partie du vallon d'où jaillissent les sources, sert de pâturage à un troupeau de 30 à 40 vaches bretonnes, dont le fumier est employé à fertiliser les fosses à cresson.

Ces fosses, au nombre de 200 environ, reçoivent les eaux d'une magnifique source qui jaillit, limpide et abondante, en soulevant le sable fin qui forme le fond d'une grande dépression du sol où la légende raconte que s'engloutirent un jour, sans que jamais on les vît reparaître, une voiture et deux chevaux en formant l'attelage. Indépendamment de cette source principale, qui constitue seule une petite rivière, s'ajoutent successivement, dans le lit même de celle-ci, un grand nombre de sources plus petites, reconnaissables à l'entonnoir qu'elles ont creusé, et du fond duquel s'élève, pour retomber aussitôt, le filtre arénacé placé au point d'émergence des eaux.

Quelques sources latérales, notamment la source ferrugineuse de Sainte-Marie, qui emprunte son nom à la rivière ou lui donne le sien, viennent se mêler à la masse des eaux après avoir alimenté un certain nombre de fosses à cresson.

Relevée maintenant sur l'un des côtés du vallon, la source-rivière (qui, du temps du propriétaire auquel a succédé M. E. Billet, faisait tourner un moulin) descend vers la prairie en canaux d'alimentation qui suivent la tête des fosses à cresson, au pied desquelles ils se réunissent dans les canaux de décharge pour se jeter enfin dans l'ancien lit de la rivière.

La réglementation du volume des eaux, la pente du fond des fosses, fixée et exécutée avec une remarquable précision par M. E. Billet à 1/800, soit à 10 centimètres pour une fosse de 80 mètres de long, celle des divers canaux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'alimentation et de décharge, établie d'après une habile pratique, ont été fort remarquées par la délégation de la Société.

Au milieu de la cressonnière s'élève, sur des pilotis profondément fixés dans le sol tourbeux, un kiosque rustique et circulaire dont le toit, formé de roseaux, abrite du soleil un réservoir dans lequel on jette à la brouette, au fur et à mesure de la récolte, les bottes de cresson coupées dans la journée et destinées à l'envoi du soir.

Il nous fut donné, pendant notre trop courte visite aux cressonnières, d'être témoins des principales opérations de l'exploitation. Pendant que des terrassiers étaient occupés à creuser de nouvelles fosses, dont le fond et les berges étaient réglés au niveau d'eau avec une précision rigoureuse, des ouvriers plantaient de nouvelles fosses ou en remettaient à neuf d'anciennes, au moyen de cresson arraché en éclaircie, par petites poignées, dans les fosses les plus drues. Ailleurs, des ouvriers placés à genoux sur des planches jetées au travers des fosses coupaient avec une dextérité admirable, soulevant le cresson d'une main et le coupant de l'autre, la provision du soir, dont chaque botte était aussitôt liée et jetée dans l'eau à l'ombre de la berge sud, pour être ensuite portée dans le réservoir sous kiosque et enfin, le soir venu, disposée par centaines dans de grands paniers presque cylindriques, au centre desquels est ménagée une cheminée d'aération. Les bons ouvriers (et chez M. Billet, où ils sont bien payés et occupés toute l'année, on n'en garde pas d'autres) coupent et lient 100 bottes par heure ; la journée du travail de coupe, pénible en raison de la position à genoux et penchée de l'ouvrier, étant limitée à 8 heures.

La coupe n'a pas lieu à blanc, mais par poignées en éclaircie, la coupe actuelle portant justement sur les réserves de la coupe précédente, réserves peu ou non visibles pour nous, pour qui chaque fosse représente un tapis de verdure serré, homogène, mais parfaitement reconnues de l'ouvrier à l'ampleur des feuilles et à l'élévation un peu plus grande des pousses.

Quant aux fosses coupées de la veille, elles recevaient une fumure abondante, composée d'un fumier de vache, court et consommé, qu'un ouvrier armé de la schuèle (instrument formé d'une étroite planchette de 1 mètre de long, fixée transversalement à l'extrémité d'un long manche) enfonçait entre les brins du cresson, fumant et *rempiétant* du même coup les tiges du cresson qu'avait soulevées le coupeur en les attirant à lui. Il est bien digne de remarque que le fumier profite beaucoup au cresson, malgré le courant d'eau qui semblerait devoir dissoudre et entraîner la plus grande partie de ses éléments

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fertilisants, et que le cresson ainsi soumis à la culture intensive, sous la double influence de l'eau et des engrais, est moins amer, mais plus piquant que le cresson venu à l'état sauvage. Inutile d'ajouter qu'au lieu d'être fibreux et grêle comme ce dernier, il est charnu et à feuilles pressées sur une courte tige.

Le roulage des fosses fait suite au schuélage; il se pratique avec un rouleau à côtes imaginé par M. Billet.

Les mauvaises herbes qui, dans beaucoup de cressonnières, disputent la place au cresson, sont étrangères aux cultures soignées de Duvy. C'est à peine si quelques callitriches, zanichellies ou lentilles d'eau (celles-ci de toutes les plus redoutables par la rapidité de leur multiplication) apparaissent, pour être bientôt extirpées, au point de chute des eaux du canal d'alimentation. Si, trompant la vigilance, la lentille d'eau (*lemna minor*) vient à envahir une fosse, celle-ci est promptement submergée par son occlusion vers le canal de décharge, et la petite plante, soulevée à la surface de la nappe d'eau, est enlevée à l'aide d'un filet à mailles serrées.

L'exploitation de Duvy n'est pas encore complétée. Dans la pensée de son propriétaire, elle devra se composer de 250 fosses. Telle qu'elle existe aujourd'hui, elle livre à la consommation environ 200 000 douzaines de bottes de cresson, soit en moyenne 1 000 douzaines par fosse et par an.

Le cresson de l'une des sources, sensiblement ferro-iodée, est préféré pour les applications à la thérapeutique.

III.— *Visite aux cressonnières de Gonesse.*—Nous nous rendîmes aux cressonnières de Gonesse le 12 février. Cette visite, à la sortie des grands froids de janvier, pendant lesquels le thermomètre était descendu à — 15°, nous permit de constater que le cresson, protégé par le volume considérable et par la température des eaux, dont les sources touchent, pour la plupart, aux fosses à cresson, n'avait aucunement souffert des atteintes du froid.

A Gonesse comme à Duvy, plus de 200 fosses sont en pleine exploitation, et de nouvelles se creusent dans une magnifique prairie de 10 hectares, acquise récemment par M. Billet au prix de 80 000 fr.

Comme à Duvy, nous assistâmes aux principales opérations de la culture : établissement de nouvelles fosses par la plantation et le semis; coupe et mise en bottes; fumure; schuélage et roulage des fosses.

A peu près semblables par l'étendue des surfaces que couvrent les fosses, les exploitations de Gonesse et de Duvy livrent au marché des quantités de cresson sensiblement pareilles, soit chacune environ 200 000 dou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

zaines de bottes, ou, ensemble, plus de 12 000 bottes par jour. Analogues encore par ce point, que dans chacune d'elles un moulin a été abandonné pour détourner la presque totalité des eaux au profit des cressonnières, ces deux exploitations diffèrent par quelques côtés non sans importance.

Les terres affectées aux cressonnières de Gonesse sont des terres très-saines, argilo-siliceuses, dont la valeur se mesure par le prix de 80 000 fr. qu'ont coûté les 10 hectares récemment ajoutés à la cressonnière. La cressonnière de Duvy est, au contraire, établie sur un sol bas, ne donnant que des herbes grossières, mais la qualité des produits est semblable ; la masse, la qualité et le bon aménagement des eaux dominant au point d'annihiler le rôle du sol.

On ne peut méconnaître que si M. Billet n'avait, par le relèvement de la rivière et l'abaissement des canaux de décharge, rendu le sol étanche et obtenu des courants là où l'eau stationnait autrefois, il n'eût pas échappé au désastre qui a frappé le propriétaire auquel il a succédé à Duvy, et qui n'avait que des roseaux, ainsi que l'a pu constater, il y a quelques années, votre rapporteur, dans quelques fosses à cresson qu'il avait essayé d'établir.

A Gonesse, situé à proximité de Paris et dont le sol, de grande valeur, est tout affecté aux cressonnières, les attelages de l'exploitation conduisent le cresson à la halle, et chargent, pour le retour, du fumier de vache pris chez les nourrisseurs des faubourgs; à Duvy, le cresson est envoyé par le chemin de fer, et le fumier est produit sur place par un nombreux troupeau de vaches qui pâture presque toute l'année sur les prairies étendues qui font partie du domaine.

M. Émile Billet, que secondent efficacement deux frères, M. Arthur Billet, à Gonesse, M. Léon Billet, à Duvy, qu'il a placés à la tête de ses cultures et que nous devons mentionner avec éloges, a, comme on le voit, tiré le meilleur parti des conditions locales, modifiant heureusement ses moyens d'exploitation suivant les ressources que lui prêtaient ou lui refusaient celles-ci. Doué d'un grand sens pratique, il n'a formé ses importants établissements que là où la qualité et le volume des eaux lui assuraient les bonnes récoltes, seules rémunératrices, on peut dire, du plein été et du cœur de l'hiver. Il a su réussir là où d'autres avaient échoué, et l'honorable fortune par lui acquise dans la culture du cresson et qu'il fait partager à sa famille peut être signalée à bon droit comme un exemple et un encouragement à ceux qui voudront marcher dans la même voie. Paris, où les besoins croissent plus vite que la production, toutes nos grandes villes, dans lesquelles on en est encore à consommer,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en minime quantité, le cresson sauvage, peuvent donner encore le bien-être à plus d'un cressiculteur.

Par ces diverses considérations, votre comité d'agriculture a l'honneur de vous proposer : 1° de remercier M. Billet de sa communication ; 2° d'insérer le présent rapport au *Bulletin* des actes de la Société, ainsi que le plan d'une cressonnière.

Signé CHATIN, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *mars* 1868.

La planche 404 représente le plan de la cressonnière, dite des trois fontaines, que M. E. Billet a organisée dans la commune de Gonesse.

Les parties teintées de ce plan représentent les fosses où circule l'eau provenant des quatre sources A, B, C, D.

Les fosses ont, en général, $0^m,002$ de pente par mètre.

La chute d'eau prise dans les fossés de décharge, pour l'alimentation des fossés inférieurs, est de $0^m,20$.

Les sources réunies donnent 55 à 60 000 litres d'eau par minute.

(M.)

BIBLIOGRAPHIE.

DU LIVRE DE M. JACQMIN SUR L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER ET DES TARIFS DE TRANSPORT DES MARCHANDISES, PAR M. BAUDE,

Membre du Conseil.

Beaucoup de livres ont été faits sur les chemins de fer, d'innombrables écrits ont discuté les conditions financières de leur établissement, de nombreuses statistiques ont contrôlé leurs progrès, les quantités de voyageurs transportés, le tonnage des marchandises, leur produit brut et leur produit net; des ouvrages techniques, des notices sans nombre ont initié le public aux merveilles de nos constructions modernes, aux progrès d'un matériel roulant sans cesse perfectionné ; des critiques plus ou moins passionnées ont proclamé les causes des accidents qui affligent quelquefois notre pauvre humanité ; vous avez tous les jours sous les yeux les études plus ou moins

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

heureuses de consciencieux inventeurs pour y porter remède; en un mot, aucun sujet n'a plus exercé l'intelligence de notre siècle que la question des chemins de fer.

Eh bien, dans cette longue énumération, nous ne pouvons citer rien de complet en ce qui concerne l'exploitation proprement dite, sur les règles qui la dirigent, sur les tarifs dont use le commerce, sur le personnel qui la compose, et voilà pourquoi nous pouvons dire que l'ouvrage de M. Jacqmin est un livre vraiment nouveau.

Il est difficile de ne pas se passionner un peu quand on parle de l'exploitation des chemins de fer : elle intéresse tout le monde, et l'on citerait aujourd'hui, jeune ou vieux, riche ou pauvre, celui qui ne s'en serait pas encore servi. Personne, d'ailleurs, qui n'ait eu, une fois au moins, une plainte à formuler, quand ce ne seraient qu'un colis égaré, un train retardé d'un quart d'heure, un train parti trop tôt pour le voyageur de cinq minutes en retard, un chien introduit en fraude dans un compartiment, des voitures mal attelées, un employé qui ne répond pas convenablement aux impatientes questions d'un voyageur et mille autres griefs plus ou moins sérieux. Si nous écoutons quelques orateurs, en petit nombre, dans nos assemblées politiques, qui se font les échos de rumeurs souvent injustes, l'exploitation serait tellement faite, si maladroitement conduite, qu'un chemin de fer serait une espèce de coupe-gorge à ruiner toutes les compagnies d'assurances sur la vie.

Le livre de M. Jacqmin est destiné à dissiper bien des erreurs répandues dans le public : il rappelle les vrais principes de l'exploitation à ceux qui savent par métier, et il éclaire ceux qui veulent s'instruire. Personne n'était, d'ailleurs, mieux placé que M. Jacqmin pour écrire un traité qui, sans entrer dans les questions de sciences se rattachant aux chemins de fer, avait besoin cependant de trouver un narrateur qui fût au courant de toutes. M. Jacqmin, ingénieur très-distingué des ponts et chaussées, après avoir été un savant constructeur, est devenu un habile exploitant, et personne n'était plus propre que lui à formuler, dans des leçons concises faites à l'École des ponts et chaussées, les règles qui doivent diriger nos exploitations. Le cadre dans lequel M. Jacqmin a été obligé de se renfermer s'étendra sans doute par la suite; les règles elles-mêmes se perfectionneront, mais il ne faut pas compter sur la découverte de cet inconnu que les sciences renferment presque toujours, attendu que le progrès de l'exploitation semble être dans une simplicité

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toujours plus grande, en dépit de ceux qui, à chaque difficulté, prétendent introduire une prescription réglementaire nouvelle.

Les chemins de fer, en Europe, sont généralement exploités par les compagnies, et si l'État a conservé l'exploitation de quelques lignes, particulièrement en Belgique et en Allemagne, on peut dire que ce système tend à se restreindre plutôt qu'à se développer. Mais, en France, si l'État n'exploite pas, il exerce une surveillance incessante sur les compagnies par un service de contrôle, composé d'ingénieurs des ponts et chaussées et des mines, d'inspecteurs de l'exploitation commerciale, de commissaires de surveillance administrative. Ce sont, d'ailleurs, les compagnies qui payent ce service, moyennant un prélèvement par l'État de 120 fr. par kilomètre de ligne exploitée.

L'ouvrage de M. Jacqmin est divisé en cinq parties et en dix-huit chapitres, où il traite successivement de toutes les questions intéressant l'exploitation. Ce thème est si varié dans son unité, que la lecture de la table des matières est, certes, la meilleure analyse qu'on en puisse faire.

Voici cette table :

PREMIÈRE PARTIE.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR L'IMPORTANCE DES TRANSPORTS A EXÉCUTER ET SUR L'ORGANISATION DE L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER EN FRANCE.

CHAPITRE Ier. — *Transports effectués par les chemins de fer en France. Constitution du réseau et système suivi pour l'exploitation.*

§ 1er. — Importance de la tâche accomplie par les chemins de fer :
Transports effectués en 1865.
Voyageurs.
Bagages, chiens, articles de messagerie et valeurs.
Chevaux et bestiaux.
Marchandises de petite vitesse.

§ 2. — Accroissement des transports des voyageurs et des marchandises dans les deux dernières périodes décennales, et comparaison avec les chiffres de la population en France, en Angleterre et en Belgique :
Transports dans les deux dernières périodes décennales.
Nombre moyen de voyageurs par kilomètre.
Comparaison avec la population en France.
Transport des voyageurs en Angleterre.
Transport des voyageurs en Belgique.
Nombre moyen de tonnes par kilomètre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

§ 3. — Constitution et division actuelles du réseau français :
Différences que présentent la France et l'Angleterre au point de vue de la répartition des chemins de fer.
Loi du 11 juin 1842.
Développement du réseau à partir de 1852.
Division de la France en six groupes.
Association de l'État et des grandes compagnies pour l'achèvement du réseau.
Constitution définitive du réseau français.

§ 4. — Du prétendu monopole exercé par les chemins de fer :
Définition du monopole.
Droit de péage et prix de transport.
Droit conservé par l'État.
Parallélisme des voies de fer et des voies navigables.

§ 5. — Importance du capital consacré par la France à la construction de ses voies de communication :
Chemins de fer.
Voies navigables.
Routes de terre.
Capitaux fournis par l'impôt ou par l'association volontaire.
Dépenses d'entretien des voies de communication.

§ 6. — Exploitation des chemins de fer par l'État ou par les compagnies :
Système anglais.
Système belge.
Dangers économiques de l'exploitation par l'État.
Système français.
Actes législatifs réglant les rapports de l'État et des compagnies.

CHAPITRE II. — *Moyens matériels dont disposent les compagnies françaises pour effectuer les transports qui leur sont confiés.*

§ 1er. — Voies, gares et bâtiments des gares :
Différence entre un chemin de fer et une route au point de vue de l'usage.
Emplacement et espacement des gares.
Établissement des haltes.
Installations nécessaires au service d'une grande gare de voyageurs.
Installations nécessaires au service d'une grande gare de marchandises.
Installations nécessaires aux services accessoires des gares de voyageurs et de marchandises.
Installations nécessaires aux services de l'entretien de la voie, du matériel et de la traction.
Bâtiments d'administration et logements des employés.
Surfaces occupées par quelques grandes gares.

§ 2. — Matériel roulant :
1° Machines locomotives.
2° Voitures et waggons nécessaires au service des voyageurs.
3° Waggons à marchandises.
Proportion dans l'effectif du nombre des waggons munis de freins.
Augmentation du nombre des waggons nécessitée par l'importance des réparations et les variations du trafic.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4° Valeur du matériel roulant possédé par les compagnies françaises.
5° Menu matériel et mobilier de l'exploitation.

CHAPITRE III. — *Organisation intérieure des compagnies. — Questions relatives au personnel.*

§ 1er. — Organisation générale. — Questions financières. — Périodes de la construction et de l'exploitation :
Période de la construction. — Réunion du capital nécessaire aux travaux.
Capital-actions et capital-obligations.
L'émission des obligations doit être en rapport avec la valeur de l'épargne du pays.
Formation des conseils d'administration. — Direction.
Période intermédiaire. — Construction et exploitation.
Période de l'exploitation. — Service central.
Secrétariat du conseil et de la direction.
Comptabilité générale et service des titres.
Services accessoires du contentieux, des archives, de l'économat, du domaine privé.
Service actif de l'exploitation.
Importance du personnel employé par les compagnies de chemins de fer.

§ 2. — Entretien et surveillance de la voie :
Achèvement des travaux de construction pendant l'exploitation.
Organisation d'un service d'entretien et de surveillance de la voie.
Service central.
Archives.
Comptabilité.
Matériel fixe.
Architecture.
Service technique de l'entretien et de la surveillance.

§ 3. — Matériel et traction :
Acquisition ou construction du matériel roulant.
Emploi du matériel roulant.
Conservation et entretien du matériel roulant.
Service des approvisionnements de combustible, etc.

§ 4. — Exploitation proprement dite :
Division et organisation du service. — Unité de direction.
Service central.
Service actif.
Services détachés.
Mesures prises pour le recrutement du personnel.
Limite d'âge.
Services militaires ou civils.
Extrait du casier judiciaire.
Fils d'agents.
Bourse à l'École commerciale de Paris et à l'École de Cluny.
Expéditionnaires. — Recrutement du personnel du service central.
Emploi des femmes.
Receveuses.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bibliothèques et bazars. — Vente des livres, des journaux.
Femmes chargées de la manœuvre des barrières de passages à niveau.
Femmes préposées à la salubrité.
Employés commissionnés ou en régie.
Fixation du traitement.
Avancement régulier sur place.
Avancement par changement de classe.
Avancement par mutation.
Participation aux économies réalisées. — Abonnements.
Logements et jardins.
Service de jour et de nuit.
Cautionnement.
Remboursement des pièces fausses acceptées par les receveurs.
Indemnités de caisse.
Gratifications.

§ 5. — Mesures diverses prises par la compagnie de l'Est pour améliorer la position des agents des divers services de l'exploitation. — Caisses de secours et de retraite :
Chauffage et éclairage.
Habillement.
Congés. — Permis.
Permis de marché et d'école.
Résidences dans la banlieue des grandes villes. — Abonnements spéciaux.
Transport de denrées, de provisions de ménage.
Bains.
Vente de charbon aux agents de la compagnie.
Boissons froides et chaudes accordées aux agents.
Publication des actes de probité et de dévouement.
Sociétés alimentaires.
Secours en temps de cherté des vivres.
Caisse de prévoyance.
Caisse des retraites.
Avances accordées aux agents pour divers motifs.
Pensions viagères servies par la compagnie de l'Est.
Comparaison des mesures précédentes avec celles stipulées dans l'arrêté ministériel de décembre 1848.
Résumé général. — Permanence des agents dans les cadres.

DEUXIÈME PARTIE.

EXPLOITATION TECHNIQUE.

Observation générale.

CHAPITRE IV. — *Mesures de sécurité. — Accidents.*

§ 1er. — Liberté de la voie. — Signaux :
Liberté de la voie.
Couleur des signaux.
Classification des signaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Signaux mobiles.
Pétards ou signaux détonants.
Trompes.
Sifflets et cloches.
Signaux fixes.
Signaux destinés à assurer l'espacement des trains.
Sémaphores.
Appareil Tyer.
Signaux de passages à niveau.
Signaux des ponts tournants.
Signaux des bifurcations.
Signaux de direction des aiguilles ordinaires.
Signaux automatiques.
Signaux des machines et des trains. — Lanternes. — Sifflet.
Distance à laquelle les signaux doivent être faits.
Obéissance aux signaux.

§ 2. — Composition des trains au point de vue de la sécurité :
Nombre de véhicules.
Mode d'attelage.
Nombre de freins.
Action retardatrice des machines.
Freins automoteurs.
Machine en queue des trains.
Prescriptions diverses relatives à la composition des trains.

§ 3. — Circulation des trains sur la double voie. — Espacement des trains :
Conduite des trains.
Sens de la marche des trains.
Départ des trains.
Espacement des trains.
Importance de la fréquentation au départ des grandes villes.
Impossibilité de donner aux voyageurs le droit de faire arrêter un train en pleine voie.
Règles relatives à l'espacement des trains.
Espacement des trains pour la traversée des souterrains.
Circulation des trains.
Passage des bifurcations, aiguilles en pointe, traversées de voies.
Arrivée dans les stations.
Ralentissement dans la marche des trains.
Arrêt des trains en pleine voie.
Détresse, — secours.
Circulation temporaire sur une seule voie. — Pilotage.

§ 4. — Circulation des trains sur la voie unique .
Longueur des sections à voie unique. — Service en navette.
Maximum des sections à simple voie.
Croisements réguliers. — Question de la demande de voie.
Croisements irréguliers. — Changement de croisement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Trains supplémentaires ou spéciaux.
Service de voie unique en Écosse.

§ 5. — Trains de balastage et de matériaux.

§ 6. — Accidents :
Nombre des accidents de voyageurs par rapport au nombre des voyageurs transportés.
Causes des accidents.
1° Accidents dus à l'état de la voie.
2° Accidents dus au matériel roulant.
3° Accidents dus à l'inobservation des règlements.
Inventions proposées pour éviter les accidents.
Questions relatives à la sécurité des voyageurs.
Accidents éprouvés par les agents de l'exploitation des chemins de fer. — Dangers professionnels.
Assurances contre les accidents.

CHAPITRE V. — *Trains de grande vitesse. — Transport des personnes, des bagages, des finances, des articles de messagerie et des denrées.*

§ 1er. — Transport des voyageurs en général :
Convenances spéciales au service des voyageurs.
Vitesse de marche et vitesse effective.
Longueur des étapes franchies sans arrêt.
Vitesse de marche et vitesse effective des trains français.
Vitesse de marche et vitesse effective des trains anglais.
Vitesse de marche et vitesse effective des trains allemands.
Fréquence des départs.
Nombre de places.
Composition des trains au point de vue de la nature des véhicules.

§ 2. — Transport des voyageurs sur les lignes de banlieue :
Convenances spéciales au service de la banlieue.

§ 3. — Correspondance des lignes entre elles :
Délais d'attente aux gares de bifurcation.

§ 4. — Transport des bagages, des finances, des articles de messagerie et des denrées :
Bagages.
Consignes.
Articles de messagerie.
Transbordement des articles de messagerie dans les gares de bifurcation.
Denrées, gibier, viandes abattues, marée, lait.
Bureaux de ville.

§ 5. — Police des cours des gares. — Omnibus. — Services de correspondance et de réexpédition :
Prescriptions législatives et réglementaires.
Importance des services accessoires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VI. — *Trains de petite vitesse. — Transport des marchandises et des bestiaux. — Organisation d'une grande gare de marchandises à Paris. — Trains mixtes.*

§ 1er. — Nature des marchandises acceptées et nombre des colis transportés par les chemins de fer :

Dimension des objets à transporter. — Gabarits.
Waggons accouplés.
Question du poids.
Objets ayant des dimensions ou des poids exceptionnels.
Transport d'objets en vrac.
Charge moyenne des waggons.
Nombre moyen de colis remis chaque jour à un chemin de fer.

§ 2. — Organisation d'une grande gare de marchandises à Paris :

Réception et expédition de la marchandise.
Pesage des marchandises.
Reconnaissances et réserves.
Enregistrement et application de la taxe. — Débours.
Répartition de la marchandise sur les quais, et chargement dans les waggons.
Formation des trains. — Voies de départ.
Arrivée et délivrance de la marchandise.
Décomposition des trains et triage des waggons.

§ 3. — Trains de petite vitesse.

La charge des trains n'est limitée que par la puissance des machines.
Garage des trains de marchandises.
Trains supplémentaires.
Double traction, machines de renfort.
Division des trains de marchandises.

§ 4. — Organisation du service des marchandises, en Angleterre :

Disposition des quais.
Service des trains.

§ 5. — Dispositions spéciales aux transports des bestiaux :

Voiture pour les toucheurs.

§ 6. — Trains portant à la fois des voyageurs et des marchandises :

Trains mixtes.
Prescriptions relatives à la composition des trains mixtes.
Trains de marchandises prenant des voyageurs.

§ 7. — Services accessoires. — Camionnage :

Avis à donner au destinataire. — Écritures à l'arrivée.
Renseignements spéciaux à la gare de la Villette.
Mouvement des voitures ordinaires et perceptions de l'octroi.
Mouvement des marchandises.

§ 8. — Nombre total des trains mis en marche sur un grand réseau. — Procédés pour l'étude des trains :

Procédés graphiques pour l'étude du tracé des trains.
Trains extraordinaires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VII. — *Répartition, emploi et parcours du matériel roulant.*

§ 1er.— Voitures à voyageurs :
Composition normale des trains.
Réserves.
Trains extraordinaires.
Voitures spécialisées.
Répartition des voitures à voyageurs.

§ 2. — Waggons à marchandises :
Nature du matériel à employer.
Constatation des besoins journaliers des gares.
Bureaux répartiteurs.
Courants réguliers dans la marche des waggons.
Composition des trains.
Arrêts facultatifs.
Vaggons-omnibus.
Insuffisance momentanée du matériel roulant.

§ 3. — Échange du matériel roulant entre les compagnies.

§ 4. — Accessoires du matériel roulant.

§ 5. — Parcours et travail des waggons à marchandises.

TROISIÈME PARTIE.

EXPLOITATION COMMERCIALE.

Observation générale sur les tarifs.

CHAPITRE VIII. — *Tarif pour le transport des personnes.*

§ 1er. — Tarifs fixés par les cahiers des charges.
Tarifs français.
Impôt du dixième.
Gratuité pour le transport d'une certaine quantité de bagages.
Comparaison des bases légales françaises avec les bases légales des autres pays.
Plus-value des taxes pour les trains express.
Comparaison des bases légales des chemins de fer avec les prix perçus par les anciens modes de transport.
Inconvénients qui résulteront de la fixité des tarifs pour une période d'un siècle.

§ 2. — Tarifs perçus par les compagnies de chemins de fer :
Taxes légales.
Taxes réduites pour les parcours simples.
Réductions des tarifs accordées par les compagnies à divers titres.
Taxes réduites pour les billets aller et retour.
Billets d'abonnement.
Billets d'excursion.
Trains de plaisir.
Service de la banlieue de Paris.
Transport des ouvriers.
Transport des militaires et marins.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Valeur totale des réductions opérées par les compagnies.
Prix moyen payé par les voyageurs en France.

§ 3. — Question de la réduction des taxes pour les voyageurs de grand parcours.
Demandes formulées au sujet de cette réduction.
Division des voyageurs par rapport à la longueur du parcours.
Nombre et produit des voyageurs partis des gares ci-après (1864), et classés d'après la longueur du parcours accompli.
Réformes postales.
Réforme postale en Belgique et pertes subies par le trésor belge.
Réforme postale en France et pertes subies par le trésor français.
Abaissement des taxes des voyageurs en Belgique.
Succès de l'application des taxes différentielles au transport des marchandises.

CHAPITRE IX. — *Tarifs pour le transport des marchandises.*

§ 1er. — Classification des marchandises. — Tarifs et délais légaux.
Questions des assimilations.
Délais de transport.

§ 2. — Des tarifs différentiels en général.
Définition des tarifs différentiels.
Maximum et minimum.
Les tarifs différentiels sont justifiés par l'intérêt du consommateur.
Existence des tarifs différentiels dans toutes les entreprises de transport.
Examen de la question des tarifs différentiels au point de vue du droit.

§ 3. — Des tarifs appliqués par les compagnies de chemins de fer.
Désignation des sections appelées à jouir d'un tarif spécial.
Conditions mises à l'application des taxes réduites.
Remise d'un waggon complet.
Remise d'un train complet de 100, 200 et 300 tonnes.
Application des prix réduits aux stations non dénommées.
Non-responsabilité pour les déchets et avaries de route.
Traités de tonnage. — Traités d'abonnement. — Tarifs d'hiver et d'été.
Augmentation de délai pour la durée du parcours.

§ 4. — Frais accessoires. — Camionnage et réexpédition :
Frais accessoires.
Frais de gare.
Camionnage et réexpédition.
Réexpédition.

§ 5. — Comparaison des transports de marchandises, en France et en Angleterre, au point de vue des délais et des tarifs :
Délais anglais.
Prix anglais.

§ 6. — Tarifs moyens perçus par les compagnies de chemins de fer et comparaison entre ces prix et les prix demandés par les anciennes entreprises de transport :
Prix kilométriques moyens perçus par les chemins de fer dans la dernière période décennale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Conditions et prix de l'ancien roulage.
Transports par la navigation à vapeur sur les fleuves et rivières.
Prix de voiture payés aux compagnies du Rhône, de Marseille à Lyon, pendant les années 1852, 1853 et 1854.

CHAPITRE X. — *Tarifs de transit et d'exportation.*

§ 1er. — Situation antérieure au décret du 26 avril 1862 :
Définition du transit.
Lutte pour obtenir le transit. — Courants commerciaux.
Tarifs d'exportation.
Objections faites aux tarifs de transit.

§ 2. — Décret du 26 avril 1862 :
Tarifs de transit.
Tarifs d'exportation.
Résultats obtenus.

QUATRIÈME PARTIE.

RECETTES ET DÉPENSES DE L'EXPLOITATION.

CHAPITRE XI. — *Recettes de l'exploitation.*

§ 1er. — Mode d'évaluation des recettes des chemins de fer et variations du produit kilométrique :
Recette kilométrique.
Marche du produit kilométrique de l'ensemble des lignes composant le réseau français pendant une période de dix-sept années, de 1849 à 1865 inclusivement.
Marche du produit kilométrique de l'ensemble des lignes composant le réseau de l'Est pendant une période de seize années, de 1850 à 1865 inclusivement (impôt déduit).
Produit kilométrique des chemins de fer français depuis 1859.
Marche du produit kilométrique de quelques-unes des lignes composant le réseau de l'Est pendant une période de treize années, de 1853 à 1865 inclusivement.
Variations mensuelles du produit kilométrique.
Rapport des recettes mensuelles à la recette annuelle, et comparaison au rapport mensuel moyen.

§ 2. — Division des recettes par nature de produit :
Division des recettes sur l'ensemble des lignes composant le réseau de l'Est pendant une période de seize années, de 1850 à 1865 inclusivement (impôt du dixième déduit).

§ 3. — Produits kilométriques des lignes étrangères.

§ 4. — Règles suivies pour évaluer le trafic probable des lignes avant leur construction.

CHAPITRE XII. — *Dépenses de l'exploitation.*

§ 1er. — Division des dépenses de l'exploitation. — Mode habituel de division des dépenses :
Dépenses kilométriques.
Inexpérience générale aux débuts de l'exploitation.
Distinction à faire entre le compte capital et le compte exploitation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

§ 2. — Renseignements spéciaux aux diverses dépenses de l'exploitation :
1° Entretien et surveillance de la voie.
2° Traction et entretien du matériel roulant.
Évaluation des dépenses du service du matériel comparativement au parcours des trains.
3° Service spécial de l'exploitation.
4° Administration centrale et charges des compagnies.
Timbre des titres.
Rentes viagères et indemnités.
Impositions et assurances.
Surveillance et stationnaires de l'État.
Patentes et licences.
Caisse des retraites et de prévoyance.

§ 3. — Rapport des dépenses aux recettes :
Difficultés que présente l'évaluation du rapport des dépenses aux recettes.
Chiffres obtenus par les compagnies françaises pour des réseaux de grande importance.
Rapport de la dépense à la recette sur les lignes composant les deux réseaux de l'Est dans une période de huit années, de 1858 à 1865.

§ 4. — Renseignements spéciaux aux dépenses des grandes gares de voyageurs et de marchandises :
Dépenses de l'exploitation des gares de voyageurs.
Dépenses de l'exploitation des gares de marchandises.
Moyenne par année des diverses opérations de manutention à la gare de la Villette pendant une période de huit années.

§ 5. — Évaluation des recettes et des dépenses au train kilomètre :

CHAPITRE XIII. — *Dépenses de l'exploitation de lignes secondaires. — Question des gares communes à plusieurs chemins de fer.*

§ 1er. — Dépenses de l'exploitation des lignes secondaires en France :
Importance actuelle de la question.
Évaluation des recettes des lignes d'Alsace et des Vosges.
Évaluation des dépenses des lignes d'Alsace et des Vosges.
Dépenses de l'exercice 1865.
1° Exploitation proprement dite.
2° Traction et matériel roulant.
Dépenses de l'exercice 1865 (exploitation).
Subdivision des dépenses par ligne (traction et matériel roulant).
3° Entretien et surveillance de la voie.
4° Annuité relative au matériel roulant.
5° Annuité relative aux grosses réparations des ouvrages d'art et des bâtiments à la réfection des voies.
Dépenses de l'exercice 1866.
Tableau comparatif des recettes et des dépenses de l'exploitation en 1865.
Tableau comparatif des recettes et des dépenses de l'exploitation en 1867.

§ 2. — Question des gares communes à plusieurs chemins de fer :
Répartition des dépenses au prorata des recettes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Répartition des dépenses au prorata du trafic.
A. Difficulté d'appréciation des unités de trafic.
B. Appréciation des unités de trafic qui traversent une gare commune.
C. Variation annuelle des bases de répartition.
Emploi du nombre de trains comme mode de répartition des dépenses d'une gare commune.
Répartition des dépenses au prorata du nombre de branches ou de directions appartenant à chaque compagnie.

CINQUIÈME PARTIE.

RÉSULTATS GÉNÉRAUX PRODUITS PAR L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER.

CHAPITRE XIV. — *Avantages directs recueillis par l'État. — Importance de la question.*

§ 1er. — Impôts payés par les chemins de fer :

§ 2. — Économies réalisées par l'État pour diverses administrations publiques.

§ 3. — Résumé. — Impôts perçus et économies réalisées. — Comparaison avec la garantie de l'État :

CHAPITRE XV. — *Transport des céréales. — Nivellement général des prix. — Suppression des famines et des disettes.*

§ 1er. — Importance de la question des céréales :

§ 2. — Fréquence des disettes dans les deux derniers siècles. — État de la législation et absence de voies de communication :

§ 3. — Tarifs perçus par les compagnies de chemins de fer :
Défaut de concordance dans les diverses unités de mesures adoptées.
Prix fixés par les cahiers des charges pour le transport des céréales.
Tarifs perçus par les compagnies de chemins de fer.
Transport des céréales.

§ 4. — Conséquences de l'emploi des chemins de fer pour le transport des céréales. — Nivellement des prix dans tout l'Empire.
Quantités de céréales transportées.
Nivellement général des prix.
Les prix des céréales se nivellent rapidement, et les prix de disette disparaissent.

§ 5. — Importation et exportation des céréales par les chemins de fer :
Facilité d'exportation en cas d'excédant dans la production.

§ 6. — Augmentation déterminée par les chemins de fer dans la production des céréales :

CHAPITRE XVI. — *Développement de l'agriculture. — Transport des engrais, des amendements, des bestiaux, du lait, de la bière, du vin et des divers produits du sol.— Concours agricoles.*

§ 1er. — Transport des engrais et des amendements :
Prix stipulés aux cahiers des charges des compagnies.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tarifs généraux perçus par les compagnies.
Tarifs spéciaux publiés par chaque compagnie.
Quantités d'engrais transportées par les compagnies.

§ 2. — Transport des bestiaux :

I. — Importance de la question.

II. — Prix fixés par le cahier de charges pour le transport des bestiaux et transport par tarifs généraux.
Tarifs généraux grande et petite vitesse.

III. — Transport des animaux par tarifs spéciaux de grande vitesse.
1° Chevaux.
2° Chevaux de course.
3° Étalons des haras impériaux.
4° Bestiaux de toute nature.

IV. — Transport des animaux par tarifs spéciaux de petite vitesse.
1° Chevaux
2° Bœufs, vaches et taureaux.
3° Veaux et porcs.
4° Moutons et chèvres.

V. — Animaux envoyés aux concours agricoles.

VI. — Durée du parcours pour le transport des bestiaux.

VII. — Importance des transports de bestiaux effectués par les diverses compagnies et prix moyens.
Récapitulation du nombre d'animaux transportés en 1863 sur les six grands réseaux français.

VIII. — Tentatives faites par la compagnie de l'Est pour amener en France le bétail de Hongrie.

IX. — Importation des bestiaux en France.

X. — Quantités de bestiaux amenés par tous les chemins de fer à Paris.

XI. — Questions diverses.
1° Transport des viandes abattues, du gibier, etc.
2° Facilités offertes par les chemins de fer pour l'engraissement des bestiaux maigres.

§ 3. — Transport du lait :
Tarifs légaux et tarifs perçus.
Délais de transport.
Mode d'exécution des transports.
Résultats obtenus et quantités transportées à Paris en 1865.

§ 4. — Transport de la bière :
Bières françaises.
Bières étrangères.
Droit d'octroi et de douane.
Transport des tonneaux vides.
Indemnités payées au commerce.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Développement de la culture du houblon et de la fabrication de la bière dans le département du Bas-Rhin.
Relevé des houblons plantés dans le département du Bas-Rhin de **1850** à **1851**.

§ **5.** — Transport des vins :
Vins en fûts transportés par les chemins de fer depuis l'année **1851** jusqu'en **1866**.
Transport des vins en bouteilles.

§ **6.** — Transport des foins, pailles, lins en tiges, écorces, betteraves, pulpes :
Foins et pailles, lins en tiges.
Écorces.
Betteraves, pulpes.

§ **7.** — Transport des denrées destinées à l'approvisionnement des marchés. — Fruits, légumes, volailles, œufs, etc.

§ **8.** — Instruments de l'agriculture. — Concours agricoles.

CHAPITRE XVII. — *Développement de l'industrie.*

§ **1er.** — Industrie houillère :
Tarifs des cahiers des charges.
Tarifs perçus par les compagnies.
Houilles et cokes transportés par les chemins de fer français, de **1857** à **1865**.
Abaissement de prix produit par les chemins de fer.
Question de l'exportation des houilles et du fret de sortie.

§ **2.** — Industrie métallurgique :
Transformation de l'industrie métallurgique en France.
Importance de la question des transports.
Transport des minerais.
Transport des produits métallurgiques.
Produits métallurgiques transportés par les chemins de fer français.
Développement de la production de la fonte et du fer en France.
Diminution du prix du fer en France dans une période de quarante années.
Prix des rails et des coussinets ordinaires en fonte depuis le commencement de la construction de la ligne de Paris à Strasbourg jusqu'en **1866**.
Statistique des marchés de rails passés de **1828** à **1865** par les diverses compagnies de chemins de fer fusionnées qui forment le réseau de Paris-Lyon-Méditerranée.
Prix moyen des fers de la Haute-Marne sur le marché de Saint-Dizier, dans une période de trente années, de **1836** à **1865**.

§ **3.** — Industrie du bâtiment et de la construction en général.

§ **4.** — Industrie des tissus.

CHAPITRE XVIII. — *Résumé général. — Développement des relations commerciales. — Augmentation de la richesse du pays.*

§ **1er.** — Du rôle des chemins de fer dans le progrès des sociétés. — Progrès moral et progrès matériel.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

§ 2. — Transport des personnes.

§ 3. — Transport des choses et développement des relations commerciales :
Commerce général de la France. Importations et exportations pendant six années, 1861 à 1865.

§ 4. Trouble apporté par les chemins de fer à certaines industries :
1° Maîtres de poste, relayeurs, entrepreneurs de messageries et commissionnaires de roulage.
2° Hôteliers et aubergistes.
3° Commissionnaires intermédiaires.
4° Villes d'entrepôt et de réexpédition.

§ 5. — Conséquences probables de l'établissement des chemins de fer au point de vue de l'administration générale du pays.

§ 6. — Augmentation générale de la richesse du pays.

DOCUMENTS OFFICIELS.

Loi sur la police des chemins de fer.
Ordonnance du roi du 15 novembre 1846.
Cahier des charges de la concession des chemins de fer constituant les six grands réseaux français.
Dispositions générales relatives à la division des concessions en ancien et en nouveau réseau et à la garantie de l'État.
Décret impérial du 2 mai 1863 portant règlement d'administration publique relativement à la garantie d'intérêt accordée par l'État et à la forme des justifications à faire par la compagnie du chemin de fer de l'Est.

Cette table des matières est certainement bien propre à exciter la curiosité du lecteur, qui est partout satisfaite, dans l'ouvrage de M. Jacqmin, par la clarté et la justesse des explications.

Nous nous bornerons à faire quelques réflexions sur une question peu connue, quoiqu'elle soit fort controversée; nous voulons parler de la question des tarifs.

Les tarifs des marchandises (ce ne sont que de ceux-là dont nous nous occupons aujourd'hui) ont été déterminés dans les cahiers des charges des compagnies, qui remontent au mois de juin 1859. Mais, à la suite de conventions intervenues en 1863 entre l'État et les compagnies, on a ajouté une classe de plus aux trois classes antérieures; de telle sorte que les tarifs des marchandises à petite vitesse, par tonne et par kilomètre, se comportent ainsi :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

	PÉAGE.	TRANS-PORT.	TOTAUX.
1re *classe.* — Spiritueux, huiles, — bois de menuiserie, de teinture et autres bois exotiques, — produits chimiques non dénommés, — œufs, — viandes fraîches, gibier, — sucre, — café, — drogues, épiceries, — tissus, — denrées coloniales, — objets manufacturés, — armes.	0,09	0,07	0,16
2e *classe.* — Blés, — grains, — farines, — légumes farineux, — riz, maïs, châtaignes et autres denrées alimentaires non dénommées, — chaux et plâtre, — charbon de bois, — bois à brûler dit de corde, — perches, chevrons, planches, madriers, bois de charpente, marbre en bloc, — albâtre, — bitume, — cotons, — laines, — vins, vinaigres, — boissons, — bière, — levûre sèche, — coke, — fers, — cuivre, — plombs et autres métaux ouvrés ou non, fontes moulées.	0,08	0,06	0,14
3e *classe.* — Pierres de taille et produit des carrières, — minerais autres que ceux de fer, — fonte brute, — sel, — moellons, — meulières, argiles, — briques, — ardoises.	0,06	0,04	0,10
4e *classe.* — Houille, — marne, — cendres, — fumiers, — engrais, pierres à chaux et à plâtre, — pavés et matériaux pour la construction et réparation des routes, — minerais de fer, — cailloux et sables.			
Pour le parcours de 0 à 100 kilomètres sans que la taxe puisse être supérieure à 5 francs.	0,05	0,03	0,08
Pour le parcours de 100 à 300 kilomètres, sans que la taxe puisse être supérieure à 12 francs.	0,03	0,02	0,05
Au delà de 300 kilomètres.	0,025	0,015	0,04

Nous laissons de côté, comme exceptionnels, les transports des voitures du matériel roulant, du service des pompes funèbres et des transports des cercueils.

Ces tarifs sont des *maxima*, et ils ne comprennent pas les frais accessoires d'enregistrement, de chargement et de déchargement dans les gares et magasins des chemins de fer. Ces frais sont fixés annuellement par une décision ministérielle sur la proposition des compagnies.

En lisant ces tarifs si concis, l'expéditeur inexpérimenté est surpris quand il contemple ces volumineux imprimés que peut mettre à sa disposition tout chef de gare de chemin de fer : c'est qu'on a dû faire entrer dans les différentes classes une infinité de matières qui n'y sont pas dénommées ; c'est que, à chaque instant, avec une homologation ministérielle, on fait passer des marchandises d'une classe supérieure dans une classe inférieure, qu'on a des tarifs communs, des tarifs différentiels, internationaux, de transit ou d'exportation.

Les compagnies ont dû s'entendre pour proposer à l'approbation de l'ad-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ministration supérieure une nomenclature par classe, ainsi que nous l'avons dit plus haut, de manière à suppléer aux désignations si générales du cahier des charges. Il en est résulté que, dans les tarifs généraux appliqués par les compagnies,

La 1re classe contient.	915	désignations de matières	diverses.
La 2e — —	443	—	
La 3e — —	70	—	
La 4e — —	35	—	

Les désignations se multiplient à mesure que la classe s'élève et que la matière première se transforme.

Ce que nous indiquons ici, ce sont les tarifs légaux, les tarifs *maxima:* mais, heureusement pour le commerce, ils ne sont pas appliqués.

D'abord, sous le nom de tarifs généraux, les compagnies, au lieu de quatre classes, ont divisé les marchandises en séries qui vont jusqu'à six, et qui ont des tarifs de transport égaux ou inférieurs à ceux que nous avons cités plus haut, soit entre 16 centimes et 4 centimes.

A côté de ces tarifs généraux, et souvent parmi eux, se trouvent ce qu'on appelle les tarifs différentiels qui, suivant la définition de M. Jacqmin, sont des tarifs qui diminuent à mesure que la distance à parcourir augmente. Si, par exemple, le tarif légal est de 6 centimes par tonne et par kilomètre, on l'appliquera pour un parcours de 100 kilomètres, et le prix de transport coûtera 6 fr.; mais, si le parcours est de 600 kilomètres, on pourra ne prendre que 3 centimes par tonne, et le prix ne sera alors que de 18 fr. pour le parcours total, au lieu de 36 fr. qu'il aurait été par l'application du tarif légal.

Les tarifs différentiels, qui ne sont pratiqués qu'avec une homologation ministérielle et dont jouissent, sans aucune exception, les localités auxquelles ils s'appliquent, n'ont point été exempts de critiques.

Ainsi, un industriel, qui était à portée d'une houillère et qui trouvait un certain avantage dans cette proximité du combustible, a pu voir d'un mauvais œil un concurrent placé dans une condition bien moins avantageuse rencontrer dans un tarif différentiel une atténuation à cet éloignement; n'osant pas demander que le tarif soit partout élevé, en prenant pour base la petite distance, on a voulu exiger qu'il soit réduit proportionnellement par l'application de la faible taxe ou de la taxe à grande distance.

Cette égalité prétendue ne peut se justifier, et elle n'est fondée que sur un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sentiment de jalousie mesquine, qui ne saurait prévaloir dans le commerce et dans l'industrie. Les compagnies ou l'État lui-même, car l'argent se puise dans les mêmes bourses, ne peuvent transporter à 3 centimes, par exemple, qu'à la condition de trouver ailleurs des tarifs rémunérateurs.

En effet, prenons une compagnie chez laquelle le revenu de l'actionnaire semble avoir le plus de fixité, la compagnie de l'Est, dont l'action donne, depuis plusieurs années, 33 fr. pour un capital nominal de 500 fr.; cela fait, pour l'actionnaire de fondation, un revenu de 6 fr. 60 qui n'a rien d'exagéré dans l'industrie. Aucune de celles qui se plaignent des tarifs ne voudrait moins recevoir pour son capital engagé.

La somme afférente au service des 584 000 actions est donc de
584 000 × 33. . . . . 19 272 000 fr.
Or, le tarif moyen de la marchandise, en 1867, pour une tonne transportée à un kilomètre, a été de 0,0565. Nous voyons, dans les comptes rendus à l'assemblée générale de 1868, que le tonnage journalier a été de. . 19 167 t.
transportées à une distance moyenne de. . . . . 152 k. 20
ce qui donne, pour le nombre de tonnes transportées à un kilomètre. . . . . 1 063 262 351 t. k.

Si le prix avait été de 3 centimes en moyenne au lieu de 0,0565, le commerce aurait eu une réduction de. . . . . 27 000 000 fr.
en nombre rond : nous pouvons assurer qu'au fond ce ne serait pas un grand avantage pour lui de faire crouler une compagnie industrielle comme la compagnie de l'Est, puisque la réduction serait supérieure au dividende fort peu exagéré qu'on distribue aux actionnaires. L'augmentation du tonnage n'est aucunement en rapport avec l'abaissement du prix du transport, lorsque celui-ci a atteint une certaine limite, et l'entreprise n'en serait pas moins ruinée; le gouvernement, pas plus que les contribuables, ne voudraient la garantir de ses pertes.

Il n'est pas vrai, d'ailleurs, de prétendre que les transports à petite distance n'occasionnent pas plus de frais que ceux qui s'effectuent sur de grands parcours; la marchandise fait usage des gares, des hangars, des voies de gares et de tous les appareils qui entrent dans ces vastes aménagements établis à grands frais : elle doit donc participer, en raison inverse de son parcours, à rémunérer les capitaux enfouis dans les entreprises de chemins de fer.

Les tarifs différentiels, toujours attaqués, sont, du reste, passés dans la loi, après avoir été implicitement renfermés dans les cahiers des charges des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

concessions de chemins de fer ; en effet, le tarif de quatrième classe cité plus haut et voté par les Chambres n'est autre chose qu'un tarif différentiel.

On appelle tarifs communs des tarifs consentis entre diverses compagnies limitrophes, et qui permettent d'expédier la marchandise sans rupture de charge, sans intermédiaire, entre deux localités situées sur des réseaux différents. Il faut, pour arriver à ce résultat, une entente entre les compagnies et, comme toujours, une homologation ministérielle.

Tarifs de transit. Les tarifs de *transit*, mal compris, ont excité des plaintes nombreuses et beaucoup de Chambres de commerce en sont devenues les interprètes. Lorsqu'on applique un tarif particulier à une marchandise qui passe deux frontières en traversant notre propre pays, on a un *tarif de transit* qui, comme les tarifs d'exportation, subit des conditions dictées par la concurrence étrangère.

Les marchandises de même nature peuvent suivre des courants commerciaux divers. Il est clair que si la France est sur une de ces routes et que ses tarifs de passage donnent à la marchandise un prix supérieur, on l'évitera au grand préjudice de son exploitation. Ces tarifs importent donc peu à l'industrie du pays; ils ne sont pour rien dans la concurrence que peut faire un pays limitrophe, puisque celui-ci mènerait au même prix, par une autre voie, la matière première que vous lui apportez ou l'objet fabriqué qu'il renvoie. L'industrie française a cependant peine à comprendre une raison si simple : ainsi Bâle payera les transports de ses cotons moins cher que Mulhouse, parce qu'elle peut les recevoir par le Rhin et les chemins de fer allemands. Que la compagnie supprime son tarif de transit, Mulhouse n'en paye pas moins cher, et le transport des cotons profite uniquement aux voies étrangères concurrentes.

Les étrangers et l'Allemagne, en particulier, n'ont point leurs tarifs soumis aux formalités nombreuses qui existent en France. Ainsi, chez nous, pour toute marchandise, le tarif abaissé ne peut être relevé avant un an. Avec une pareille condition, l'usage des tarifs de transit était impossible. Leur principe a été consacré par un décret du 26 avril 1862, qui dispense les compagnies des formalités prescrites par l'ordonnance du 15 novembre 1845 (art. 49) pour la promulgation des tarifs.

Les tarifs *spéciaux* sont toujours modérés par une clause dite des *stations non dénommées*, qui écarte une anomalie ayant excité de justes plaintes à l'origine de l'application de ces tarifs; ainsi, lorsqu'on fait un prix réduit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une station à une autre, les stations intermédiaires en correspondance soit entre elles, soit avec les deux stations extrêmes dénommées, ne peuvent payer un prix plus élevé que celui qui est perçu entre ces deux stations.

Nous n'avons pas ici à faire l'apologie des tarifs des compagnies françaises, si souvent attaquées devant les Chambres par des orateurs qui leur reprochent leur immobilité. On ne peut, toutefois, s'empêcher de remarquer que, bien que les compagnies soient maîtresses de l'application de leurs tarifs, pourvu qu'ils ne dépassent pas le maximum invariable du cahier des charges, elles en sont venues à ne percevoir, en moyenne, qu'un tarif inférieur à celui de la dernière classe, soit 6 centimes. Nous pouvons suivre cette période décroissante pour la compagnie de l'Est depuis 1859 à 1867 inclusivement. Voici les moyennes du prix de transport de la tonne à un kilomètre.

1859.	0,0810
1860.	0,0757
1861.	0,0735
1862.	0,0718
1863.	0,0704
1864.	0,0591
1865.	0,0573
1866.	0,0573
1867.	0,0565

Les autres compagnies ont suivi à très-peu près la même marche décroissante, et elles sont arrivées sensiblement au même résultat. Ainsi, en 1867, elles ont perçu, par tonne de marchandise et par kilomètre, en moyenne :

Nord.	0,0599
Orléans.	0,0615
Midi.	0,0674
Ouest.	0,0625
Lyon (ancien).	0,0574
— (nouveau).	0,0622
Est.	0,0565

Nous ne nous étendrons pas davantage sur l'un des sujets que l'ouvrage de M. Jacqmin traite avec le plus de développement. Si le lecteur peut regretter la concision à l'égard de quelques autres, il trouvera toujours, dans les indications de l'auteur, les moyens d'arriver à des solutions nettes et précises comme il en faut dans toutes les questions qui touchent à l'exploitation des chemins de fer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MÉTALLURGIE DU FER.

APPAREILS DE CINGLAGE ET D'ÉTIRAGE CONSTRUITS A L'USINE DE CREWE (ANGLETERRE) PAR M. RAMSBOTTOM. (*Planche* 405.)

(Extrait d'un mémoire de M. L. Gruner, intitulé : *De l'acier et de sa fabrication.*)

Le procédé Bessemer (1) est aujourd'hui répandu en tous pays, ainsi que l'Exposition universelle du Champ de Mars en a donné la preuve.

En France, il est appliqué d'une façon régulière à Imphy, Assailly, Terre-Noire et Mutterhausen; en outre, il est en essai dans quelques autres usines. Mais c'est en Angleterre surtout que les applications se sont multipliées depuis ces dernières années. En 1861, la production totale de l'acier de toute catégorie, dans ce pays, était à peine de 1 000 tonnes par semaine, tandis qu'en 1866 le seul acier Bessemer formait déjà un total hebdomadaire de 3000 tonnes. Les principales usines où fonctionnent des appareils Bessemer sont : à Sheffield, la forge de MM. Brown et comp. (*Atlas iron works*) et celle de MM. Camel et comp. (*Cyclops iron works*) ; la première est pourvue de plusieurs convertisseurs tenant 10 tonnes. A Liverpool, on peut citer les *Mersey* forges avec deux cornues de 5 tonnes; à Crewe, la grande usine du *North-Western railway,* avec quatre cornues de 5 tonnes; dans le pays de Galles, les deux forges de Dowlais et Ebbw-Vale, avec douze cornues de 5 tonnes (six dans chaque forge) ; dans le nord de l'Angleterre, la forge de Tudhoë, et quelques autres à Manchester et dans le district des hématites du Cumberland.

Parmi ces usines, celle de Crewe est remarquable par les appareils nouveaux de cinglage et d'étirage dont son habile directeur, M. Ramsbottom, l'a dotée. On y fabrique spécialement, en métal Bessemer, des rails et des bandages. La compagnie du *Great-North-Western* doit même à l'avenir se servir exclusivement de rails Bessemer, après avoir constaté qu'ils durent dix à douze fois plus que les rails ordinaires (2).

Disons quelques mots du mode de fabrication suivi à Crewe. On sait que le métal Bessemer possède déjà, à l'état de lingots, une ténacité très-grande; c'est le motif pour

(1) Plusieurs articles sur le procédé Bessemer ont déjà paru au *Bulletin* (voir 2e série, t. IV, p. 27; t. VI, p. 423; t. VII, p. 528). Bientôt nous publierons de nouveaux dessins des appareils d'après les derniers perfectionnements qui y ont été apportés.

(2) A la station de Crewe, les rails ordinaires devaient être changés trois fois par an, tandis que des rails Bessemer y sont restés pendant trois ans sans détérioration; et à la station de Camdentown, un rail en acier Bessemer a mieux résisté que douze rails successifs en fer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lequel on préfère l'acier moulé aux pièces en fonte. Mais cette ténacité s'accroît notablement par le forgeage à chaud, qui modifie la densité, fait disparaître les soufflures et détruit la structure cristalline. Il faut donc travailler le métal Bessemer au marteau ou au laminoir, dès que la forme de la pièce le comporte. C'est ainsi que l'on forge sur *mandrin* les canons en acier coulés creux ou percés au marteau.

Les lingots se préparent à Crewe, à la façon ordinaire, en se servant de cornues tenant 5 tonnes. Lorsqu'il s'agit de très-gros lingots, on a la précaution de les travailler immédiatement, tandis qu'ils sont encore chauds, afin de ménager le métal. En opérant ainsi, un court réchauffage suffit pour ramener l'extérieur à la température que possède encore le centre, tandis qu'un fort lingot froid peut difficilement être chauffé à *cœur* sans brûler la surface. Pour ces réchauffages, les fours Siemens sont aujourd'hui, en Angleterre, d'un emploi fréquent.

A Crewe, les lingots pour rails du poids de 230 à 250 kilog. sont réchauffés debout dans un réverbère Siemens à sole tournante (1). Le four en renferme vingt; on les charge par une porte latérale, et on les sort par une pareille ouverture disposée en face. Les lingots sont à moins de $0^{m},10$ l'un de l'autre, et la sole accomplit sa révolution en deux minutes.

Les lingots pour rails étaient, à l'origine, soumis au marteau avant de passer au laminoir. Aujourd'hui, à Crewe, pour hâter le travail et sans que le rail paraisse en souffrir beaucoup, on a supprimé le martelage. Le lingot réchauffé arrive directement au laminoir ébaucheur. Celui-ci diffère des laminoirs anciens. Ainsi, au lieu de cylindres complets, ce sont de simples secteurs cylindriques, fixés à l'aide de boulons sur de forts arbres en fonte ou fer, auxquels on imprime un mouvement de va-et-vient circulaire, soit à l'aide de crémaillères ou bielles, soit par renversement ordinaire. Ce sont les *cogging-mills* de M. Ramsbottom (laminoirs dentés ou oscillants), décrits dans les brevets anglais, n° 924, du 13 avril 1863, et n° 736, du 16 mars 1865 (2). On peut de cette manière laminer rapidement dans les deux sens, ce qui est utile surtout lorsqu'il s'agit d'étirer l'acier, pour lequel il faut des cannelures faiblement décroissantes et une température peu élevée. Pour perdre moins de temps, le transport des lingots d'une cannelure à l'autre se fait d'ailleurs sur un petit truck disposé à la façon du collamineur Cabrol. Le laminoir finisseur ne diffère pas des trains ordinaires, et marche à la vitesse de 80 à 100 tours par minute. Après une première chaude de deux à deux heures et demie, on passe six ou sept fois à l'ébaucheur; on réchauffe une demi-heure, puis viennent les neuf ou dix cannelures du finisseur; soit, en tout, seize passages, tandis que les rails en fer n'en exigent que neuf à douze.

---

(1) Brevet anglais n° 114, du 13 janvier 1863.

(2) M. Bessemer avait déjà pris un brevet le 31 mai 1856 (n° 1290) pour une disposition presque identique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les lingots pour bandages se massent toujours au marteau. Ils ont la forme d'un tronc de cône, dont la hauteur dépasse $0^m,50$. On martèle latéralement et dans le sens de l'axe, de façon à réduire l'épaisseur du disque à moins de moitié. On perce ensuite le centre et on augmente graduellement le diamètre intérieur jusqu'à $0^m,50$. Il faut quatre réchauffages pour cela ; puis on achève le bandage au laminoir vertical par bout (système Buddicom).

Le martelage des gros lingots se fait à Crewe à l'aide du marteau *duplex* de M. Ramsbottom. C'est un marteau à deux têtes sans enclume. Lorsqu'on martèle un gros lingot de métal dur, le choc ou du moins la compression ne se transmet qu'à une distance faible. La zone directement frappée subit l'étirage, tandis que le centre du lingot demeure intact. Il n'y a plus homogénéité ; la ténacité moyenne baisse. On atténue ce défaut en frappant simultanément les masses sur deux faces opposées. C'est le but du marteau double. Il se compose de deux blocs pourvus de galets, et roulant en sens inverse sur rails. Ces deux blocs de masses et de vitesses égales viennent frapper simultanément le lingot placé entre eux deux sur un petit truck, qui peut se mouvoir dans les trois sens sous la main du forgeur pendant l'intervalle des chocs. Le mouvement simultané s'obtient avec une machine verticale unique, placée en dessous et reliée aux marteaux par deux bielles obliques ; ou bien, lorsque les marteaux sont très-lourds, par deux machines horizontales à traction, ou plutôt a poussée directe, pourvues d'une soupape d'admission unique. Dans ce dernier cas, les têtes des marteaux, comme dans les marteaux-pilons simples, sont liées directement aux tiges des pistons ; ou bien aux cylindres moteurs si les pistons sont fixes, ce qui augmente le poids des masses en mouvement.

Ces deux systèmes de marteaux, employés à Crewe et figurés dans les mêmes brevets que les *cogging-mills*, sont représentés planche 405.

Fig. 1. Section verticale du marteau double à machine motrice unique.

Fig. 2. Plan du même.

Fig. 3. Section transversale suivant la ligne I, II du plan.

Fig. 4. Élévation suivant la ligne transversale III, IV du même plan.

A, A sont les deux marteaux.

B, galets supportant les marteaux et roulant sur rails.

C, cylindre de la machine à vapeur chargée de mettre en mouvement les marteaux.

D, piston moteur.

E, tiroir cylindrique.

F, traverse à laquelle est fixée la tige du piston ; elle est guidée par des glissières.

G, G, doubles bielles reliant la traverse F aux marteaux ; dans ce but, ceux-ci sont traversés par un axe en fer sur lequel chaque double bielle vient s'articuler, et qui est garni de chaque côté de morceaux de cuir empilés et graissés pour amortir la réaction produite par les chocs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

H, levier de commande du tiroir cylindrique E ; les positions extrêmes de ce levier qui peut se manœuvrer à la main sont indiquées en lignes ponctuées figure 1.

I, soupape d'arrêt.

J, levier servant à ouvrir ou à fermer la soupape d'arrêt I ; ses positions extrêmes sont également indiquées en ponctué sur la figure 1.

K, autre levier de manœuvre du tiroir E ; il est commandé par la traverse F au moyen d'un taquet fixé à cette traverse, et qui agit lorsque le piston est arrivé au haut de sa course. Un autre taquet peut de même agir automatiquement sur le levier K pour produire le mouvement en sens inverse ; mais, en général, on limite plutôt la course du marteau à l'aide du levier à main H.

L est le lingot à marteler.

M, caisse dans laquelle se place le lingot L ; elle est supportée par un châssis.

N, N, glissières dans lesquelles se meut le châssis de la caisse M.

O, levier servant à soulever ou à abaisser à volonté le châssis de la caisse M (fig. 2 et 3) ; les positions extrêmes sont indiquées en traits ponctués sur la figure 1.

P, Q, tiges et contre-poids commandés par le levier O.

La caisse M et, par suite, le lingot à marteler peuvent aussi se mouvoir horizontalement autour de leur axe.

R est une roue à manettes qui sert à produire ce mouvement de rotation, par l'intermédiaire des tringles et leviers S, T, U, V, etc. Chaque fois que la roue R tourne de 90 degrés, le lingot décrit le même angle.

On voit que, par suite de ces dispositions, on peut à volonté relever ou abaisser, tourner à droite ou à gauche le lingot à marteler.

Les figures 5 et 6 sont des croquis du marteau double à poussée directe de M. Ramsbottom.

La figure 5 représente le système dans lequel, les cylindres étant fixes, chaque marteau est relié au piston mobile du cylindre correspondant.

Dans la figure 6, au contraire, ce sont les pistons qui sont fixes et les cylindres mobiles conduisent les marteaux qui y sont reliés.

Enfin, lorsque les lingots ont des dimensions hors ligne pour arbre de couche, 1 mètre carré de section par exemple, même les marteaux doubles n'empêchent pas l'étirage inégal. M. Bessemer se sert, dans ce cas, de la presse hydraulique à forger qui a déjà été employée dans ce but, à Vienne (Autriche), par l'ingénieur Haswell et qui a été exposée, à Londres, en 1862. Une pression lente, mais forte de 1 000 atmosphères, agit mieux sur la partie interne de la masse que le choc instantané des marteaux. M. Bessemer a montré qu'un prisme chaud en acier ou fer, placé debout sous la presse, gonfle en son milieu, tandis que sous le marteau double il se renfle plutôt aux deux extrémités. Cette différence d'action est conforme aux résultats obtenus par M. Tresca dans ses expériences sur la semi-fluidité des corps mous.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les détails de la presse Haswell, on peut consulter le t. X de la 2e série du *Bulletin,* p. 627.

(M.)

SOCIÉTÉ DE PROTECTION

DES APPRENTIS ET DES ENFANTS EMPLOYÉS DANS LES MANUFACTURES.

ALLOCUTION PRONONCÉE, DANS LA SÉANCE GÉNÉRALE DE JANVIER 1869, PAR M. LE SÉNATEUR DUMAS, PRÉSIDENT.

Messieurs, il y a un an, la Société se réunissait pour la première fois, en assemblée générale, au palais de l'Exposition universelle. Le spectacle que la grande salle des Champs-Élysées avait offert aux yeux des nations appelées au concours de l'agriculture, de l'industrie et des arts était toujours vivant dans les souvenirs, et les applaudissements qui avaient accueilli les vainqueurs dans cette lutte immense retentissaient encore. Cependant, une émotion comparable à celle qu'il avait éprouvée dans cette cérémonie sans égale saisissait le spectateur, à l'aspect des milliers d'enfants venus à votre appel, sous la garde de leurs chefs d'atelier ou sous la protection des Saintes Femmes, anges tutélaires de leurs asiles.

La curiosité, vivement éveillée, de ces jeunes auxiliaires de l'industrie française, leur bonne humeur sympathique, leur enthousiasme retentissant à l'arrivée et sur les pas de la noble et gracieuse Souveraine qui les visitait comme une mère et qui leur présentait son Fils, l'Héritier du trône, comme un ami, ont laissé une impression ineffaçable qui a porté ses fruits.

Depuis cette époque, en effet, trois événements sont venus témoigner en faveur des vues qui vous avaient conduits à diriger l'attention publique sur la situation des enfants dans les manufactures.

Il est naturel que je signale en première ligne le succès toujours croissant de notre association. Ses adhérents, par leur nombre et leur persévérance, témoignent de sa vitalité. Le respect avec lequel vos distinctions sont accueillies ratifie les décisions de votre Conseil; l'opinion publique, elle-même, vous porte vers le but assigné à vos efforts, démontrant ainsi à la fois leur opportunité et leur puissance.

Un projet de loi soumis à l'examen du Conseil d'État le charge de résoudre la plus difficile des questions de la civilisation moderne et de formuler la règle qui doit présider au travail des enfants dans les manufactures. Tout le monde reconnaît les excellentes dispositions de la loi de 1841, qui régit la matière; mais depuis sa promulgation près de trente années se sont écoulées et le nombre des enfants admis dans les ateliers

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

a doublé ou triplé sur certains points de l'Empire. Les sollicitudes pour l'avenir de la nation sont devenues plus profondes parmi les esprits réfléchis ; tout nous presse de veiller sur l'enfance de la classe ouvrière, source vive de la force et de la grandeur du pays.

Aussi chacun a-t-il applaudi à l'acte par lequel un Ministre, illustré par ses services, sa ferme prudence, et sa noble loyauté, a voulu marquer les dernières heures de son séjour au département de l'agriculture et du commerce. Avant de prendre possession du nouveau poste où la confiance du souverain l'appelait, il veillait avec sollicitude, vous le savez, sur les progrès de votre société naissante. En confiant aux ingénieurs des mines, à l'élite de l'École polytechnique, l'inspection du travail des enfants dans les manufactures, il a donné aux jeunes ouvriers l'assurance que la loi qui les protége sera toujours obéie ; aux patrons, la certitude que ses prescriptions recevront partout la même interprétation intelligente et impartiale.

L'Empereur a voulu de plus qu'un conseil supérieur, indépendant par la haute situation de ses membres, lui fît connaître chaque année les faits accomplis et les besoins nouveaux dans un rapport destiné à être mis sous les yeux des grands corps de l'État.

Ainsi, quelques mois à peine se sont écoulés et pendant que dans cette enceinte même vous cherchiez à ces questions des solutions vraies par une libre et large discussion, le gouvernement de l'Empereur, prévenant vos vœux, assurait dès à présent une pratique sincère, et préparait pour l'avenir des dispositions plus protectrices encore pour l'enfance de l'ouvrier.

Ne permettons pas, cependant, que la question soit dénaturée. La France est un noble pays, aux mœurs douces, bienveillantes, charitables. Presque partout on entoure de soins les jeunes ouvriers de nos fabriques, et ce ne sont ni les chefs d'usines, ni la classe aisée qui ont résisté aux prescriptions de la loi ou témoigné leur indifférence.

La situation sociale de vos adhérents, l'embarras que votre Conseil éprouve à choisir entre diverses usines ou associations charitables pénétrées d'une égale sollicitude pour les jeunes ouvriers, prouvent qu'en France, loin de nous repousser, la souffrance nous attire et qu'elle trouve nos cœurs toujours ouverts.

Mais il peut y avoir des exceptions, et il est nécessaire que l'enfant qui travaille soit protégé partout ; il faut que personne ne puisse abuser de ses forces ou compromettre son avenir, et qu'il soit défendu contre toute exploitation, même contre celle de ses proches.

L'humanité le veut, le respect de la dignité de l'enfance l'exige, l'intérêt social le réclame. La grandeur de la patrie elle-même y est intéressée.

Cette immense nuée d'enfants employés par l'industrie n'est-elle pas une pépinière qui se renouvelle sans cesse ? Ne fournit-elle pas les mains les plus habiles, les chefs d'atelier les plus expérimentés, les directeurs d'un grand nombre de nos usines et la plupart des inventeurs sérieux ?

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il ne faut pas s'y tromper; les sociétés modernes n'ont pas seulement à résoudre une question d'humanité, de charité chrétienne envers l'enfance laborieuse. L'industrie se recrute en haut par les écoles, en bas par l'apprentissage, et quand deux hommes venant de ces deux pôles opposés se rencontrent sur le terrain de l'atelier, ce n'est pas toujours le théoricien qui l'emporte, et plus d'une usine, parmi les mieux dirigées, obéit à un ouvrier qui s'est élevé au commandement par l'effort soutenu d'un labeur intérieur et personnel.

C'est que l'atelier aussi est une école. Les enfants, sans cesse en présence des phénomènes les plus saisissants : manifestations de la force, modifications de la matière, transformations de mouvements, y vivent dans un milieu où naissent et se développent d'eux-mêmes le sentiment de la responsabilité, l'idée du devoir, l'habitude de l'observation, la confiance dans le pouvoir de l'homme sur la nature; enfin, la curiosité.

L'exemple que donnent si souvent ces jeunes ouvriers d'élite, s'élevant, à l'aide du double effort du travail musculaire et de celui de la pensée; perfectionnant leur main-d'œuvre par l'exercice et leur intelligence par la réflexion; montant, échelon par échelon, du rang le plus humble au degré le plus haut, ne prouverait-il pas que, pour former des hommes, la lutte est un procédé si efficace, qu'il ne faut pas qu'un excès d'assistance expose à la supprimer?

Non ! nous ne supprimons pas la lutte. Tel grand capitaine a débuté comme soldat; tel pauvre apprenti est devenu savant illustre; tel ouvrier obscur s'est transformé en industriel riche et puissant : ils ont tous lutté. Pour la jeunesse, il n'est pas de meilleure assistance que celle qu'elle reçoit d'elle-même et qui provient de l'effort intérieur.

Envisageons donc avec largeur et de haut cette noble et difficile question du travail des enfants dans les manufactures; portons-y les pensées d'une ardente charité, mais n'en éloignons pas les renseignements d'une saine pratique de la vie.

Un homme parvient-il aisément à manier un lourd marteau, à porter légèrement un fardeau pesant, à franchir d'un bond un large obstacle, à supporter une marche forcée, assurément personne ne l'attribue à l'assistance d'autrui, mais à l'éducation de ses propres muscles, obéissant à sa propre volonté.

Il en est ainsi de l'intelligence; celui qui veut descendre peut bien se reposer sur celle d'autrui : mais celui qui veut monter ne doit compter que sur la sienne. Que le jeune ouvrier le sache bien, ce n'est pas l'argent qui fait l'homme, c'est le travail.

La puissance d'invention, la vigueur morale, le caractère ne s'achètent pas, ne se donnent pas, ne se prêtent pas; il faut les acquérir chacun pour soi par le combat et les mériter par la victoire.

Celui qui envisage la situation des enfants employés dans les manufactures doit donc se proposer surtout de les aider à s'aider eux-mêmes et à réaliser tout ce dont ils sont capables. Le pépiniériste intelligent assure à chaque sujet sa part de terre, d'eau et de lumière, mais il compte sur le propre effort du jeune arbre pour plonger ses racines

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans le sol et pour élever sa tête vers le ciel. Que nos enfants soient entourés des mêmes soins, mais aussi que leur initiative soit respectée toujours et fortifiée s'il se peut.

Il y a des périls pour l'enfance dans toutes les situations. Mais, pour faire un homme, l'enfant du pauvre est mieux doté que celui du riche. Celui-ci, centre de la famille, objet de toutes les espérances et de toutes les appréhensions, puise dans cette éducation amollie un culte naïf de sa propre personne. L'argent qu'on lui donne, il ne l'a pas gagné; celui qu'il dépense, il en ignore le prix.

Quand vous rencontrez un chef d'atelier à l'âme virile ou un ouvrier d'élite à la main vigoureuse et précise, soyez-en sûrs : à quinze ans ils gagnaient leur vie, et à dix-huit ans ils mettaient de côté quelques économies pour le soutien de leurs vieux parents ou pour l'aisance de leur future famille. Ils ont su de bonne heure ce que coûte à gagner l'argent qu'on reçoit, ce qu'il vaut quand il est le prix d'un travail honnête, ce qu'il peut lorsqu'il est employé avec prudence, sous l'inspiration d'un cœur droit.

Pour l'enfant pauvre, les difficultés de la vie sont réelles, mais les joies et les conquêtes le sont également. Pour l'enfant riche, tout est obstacle. Comment lui susciter des difficultés qu'il ne juge pas factices? comment lui préparer des joies et des conquêtes qui n'aient rien d'artificiel ?

Pour l'enfant pauvre, la paye est la mesure du travail; il sait qu'en travaillant mieux et davantage elle monte, qu'en travaillant mal et plus faiblement elle baisse. L'enfant riche voit que ce qu'on lui donne est arbitraire, qu'il pourrait recevoir plus ou moins par le seul bon plaisir de ses parents; car c'est un cadeau qu'on lui accorde. Cet argent mis dans sa main n'est pas le prix d'un service rendu, et le cas qu'il en fait n'a d'autre mesure que la vivacité de ses petites passions.

C'est ainsi que l'éducation de l'enfant pauvre se trouve aisément naturelle et efficace, tandis que celle de l'enfant riche est grosse d'embûches et de périls, tant elle est factice.

La Providence veut que les situations diverses de la vie aient leurs compensations. A côté des misères du pauvre, elle a mis le travail qui moralise et le gain loyal reçu avec dignité. A côté des joies du riche, elle a placé l'oisiveté qui amollit le vouloir et l'abondance qui éteint le désir.

Si la puissante Angleterre n'avait pas une classe ouvrière nombreuse, qui, aux prises avec la nature, apprend à en connaître les richesses et à en exploiter les ressources, elle ignorerait la houille, elle n'aurait ni machines à vapeur, ni filature de coton, ni chemins de fer, ni télégraphie électrique. Non parce qu'il faut des ouvriers pour exploiter toutes ces conquêtes de l'homme, mais parce qu'il a fallu, pour lui en assurer la connaissance et la possession dans les temps anciens, quelque forgeron de Newcastle, et près de nous, Watt, Artwright, Stephenson, Faraday, Wheatstone, c'est-à-dire des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

hommes qui, sortis des ateliers, se sont élevés par leur travail et par leur persévérance au rang des demi-dieux de la mythologie industrielle. La force et les richesses d'un grand peuple peuvent donc tenir aux découvertes d'un modeste ouvrier, et, si le travail des classes laborieuses nous procure le pain quotidien, la forte éducation qui leur est imposée par la nature des choses fait sortir de leur sein les génies les mieux doués pour l'invention et les instruments les plus fermes de la force durable et de la prospérité des empires.

Je ne viens donc pas seulement vous dire : âmes religieuses, il s'agit de sauver du désordre et de l'ignorance des enfants voués à un travail précoce; esprits politiques, il s'agit de préparer à l'exercice intelligent de leurs droits de futurs citoyens; philanthropes, il s'agit de préserver de la lèpre de la misère et de celle des maladies transmises par héritage des générations tout entières; je vous dis encore avec conviction : il s'agit aussi de garder honnête et pure cette école de l'atelier, cette grande école du travail et de la lutte où se trempent les caractères énergiques, les âmes vigoureuses, les génies spontanés et libres, de qui procèdent la plupart des inventions ou des perfectionnements par lesquels le progrès d'un pays se caractérise.

La corruption générale de l'atelier, ce serait la déchéance de la nation; y maintenir l'ordre moral, les sentiments honnêtes, c'est assurer l'avenir.

Aussi voulez-vous que l'enfant admis dans les ateliers soit l'objet d'une surveillance paternelle, que sa santé soit ménagée, que son développement ne soit pas étouffé, que son instruction primaire soit assurée, que sa préparation religieuse soit sérieuse.

Mais ne le plaignez pas s'il est obligé de travailler pour contribuer au soutien de sa famille, ou pour subvenir à sa propre existence. Quel que soit le sort auquel l'avenir le réserve, ce sera la fierté de sa vie d'avoir soulagé par sa propre peine les fatigues de sa mère et d'avoir vécu des fruits de sa propre industrie, libre d'obligations. Veillons seulement à ce que ses forces ne soient jamais excédées.

Veillons aussi à ce que l'apprentissage soit efficace. Tous les enfants ne trouveraient pas le chemin qui en assure le succès : guidons-les; qu'à côté du travail mécanique, quelques heures soient réservées au travail intellectuel. Leur propre pratique étant prise comme point de départ, qu'ils apprennent à la raisonner, à s'y intéresser; qu'ils sachent d'où viennent et où vont les produits façonnés de leurs mains. Élargissons leur horizon, et au lieu de se considérer comme l'esclave qui tourne la meule, ils verront qu'ils ont aussi leur place dans ce vaste ensemble d'efforts qui soutient les nations, leur part dans la marche de l'humanité vers le progrès, leur rôle dans la grande harmonie des mondes.

L'épanouissement de ses facultés arrachera l'enfant voué au travail manuel à la lassitude et au dégoût, lui apprendra à respecter ses devoirs et à découvrir la règle de conduite qui peut en faire un membre utile et sain de la famille industrielle.

Cette règle est simple : fuir le mal, rechercher le bien, aimer le travail, savoir se

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vaincre, rester surtout maître de ses appétits et les maintenir au niveau et même au-dessous de ses ressources; car celui dont les appétits n'ont pas de frein, est toujours pauvre et dépendant, tandis que celui qui sait les contenir peut se dire riche et libre. Ces habitudes d'empire sur soi-même, de respect et de dignité, c'est de bonne heure qu'il faut les lui inspirer par l'exemple encore plus que par les paroles; car l'enfant est aussi disposé à se façonner sous l'empire des bons exemples, qu'il l'est à devenir vicieux sous l'impression du désordre et de la corruption.

Vous voulez donc que la moralité de l'enfant soit préservée pendant son séjour dans les ateliers; car la corruption précoce qui l'atteindrait serait incurable, contagieuse et la plaie sociale irait s'élargissant et s'envenimant de génération en génération. Quand vous entendez dire que les liens de la famille sont déjà relâchés dans certains groupes de populations industrielles, et que la loi morale y est méconnue, sans désespérer de corriger le mal, vous pensez que mieux vaut en prévenir l'extension, et vous dirigez dans ce but vos soins vers l'enfance, pour préparer au pays un avenir meilleur.

En présence d'un fleuve aux eaux troublées par les limons des campagnes qu'il entraîne et salies par les immondices des villes qui s'y versent, l'ingénieur chargé d'en opérer la purification remonte à ses sources. L'eau des nuées qui les alimente est tombée pure sur la terre; des lacs artificiels ou bassins de repos suffisent donc pour la débarrasser des fanges champêtres qu'elle emporte et pour lui rendre sa limpidité. Mais la délivrer de la noire souillure des villes est au-dessus de son pouvoir; le seul moyen qu'il connaisse consiste à éloigner du fleuve ces abominations et à le préserver de leur mélange malsain et incurable.

En présence du flot troublé et montant de la marée humaine des ouvriers de l'industrie, disons à notre tour que les âmes qui y manifestent la vie et la pensée ont été aussi répandues sur la terre innocentes et pures. Si les enfants qu'elles animent appartiennent à une usine de la campagne, leur cœur pourra être troublé, comme l'eau, par un limon, quand viendront les vertiges de l'âge et les conseils pervers; mais, il sera ramené de lui-même vers le bien, par le repos et la méditation, au grand aspect du calme de la nature. Au contraire, la souillure des villes, lorsqu'elle atteint l'enfant employé dans nos fabriques urbaines, ne se corrige pas d'elle-même par le spectacle des rues. Il faut donc aller au-devant du mal, purifier l'atelier, relever le moral des familles, retenir l'enfant par le travail, par l'école, par la récréation surveillée, hors des contacts suspects, et lui inspirer la crainte et le dégoût de la boue qui offense ses regards, si l'on veut qu'il ne se détourne pas pour toujours du chemin de l'honnêteté.

Les récompenses que vous allez décerner pour la seconde fois sont loin d'atteindre, parmi nos chefs de fabrique et nos pieuses institutions, tout ce qui s'en montre digne. Elles s'adressent tantôt à des manufactures urbaines, tantôt à des usines rurales. Pour ces derniers, la tâche a été plus facile et plus efficace; mais le zèle pour le bien a été partout le même.

Si, parmi ces dévouements, une distinction était permise, elle serait en faveur de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ces charitables femmes que la religion et un noble instinct ont données pour mères à ces pauvres enfants délaissés, qu'elles rendent par leurs soins à la santé et par leur inépuisable tendresse et leur saint exemple à la vie morale.

ARTS CHIMIQUES.

NOTE RELATIVE A UNE RÉCLAMATION DE PRIORITÉ PRÉSENTÉE AU SUJET DE LA FABRICATION DE LA POUDRE DE GUERRE A BASE DE PICRATE DE POTASSE, PAR M. FONTAINE.

M. Fontaine, fabricant de produits chimiques, ayant eu connaissance de l'article publié dans le cahier de décembre **1868**, p. **714**, par M. Payen et intitulé : *Note sur les nouvelles poudres balistiques et explosives présentées par M. Designolle,* a adressé à la Société la réclamation suivante, dont l'insertion a été décidée par la commission du *Bulletin* (1).

Le 1er août **1861**, M. Fontaine a adressé à M. de Preuilly, inspecteur général de l'Artillerie de marine, une note sur l'emploi des picrates, des azotates et des chlorates comme poudres de guerre, et pour la confection d'étoupilles et de pièces d'artifice.

Appelé à Toulon par M. le Ministre de la Marine et des Colonies, M. Fontaine a entrepris une suite d'expériences faites avec la collaboration de M. le colonel Virgile, alors directeur de l'École de pyrotechnie.

Le 29 août, après de légers changements apportés au dosage de la poudre au picrate, un rapport favorable a été adressé à l'Inspecteur de l'Artillerie de marine par M. Lafay, chef d'escadron de cette artillerie.

Voici les passages principaux de ce rapport :

« M. Fontaine, par lettre du 30 mars **1861**, nous a donné la composition de sa « poudre brisante pour que ce renseignement fût déposé à l'inspection du matériel, « et afin de s'assurer la propriété de sa découverte. Depuis il a modifié sa première « composition, de manière à rendre son emploi possible dans les armes portatives et « dans les canons. C'est dans ce sens que j'ai travaillé avec lui pour constater l'em- « ploi de sa nouvelle poudre, et je puis affirmer que les résultats obtenus ont dépassé « nos espérances.

« La composition de cette poudre est tellement simple, que M. Fontaine s'est borné « à déposer à l'Institut, sous pli cacheté, un spécimen de sa poudre et de ses com- « posants. En agissant ainsi il a fait preuve de patriotisme.

(1) Malgré cette insertion, il est bien entendu que la Société d'encouragement ne prend aucune part dans le débat et que, suivant son habitude, elle s'interdit de juger les questions de priorité. (R.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Cette poudre ne présente pas, dans les manipulations, plus de dangers que la « poudre en usage ; elle encrasse beaucoup moins les armes que la poudre ordinaire ; « sa densité gravimétrique est à peu près double, et sa force de projection beaucoup « plus considérable. »

Le 25 mars 1863, M. le général Favé, ayant remis à S. M. l'Empereur une petite boîte renfermant un échantillon de la poudre Fontaine, une commission a été nommée.

Le 6 juillet 1865, sur la demande de M. le Préfet maritime de Toulon, S. Exc. le Ministre de la marine a fait l'acquisition de 400 kilog. de cette poudre pour être employés à Toulon dans les torpilles de l'invention de M. l'amiral de Chabannes.

Les matières pour cette fabrication furent expédiées à Toulon et depuis cette époque on n'a cessé d'en fabriquer à l'École de pyrotechnie sous les ordres du lieutenant-colonel Lafay. M. Fontaine, ne voulant pas livrer à la publicité la composition de cette poudre, s'est contenté d'en faire le dépôt à l'Institut, le 1er juillet 1865.

Ce n'est qu'une année plus tard, c'est-à-dire le 12 juin 1866, que M. Designolle s'est fait breveter, en France et à l'étranger, pour des poudres au picrate de potasse, au chlorate et à l'azotate de potasse.

En 1865, le 4 août, M. le capitaine Vergnaud, qui avait été attaché à l'École de pyrotechnie de Toulon, a publié dans le Manuel Roret (*l'Artificier poudrier*), les corps constituants de la poudre Fontaine, et le 24 juin 1867 a paru une addition faite par M. Designolle à son brevet de juin 1866.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Mines de pyrites sulfureuses de la compagnie Sicilia, en Westphalie. — A l'Exposition de 1867, dans un angle de la partie prussienne, on voyait, sur un piédestal gris, un bloc de soufre pyriteux pesant environ 4 500 kilog., exposé par la compagnie *Sicilia,* qui exploite des mines importantes de pyrites sulfureuses en Westphalie, dans le voisinage d'Altenhunden, sur la Lenne. Ce gisement, découvert seulement depuis douze ans, est exploité déjà sur une si grande échelle, qu'il fournit plus de 100 millions de kilogrammes par an, et que la demande s'en accroît de jour en jour.

Le minerai a été analysé, en 1864, par M. le Dr Fresenius, et contient environ 42-45 pour 100 de soufre, et 39-58 pour 100 de fer, ce qui, pour les fabriques d'acide sulfurique, représente 42 ou 43 pour 100 de soufre utilisable; il ne renferme que 0,02 d'arsenic, ce qui permet de le considérer comme sensiblement exempt d'arsenic.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le gisement, d'une grande étendue et d'une grande puissance, promet une exploitation d'un nombre considérable d'années avant que l'on ait à craindre l'épuisement. Les travaux, poursuivis activement, promettent d'élever bientôt la production annuelle à 125 millions de kilogrammes. Le débouché s'étend en Belgique, en Hollande, en France, en Suède, et surtout en Angleterre. (*Deutsche Austellungszeitung* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Nouveau minéral contenant du thallium, découvert par M. Nordenskjold.— La grande rareté du thallium rend très-intéressante la découverte d'un minéral qui en contient 17 pour 100. M. Nordenskjold a publié récemment, dans le journal suédois *Oefversigt af Kongl. Vetenskaps Akademiens Förhandlinger*, la description d'un nouveau minéral qu'il a découvert et auquel il a donné le nom de *Crookésite*, en l'honneur de M. Crookes, qui publie le *Chemical News*. Les minéralogistes et les chimistes savent que l'ancienne mine de cuivre de *Skrikerum*, dans la province suédoise de Smaland, est le premier point où l'on ait découvert le sélénium. La richesse du musée minéralogique de Stockholm, en minéraux contenant du sélénium, a porté M. Nordenskjold à les soumettre à une révision. Il s'est convaincu que l'eukairite ($Cu^2 Se + Ag Se$) et la berzélianite (séléniure de cuivre $Cu^2 Se$) contiennent de petites quantités de thallium. Il a trouvé aussi, dans la collection dite de *Mosander*, plusieurs exemplaires d'un minéral qui, par sa richesse en thallium, est à ce métal ce que l'eukairite est au sélénium.

La *crookésite* est en masses petites, compactes, opaques, d'un gris de plomb, portant un éclat métallique et si dures, qu'on les sépare, sans difficulté, des petits grains d'eukairite et de la poussière de la berzélianite. M. Nordenskjold n'y a observé aucune trace de cristallisation. Sous le rapport de la dureté et de la malléabilité, la crookésite ressemble à la chalkosine ; sa densité est 6,9. Le chalumeau la fond facilement en un émail brillant, d'un noir verdâtre, tandis que la flamme se colore en vert foncé. Elle ne se dissout pas dans l'acide chlorhydrique, tandis que l'acide azotique, au contraire, l'attaque et la dissout facilement et complétement.

L'analyse a conduit à la formule (Cu^2, Tl, Ag) Se, qui représente

Cuivre.	45,76
Thallium.	17,25
Argent.	3,71
Sélénium.	33,28
	100,00

La petite quantité d'argent provient, sans doute, de l'eukairite qui se trouve mêlée à la crookésite.

Jusqu'à présent, le musée de Stockholm ne possède qu'un petit nombre d'exem-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plaires de crookésite, mais il est probable que de nouvelles explorations dans la mine de Skrikerum en feront découvrir davantage. (*Dingler's polytechnisches Journal.*)

(V.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 22 janvier 1869.

Présidence de M. le sénateur *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — M. *Grouillard* (Pierre), mécanicien au chemin de fer du Creuzot, envoie la description et le dessin d'un graisseur automatique pour les cylindres et tiroirs des locomotives. (Arts mécaniques.)

M. *Dujardin,* rue de Paris, 96, à Lille (Nord), envoie deux dessins représentant l'un une machine à visser, et l'autre un appareil pour boucher les trous de boulet dans les navires, et il demande l'autorisation de présenter ces appareils à la Société. (Même comité.)

M. *Borel-Tissot* (F. L.), rue Saint-Honoré, 16, à Neuchâtel (Suisse), adresse une note détaillée relative à l'appareil pour utiliser la force attractive des électro-aimants, qui a été, de sa part, l'objet d'une communication à la Société. (Arts économiques.)

M. *Brachet*, rue Mouton-Duvernet, 11, à Paris, propose à la Société un nouvel oculaire du système dit à cône tronqué qui doit, d'après lui, avoir de très-grands avantages, tant pour les lunettes que pour les microscopes. (Arts économiques.)

M. *Mutti* (Pietro), machine à brillanter le riz ; demande d'une première annuité de brevet. (Agriculture.)

Le *comité* pour l'érection d'une statue de bronze à *Vauquelin* propose à la Société d'encouragement de s'associer à cette œuvre. (Commission des fonds.)

M. le *Président* dit qu'il est convaincu de l'assentiment qu'une pareille proposition recevra au sein de la Société. Vauquelin était un des plus laborieux chimistes du commencement de ce siècle ; outre les travaux remarquables qu'il a consacrés au progrès de la science, on lui doit la création des laboratoires d'expériences ouverts aux jeunes chimistes, qui sont les véritables écoles pratiques où se sont formés la plupart des chimistes de l'école actuelle.

Les souscriptions doivent être adressées à M. Chapelle, trésorier, rue de l'Arbalète, 21.

MM. *Garnier* et *comp.*, passage Chausson, 6, à Paris, qui ont concouru pour le prix

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

proposé par la Société, au sujet des régulateurs des becs de gaz, demandent au Conseil l'autorisation de placer un de leurs appareils en expérience dans l'hôtel de la Société.

M. *Gonon* (Eugène), rue de Varenne, 9, demande l'autorisation d'exposer, pendant trois jours, dans les salles de la Société, le modèle en cire d'une pièce qu'il se propose de couler en bronze ; cette pièce offre toutes les difficultés qu'on peut vaincre par le procédé de *fonte à cire perdue,* qui a été beaucoup perfectionné par son père et par lui.

M. *Frémy* (Hilaire) demande à participer aux récompenses que distribue la Société, pour les nombreux succès qu'il a eus depuis quarante années, dans le forage des puits artésiens. (Agriculture.)

M. *Méheust* (Jean), fermier de Kergonan, près Quimper (Finistère), présente le manuscrit d'un *Traité d'agriculture pratique.* (Agriculture.)

M. le *Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics* envoie à la Société deux exemplaires du n° 7 du *Catalogue des brevets d'invention pris en* 1868. (Dépôt à la bibliothèque.)

Dans la correspondance imprimée, MM. les *Secrétaires* signalent les ouvrages suivants :

M. *Duchesne* (A.) aîné, chirurgien-dentiste, rue Lafayette, 45, fait hommage à la Société de son *Étude sur le protoxyde d'azote.* Paris, 1869, brochure in-8 de 99 pages et deux planches.

M. *Buquet* (A.), ingénieur civil, *Notes et documents sur la traction à la vapeur sur les rivières et les canaux* (Extrait de la *Revue universelle des mines*). Paris, 1860, Noblet, éditeur, in-8 de 71 pages et deux planches.

COMMUNICATIONS. — *Machine diélectrique de M. Carré.* — M. *Jamin* présente à la Société, au nom de M. *Carré,* une nouvelle machine électrique d'une grande puissance sous un petit volume, qu'il nomme *machine diélectrique.*

Cette machine est fondée sur le principe des machines à induction de *Holtz;* elle se compose d'un plateau de petite dimension en caoutchouc vulcanisé, passant entre deux coussins garnis d'or mussif, et formant ainsi une machine électrique ordinaire. A une très-petite distance de ce plateau se trouve un autre plateau tournant avec une vitesse plus grande devant lequel sont placés deux peignes à pointes métalliques, dont le deuxième réunit, dans un conducteur en cuivre à grande surface, l'électricité développée par induction sur ce second plateau, au moment où ses diverses parties passent, devant le premier plateau qui est constamment chargé d'électricité par le frottement.

M. *Jamin* montre que cette électricité est en quantité considérable ; il fait voir que les conducteurs fournissent abondamment des étincelles de 20 centimètres de longueur, et rapporte que dans une autre expérience, leur longueur s'est étendue jusqu'à 28 centimètres. Par l'emploi de bouteilles de Leyde et de condensateurs, on ob-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tient des étincelles plus intenses et très-brillantes; on a pu charger, en une minute, une batterie de quatorze jarres (huit grandes et six petites) que les plus puissantes machines électriques de la Sorbonne ne parvenaient pas quelquefois à charger avec la même intensité. Le bruit de la décharge de cet appareil est analogue à celui d'une arme à feu. Enfin l'abondance de l'électricité est telle, qu'on peut aisément produire directement, avec l'électricité statique, les effets qu'on n'avait obtenus que des bobines d'induction mises en action par la pile voltaïque. M. *Jamin* montre qu'on peut, sans difficulté, illuminer avec un grand éclat 3 mètres de longueur de tubes de Geissler; dans d'autres expériences on a été jusqu'à 10 mètres. Cette abondance est le caractère spécial de cette machine, qui est remarquable aussi parce qu'elle est moins influencée qu'aucune autre de même groupe par l'humidité de l'air.

Après cette communication et les expériences qui l'ont accompagnée, M. *Bertsch* a demandé la parole et a dit : « qu'en 1866 il avait présenté à l'Académie des sciences et à la Société (1) un générateur électro-statique d'induction composé comme organe principal, d'un seul disque mince de matière isolante mis en rotation devant un secteur électrisé par le frottement de la main. Le passage successif, devant l'inducteur, des différents segments dont ce disque se compose, détermine un courant électrique produisant des étincelles de 15 à 18 centimètres. Tant que l'air est sec, la charge initiale du secteur ne se perd pas, et le courant se manifeste chaque fois qu'on met le disque en mouvement; mais, si l'air est humide, cette charge se disperse dans un temps plus ou moins court, suivant le degré d'humidité. »

« Il fallait entretenir cette charge par un moyen simple et automatique, sans interrompre les expériences, pour frotter de nouveau le secteur. M. *Bertsch* adopta et publia, en 1867, un moyen très-simple atteignant parfaitement ce but. »

« En arrière du secteur inducteur, il plaça un pinceau de soie auquel une bielle en rapport avec l'arbre de la machine imprime un mouvement rapide de va-et-vient, en n'augmentant que de quelques grammes l'effort à faire pour mouvoir l'appareil. Sans qu'il soit nécessaire de se servir d'un deuxième plateau, le léger frottement de ce pinceau sur le secteur produit et entretient la charge initiale, et la machine n'a même plus besoin d'être amorcée. La forme du secteur inducteur, qui est importante pour l'intensité des effets, n'est modifiée en rien, et, si l'on veut renverser le sens du courant, il suffit de substituer une lame de verre à celle d'Ébonite. »

« Quant au conducteur à grande surface pour augmenter la tension, il ne peut pas être considéré comme une innovation, parce qu'il existait déjà dans les machines construites en 1866. »

M. *Jamin* répond qu'il est loin de méconnaître les travaux de M. *Bertsch* pour

(1) Voir *Bulletin* de 1867, 2e série, t. XIV, p. 312.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'amélioration des machines du système de M. *Holtz*. Ces machines électriques forment un groupe à part, dérivé de la théorie de l'*électrophore*, où l'électricité est produite par induction. Elles ont été modifiées de diverses manières, et la forme adoptée par M. *Bertsch* présente des avantages réels. Ce que l'appareil de M. *Carré* donne de nouveau, et qui est très-important, c'est que le plateau inducteur y fonctionne toujours avec la plus grande charge qu'il puisse avoir, puisqu'il est sans cesse électrisé par le frottement des tampons garnis d'or mussif. Il en résulte des avantages remarquables. Ainsi la production d'électricité n'est pas aussi influencée par l'humidité de l'air que dans les autres machines, parce que le renouvellement continu de l'électricité sur le plateau inducteur supplée aux pertes que l'humidité de l'air peut occasionner. D'autre part, ce plateau, étant chargé abondamment, produit le maximum d'effet sur la roue induite et cause l'abondance d'électricité que fournit cette machine. Pour le bien comprendre, il suffit d'enlever les tampons de friction; la machine devient dès lors semblable à toutes celles du même groupe qu'on connaît; l'assimilation avec elles est complète; mais aussi l'électricité dégagée est considérablement réduite, et en remettant les tampons on rend à l'appareil la sûreté et l'abondance dans le courant électrique, qui caractérisent la machine de M. *Carré*.

Ce qui vient d'être dit ne diminue en rien le mérite de la machine de M. *Bertsch*, et l'importance des questions de priorité soulevées par l'apparition de la nouvelle machine qui, en effet, ont été exposées devant l'Académie des sciences. Ce n'est pas devant la Société d'encouragement qu'elles peuvent être discutées. Ce que M. *Jamin* a eu surtout en vue, c'est d'attirer l'attention de cette Société sur un appareil électrique, remarquable par sa puissance, son petit volume et la constance de ses effets, qui peut, dans certains cas, rendre des services à l'industrie.

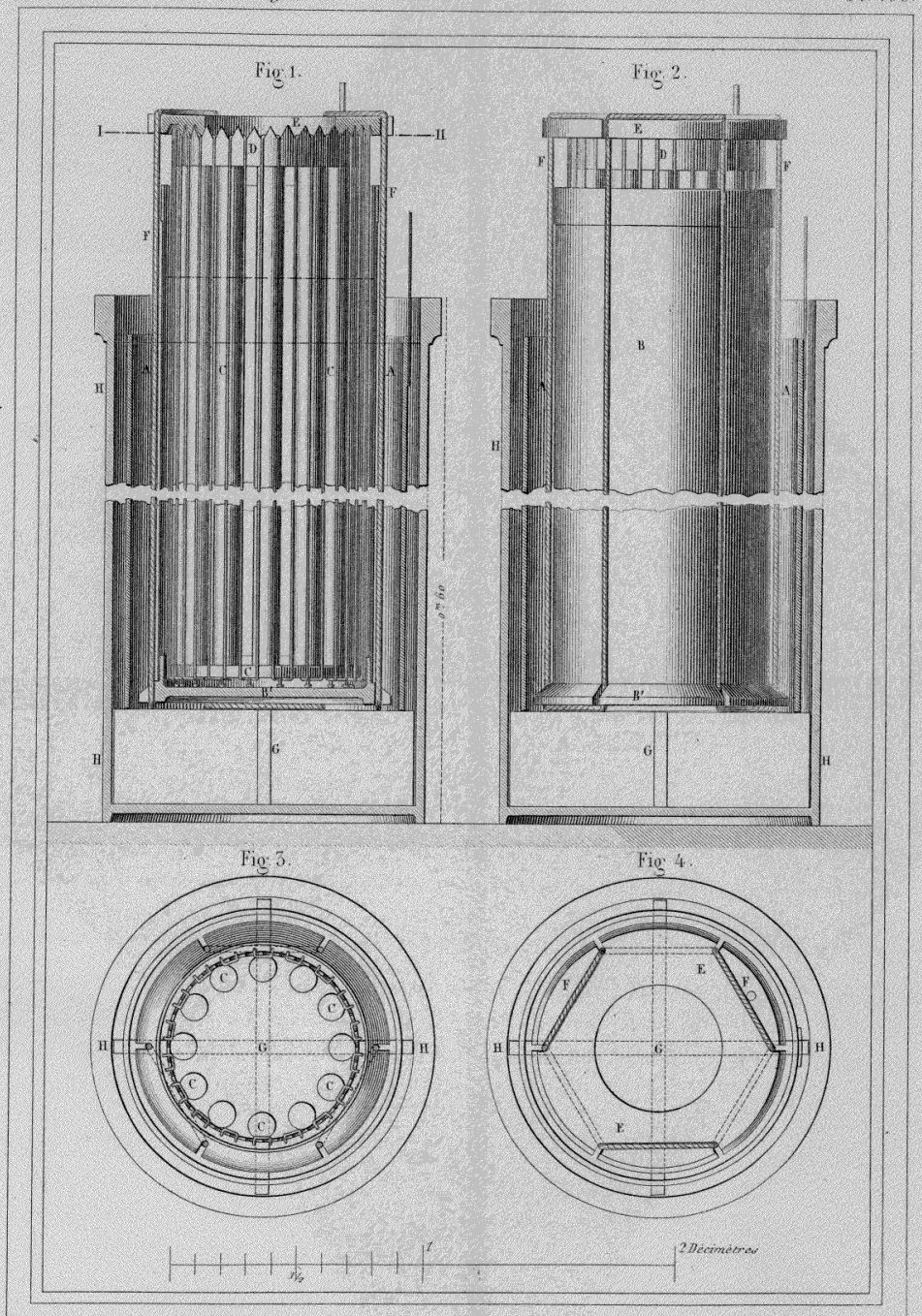
M. le *Président* remercie MM. *Jamin* et *Carré* de cette communication, et renvoie l'examen de la machine de M. *Carré* au comité des arts économiques.

Fours à soude tournants. — M. *Lamy*, professeur de chimie à l'École centrale des arts et manufactures, fait à la Société une communication sur les fours tournants employés, en Angleterre, pour la fabrication de la *soude*. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

M. *Boudet* (Pierre), qui avait présenté, dans la séance précédente, des appareils météorologiques destinés à faire connaître l'état de l'atmosphère vingt-quatre heures à l'avance, donne à la Société des détails sur les applications de ces instruments et sur la manière de les observer.

Paris. — Imprimerie de madame veuve BOUCHARD-HUZARD, rue de l'Éperon, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



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

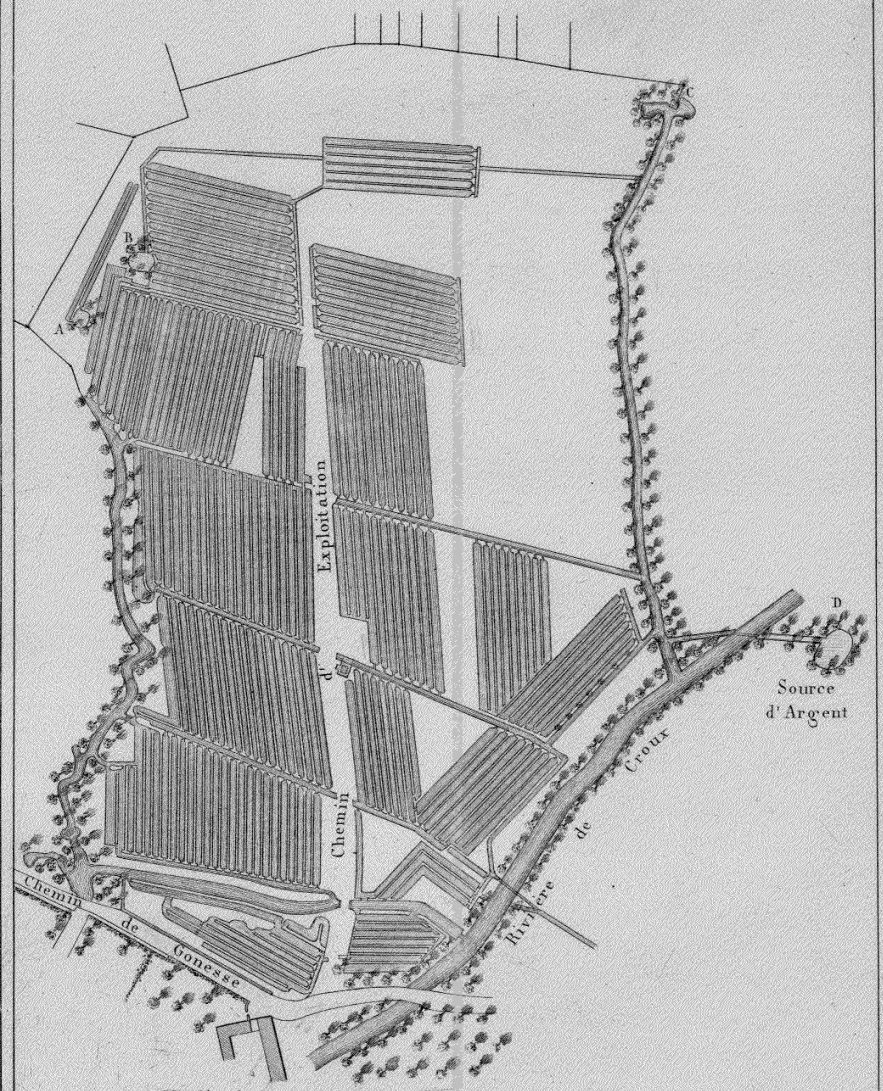
PILE ÉLECTRIQUE, PAR M. F. CARRÉ.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PLAN

de la Cressonnière dite des trois Fontaines.

(Commune de Gonesse)



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

CULTURE DU CRESSON, PAR M. E. BILLET.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

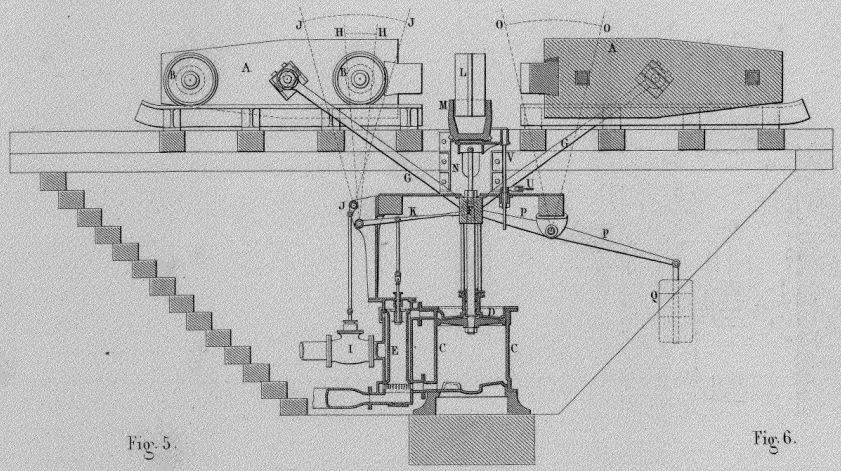


Fig. 3.

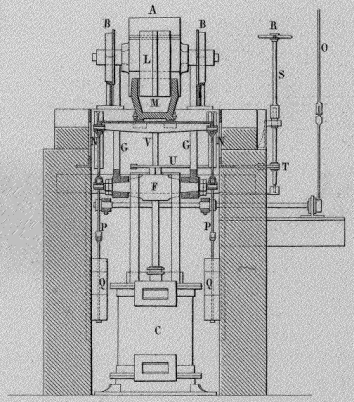


Fig. 5.

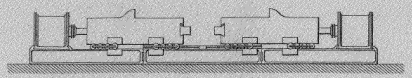


Fig. 6.

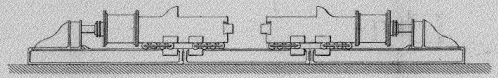


Fig. 2.

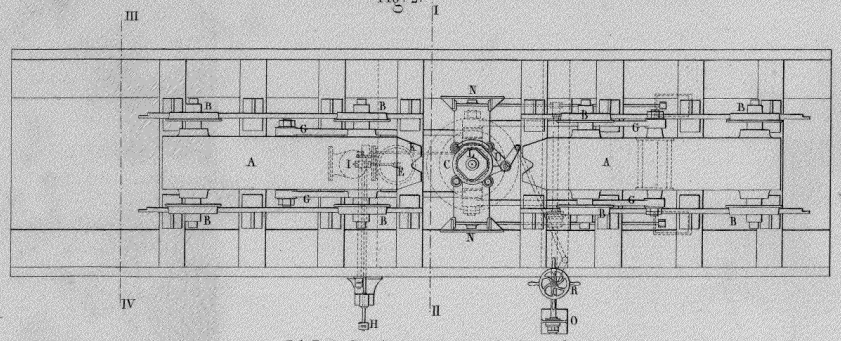
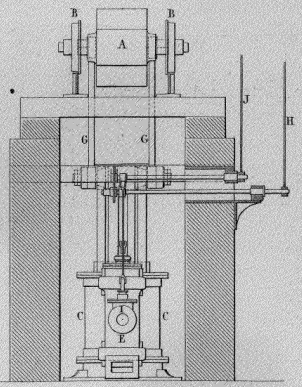


Fig. 4.



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

MARTEAUX DOUBLES, PAR M. RAMSBOTTOM.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

68e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XVI. — Mars 1869.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

CONSEIL D'ADMINISTRATION.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION RELATIVE A LA NOMINATION DE DEUX MEMBRES ADJOINTS.

Conformément à l'arrêté pris le 16 janvier 1855,

M. Tresca entendu dans la séance publique du 12 février 1869 pour le comité des arts mécaniques,

Le Conseil, après délibération, décide que ce comité est autorisé à présenter une liste de candidats pour la nomination de deux membres adjoints.

MACHINES A VAPEUR.

RAPPORT *fait par* M. COMBES, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* TIROIR ÉQUILIBRÉ, *présenté par* M. A. COCHOT, 12 *et* 14, *rue Moreau, à Paris.*

Messieurs, à l'occasion du remarquable rapport que notre collègue, M. Victor Bois, a fait sur le tiroir équilibré de M. Beyer (1), et dans lequel il est

(1) Voir *Bulletin* de 1865, 2e série, t. XII, p. 713.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

revenu sur les divers moyens inventés et proposés pour atteindre le même but, M. Auguste Cochot a rappelé et soumis à l'appréciation de la Société une disposition qu'il a appliquée avec succès, il y a plus de dix ans, aux machines motrices des bateaux à vapeur qu'il faisait alors naviguer sur la Saône et le Rhône. Cette disposition avait pour but de parer aux inconvénients et même aux dangers occasionnés par l'effort énorme qu'exigeait, de la part des hommes de manœuvre, le déplacement des larges tiroirs de distribution de ces machines, lorsqu'ils avaient, par exemple, à renverser le sens de la rotation de l'appareil propulseur. Cet effort était surtout considérable quand les eaux étaient chargées de vase, dont la vapeur entraînait une partie jusque dans les organes de la machine; et, dans ces circonstances, le jeu des tiroirs exigeait certainement une dépense très-appréciable de travail et, par conséquent, de combustible.

La disposition dont il s'agit consiste simplement à remplacer une partie de la paroi fixe de la boîte à vapeur opposée à la glace sur laquelle se meut le tiroir de distribution, par une paroi légèrement extensible, susceptible de céder à la pression de la vapeur, qui la pousse de dedans en dehors, et à rattacher cette paroi par deux tiges ou bielles de longueur sensiblement invariables, au tiroir, qui est ainsi soulagé d'une partie de la pression que la vapeur exerce directement sur sa face externe opposée à la face extensible de l'enceinte où il est renfermé.

Pour réaliser ce dessein, M. Cochot a dû donner à la boîte de distribution une forme élevée qui écartât le tiroir de la face extensible opposée, afin que les bielles qui les joignent conservassent à peu près une direction constante, et s'inclinassent très-peu sur le plan de la glace, même quand le tiroir est aux extrémités de son excursion. De là une forme de la boîte de distribution en tronc de cône ou de pyramide à quatre faces latérales, dont la grande base est parallèle au plan de la glace.

La face extensible est formée par un disque ou une plaque épaisse de caoutchouc convenablement préparé, qui forme la petite base du tronc de cône ou de pyramide. Sur tout son contour, cette plaque est serrée par des boulons à vis qui la traversent contre une bride rabattue tenant aux parois latérales de la boîte et un anneau plat superposé que les boulons à vis traversent également; le serrage du caoutchouc entre la bride et l'anneau plat procure l'étanchéité de cette fermeture. Dans sa partie centrale, le caoutchouc est garni, en dedans et en dehors, de deux plaques rigides en tôle, qui s'étendent jusque tout près du contour par lequel le caoutchouc est fixé sur les parois latérales du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tronc de cône et de pyramide, laissant seulement entre deux un petit espace où le caoutchouc à découvert est en contact direct avec la vapeur d'un côté, avec l'air extérieur de l'autre. Le caoutchouc est serré par des boulons à vis entre ces deux plaques. Des extrémités d'un même diamètre de la membrane ainsi fixée entre deux plaques rigides partent les deux bielles parallèles qui la rattachent au tiroir vers ses extrémités, et qui sont réunies, avec une articulation, tant à celui-ci qu'à la face extensible. Enfin, au centre de cette dernière, s'élève une tige en fer cylindrique, saillante à l'extérieur, qui peut monter et descendre dans un petit manchon en fonte fixe et relié aux parois latérales par une bride. Ce manchon guide la tige fixée au centre de la face extensible; mais, afin que cette tige puisse s'incliner légèrement dans tous les sens, l'ouverture du manchon est légèrement conique, et la partie la plus rétrécie a un diamètre un tant soit peu plus grand que celui de la tige pleine.

Un coup d'œil jeté sur le dessin fait comprendre cet ensemble de choses mieux qu'aucune description.

M. Auguste Cochot déclare que ces dispositions ont été appliquées à toutes ses machines de bateaux du Rhône et de la Saône pendant tout le temps qu'ils ont navigué, c'est-à-dire pendant plus de quatre ans; qu'elles ont remédié à tous les inconvénients signalés, et n'ont jamais exigé de réparation. Le caoutchouc a parfaitement résisté, et l'excès de pression de la vapeur maintenue sur le tiroir a suffi pour éviter les pertes de vapeur en procurant une occlusion satisfaisante.

Aujourd'hui qu'on a l'art de préparer le caoutchouc, de manière qu'il puisse résister très-longtemps sans s'altérer à l'action de la vapeur, même à des températures élevées comme 140 à 150 degrés, nous pensons que la disposition, appliquée avec succès par M. Cochot, serait encore plus sûrement et plus facilement mise en pratique, et que le système sur lequel il a appelé l'attention de la Société mérite de prendre place à côté de ceux qui ont été décrits dans le rapport de M. Victor Bois, et pourra rendre de bons services.

Votre comité des arts mécaniques vous propose, en conséquence, de remercier M. Auguste Cochot de son intéressante communication, et de faire insérer le présent rapport dans votre *Bulletin*, avec le dessin du tiroir qu'il vous a présenté.

Signé Ch. Combes, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 7 août 1868.

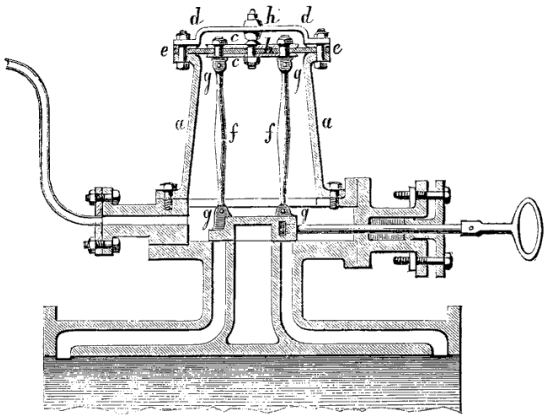
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE RELATIVE AU TIROIR ÉQUILIBRÉ DE M. COCHOT.

La figure ci-dessous représente, en section longitudinale, le tiroir équilibré de M. Cochot.

a, boîte de distribution.

b, plaque de caoutchouc vulcanisé.



c, plaques de fer maintenant le caoutchouc.

d, bride à douille servant de guide au caoutchouc et aux plaques *c* entre lesquelles il est placé.

e, rondelle en fer avec boulons servant à faire le joint du caoutchouc.

f, bielles articulées.

g, chapes reliant les bielles articulées, d'une part, au caoutchouc et, d'autre part, au tiroir de distribution.

h, manchon fixé à la bride *d*, et dans lequel se meut une tige en fer cylindrique placée au centre du caoutchouc et des plaques *c*, avec lesquels elle monte et descend.

(M.)

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. PIHET, *au nom du comité des arts mécaniques, sur la* NOUVELLE SERRURE A SECRET *présentée par* M. A. M. YVERNEL, *impasse Robert,* 12, *à Paris-Montmartre.*

Messieurs, les combinaisons trouvées par des inventeurs ingénieux, pour assurer le secret des serrures de sûreté, sont des plus variées, et l'on croirait presque impossible d'en voir augmenter le nombre. Cependant elles ne donnent pas toute sécurité à leurs possesseurs.

Dans les serrures à lettres ou chiffres apparents, par exemple, la vue

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

exercée d'un spectateur intéressé peut saisir le chiffre ou le mot dont se sert le propriétaire.

Dans d'autres, le bruit des déclanchements que l'on compte sert d'indice à l'observateur attentif et habile pour s'assurer du moment où il doit compter le nombre de tours imprimé aux rondelles.

M. Yvernel a songé à donner une nouvelle sécurité à l'emploi de ces sortes de fermetures, en combinant les impressions de l'ouïe et du toucher. Cette dernière a un caractère de personnalité tel, qu'elle ne peut être transmise que par la volonté du possesseur de la serrure.

Les plans donnés par M. Yvernel, et reproduits planche 406, démontrent la bonne réussite de son mécanisme, qui se compose de trois roues *a*, *a*, *a*, accouplées chacune, comme l'indiquent les figures 1, 3, 4 et 5, à un disque cylindrique *a'*, qui porte à sa circonférence une entaille angulaire destinée à recevoir une partie saillante (fig. 2). Lorsque cette roue est amenée au point voulu, on peut toujours varier la position relative.

Un cliquet agit sur les dents des roues *a*, de façon à ne leur permettre de tourner que dans un sens déterminé.

Sur la face des roues opposée au disque cylindrique *a'*, se trouve une saillie *b*, qui, au moment où ce disque passe au-dessus de l'extrémité d'un levier en équerre *c*, le fait baisser du côté de cette extrémité et relever de l'autre; or cette autre extrémité rencontre la queue de la tige *d*, qui peut se mouvoir au centre de la tige *f*, où elle est maintenue par un ressort à boudin; il résulte de cette action que cette tige *d* reçoit un mouvement qui fait ressortir l'extrémité de cette tige au-dessus du bouton de la tige *f*.

Ce mécanisme permet donc à la personne qui manœuvre ce bouton, en le poussant alternativement, de sentir la pression de l'extrémité de cette tige intérieure; il ne lui reste plus qu'à compter le nombre de mouvements qu'elle fera accomplir à la roue pour amener l'encoche de cette roue ou de son disque au-dessus de la partie qui permet l'ouverture de la serrure.

Les trois roues *a* sont montées de la même manière, et, comme chacune d'elles peut avoir un nombre différent entre l'avertissement du toucher et celui voulu pour l'ouverture, il est facile de concevoir qu'une personne étrangère aux combinaisons arrêtées n'en pourra pas surprendre le secret, tout en voyant et écoutant.

Lorsque toutes les entailles des disques *a'* sont amenées en face des saillies *m'* de la pièce *m*, toute cette pièce qui enrayait le triple pêne de la serrure retombe alors d'elle-même, ce qui permet d'ouvrir la serrure,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dont la construction peut être une de celles généralement employées.

En résumé, les dispositions adoptées par M. Yvernel paraissent très-réussies et atteignant parfaitement le but qu'il se proposait; cet inventeur ajoute ainsi une sécurité de plus à la série de celles que réclame le secret des fermetures.

J'ai donc l'honneur de vous proposer, au nom du comité des arts mécaniques, de remercier l'auteur de sa communication, d'ordonner l'insertion, dans notre *Bulletin*, du présent rapport avec le dessin du mécanisme de la serrure, et d'en tenir 200 exemplaires à la disposition de M. Yvernel.

Signé PIHET, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 22 *mai* 1868.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 406 REPRÉSENTANT LE SYSTÈME DE SERRURE A SECRET DE M. YVERNEL.

Fig. 1. Plan de la serrure à secret, la plaque qui recouvre le mécanisme étant enlevée.

Fig. 2. Section perpendiculaire à la figure 1 et passant par la ligne XY.

Fig. 3. Vue de face d'une des roues du mécanisme.

Fig. 4. Vue de profil de cette roue.

Fig. 5. Section de la même passant par un plan diamétral.

Les figures 3, 4 et 5 sont à une échelle double des précédentes.

La serrure proprement dite est une serrure à gardes mobiles du système Chubb, bien connu par les nombreuses descriptions que le *Bulletin* en a données.

A A, longue boîte ou palastre de la serrure.

B, gardes mobiles, dont le nombre peut varier suivant les dispositions des pannetons de la clef.

B′, broche d'entrée de la clef.

C, C, C, pênes au nombre de trois.

D, tige reliant les trois pênes de manière à les faire fonctionner simultanément; c'est celui du milieu qui est commandé par la clef et qui, selon qu'il est ou non enclanché, rend impossible ou non l'ouverture de la serrure. A cet effet, ainsi que l'indique la figure 1, la queue de ce pêne est munie de deux encoches dans lesquelles, à un moment donné du fonctionnement du mécanisme à secret, on fait pénétrer les deux saillies m' de la pièce m dont il est question dans le rapport précédent.

Pour ne pas faire double emploi, nous ne parlons pas du mécanisme à secret déjà décrit dans le rapport et qui comprend principalement les trois roues dentées a, les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

disques a' et la tige creuse f, au centre de laquelle est la broche d, qui doit faire un instant saillie sous le doigt pendant le fonctionnement. Nous ferons seulement remarquer que le nombre des roues a n'est pas déterminé; au lieu de trois roues on peut en avoir quatre et plus, ce qui augmente les combinaisons.

(M.)

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par M.* ALCAN, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* APPAREIL A LAVER LA LAINE, *imaginé par M.* A. RAVEL, *fabricant de draps, à Barrême (Basses-Alpes).*

Messieurs, le lavage de la laine, qui complète le dégraissage avant la teinture, a été pratiqué, jusqu'à ces dernières années, soit aux bâtons, soit avec les pieds nus; c'est-à-dire qu'on ouvrait et agitait la laine dans l'eau à l'aide de bâtons manœuvrés à la main, ou des pieds actionnant directement la substance filamenteuse. La première méthode était plus particulièrement employée dans les usines du Nord; la seconde n'était guère en usage que dans le Midi.

L'indication de ces moyens suffit pour en faire saisir les inconvénients. L'action, dans l'un et l'autre cas, était lente, irrégulière, d'un prix relativement élevé, et laissait souvent à désirer sous le rapport de l'épuration complète de la matière. Aussi avait-on cherché, depuis longtemps, à substituer le lavage automatique aux modes de traitement dont il vient d'être question.

On imagina, en France, il y a plus de quarante ans, des machines à laver très-remarquables, et aussi efficaces que celles, d'ailleurs identiques, que nos industriels ont fait venir, dans ces dernières années, de l'Angleterre. Seulement, comme le lavage avait été considéré comme une opération accessoire, on ne s'est décidé à avoir recours aux moyens mécaniques perfectionnés que lorsqu'on y a été, en quelque sorte, contraint par l'application générale du travail automatique aux transformations des lainages; aussi le lavage automatique des laines est-il, aujourd'hui, un fait accompli au bénéfice de l'industrie.

Divers systèmes pratiques sont en présence et offrent des avantages variables suivant le genre de laine à traiter, et selon que l'opération doit avoir lieu dans une localité où l'eau est abondante ou rare, la force motrice chère ou à bas

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

prix. En tous cas, il n'y a pas encore de moyens pratiques complétement à l'abri de critique ; aussi continue-t-on les recherches pour arriver à une solution de la question qui permette d'épurer entièrement les fibres sans les briser, de les corder et les feutrer, et d'atteindre ce résultat d'une façon sûre et constante au plus bas prix possible. C'est là le problème que M. Ravel pense avoir résolu.

Le moyen qu'il a soumis, à cet effet, à votre appréciation est fort simple. L'inventeur a repris l'idée, déjà ancienne, de l'utilisation directe d'une chute naturelle ou artificielle au lavage des laines. L'appareil est aussi simple qu'il paraît efficace. Il se compose d'un bassin circulaire, au centre duquel se trouve un second réservoir concentrique bien plus petit que le premier, et dont la paroi verticale est percée de petits trous pour laisser échapper l'eau. Celle-ci, amenée par un canal ou des conduits de la chute à la partie supérieure de l'appareil, est introduite dans l'intervalle circulaire compris entre les réservoirs extérieur et intérieur, et qui contient la laine à laver, déposée, au préalable, en un point de cet espace annulaire. Le liquide, en arrivant d'une certaine hauteur, pénètre la masse, la désagrége, la divise en la faisant tourner plus ou moins rapidement dans le canal annulaire, et se renouvelle à mesure que celle chargée d'impuretés s'échappe par les trous indiqués précédemment, ainsi que par une soupape placée au fond de l'appareil. L'eau a, par conséquent, une double fonction ; elle est destinée à laver et à épurer les fibres, comme à l'ordinaire, et remplace en même temps les organes mécaniques chargés, dans ce cas, d'opérer sur la masse pour isoler les brins, afin de faciliter le résultat. Ce mode d'opérer paraît surtout efficace pour des laines ne se trouvant pas accidentellement mélangées à des corps durs, qui ne peuvent guère être extraits de la masse que par des organes rigides.

L'inventeur garantit le lavage à fond de 100 à 150 kilogrammes de laine à l'heure, au moyen d'une chute de 2 à 3 mètres et d'un débit de 10 litres, et l'appareil nécessaire pour traiter cette quantité revient à peine à 600 francs, complétement installé.

Ce système de lavage paraît donc particulièrement économique pour les localités qui ont des chutes d'eau naturelles à leur disposition; aussi plusieurs fabriques du Midi, qui sont dans ce cas, emploient-elles ce moyen et témoignent-elles de ses bons résultats. Dans celles où il faut élever l'eau, il y a un compte à faire pour comparer la dépense à celle occasionnée par le mode de lavage employé. Si nos renseignements sont exacts, il y aurait même, dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ce dernier cas, des éléments en faveur de l'appareil de M. Ravel, des teinturiers de Reims et d'Elbeuf établissant, en ce moment, ce système dans leurs usines, qui n'ont pas de chutes naturelles, et qui sont, par conséquent, obligés d'élever l'eau par une machine à vapeur.

Votre comité des arts mécaniques pense donc que l'appareil à laver la laine de M. Ravel est destiné à se propager au profit de l'industrie ; il vous propose, en conséquence, de remercier l'auteur de son intéressante communication, et de faire connaître le nouveau laveur par l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin*, en l'accompagnant d'un croquis de l'appareil.

Signé ALCAN, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 10 *juillet* 1868.

LÉGENDE DE L'APPAREIL A LAVER LA LAINE DE M. RAVEL, REPRÉSENTÉ PLANCHE 407.

Fig. 1. Section verticale de l'appareil.

Fig. 2. Vue en dessus.

A, bassin ou cuvier circulaire en maçonnerie.

B, cylindre métallique percé de trous, placé au centre du cuvier A.

C'est dans l'espace annulaire compris entre le bassin et le cylindre que se place la laine qu'on veut laver.

C, canal d'amenée de l'eau ; il doit avoir une inclinaison de 50 degrés.

D, soupape pour la sortie des eaux chargées d'impuretés.

E, petit volant fixé à l'extrémité supérieure de la tige de la soupape D, et servant à régler l'ouverture de cette soupape.

F, canal de décharge des eaux sales, communiquant avec l'orifice de sortie ménagé au fond du cuvier A.

(M.)

ENSEIGNEMENT.

RAPPORT *fait par* M. CH. LABOULAYE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur l'*ABAQUE, *imaginé par* M. Michel ROUS, *rue de l'Université*, 52, *à Paris.*

Messieurs, l'extrême utilité de tout perfectionnement des méthodes usitées dans les écoles primaires, dans les moyens d'initier les enfants aux premières notions des sciences, est si grande, que tout essai dans cette direc-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion mérite d'être accueilli avec faveur. C'est dans cet esprit que vous avez reçu la communication de M. Rous, et l'examen de votre comité des arts mécaniques l'a conduit à approuver et à considérer, comme pouvant être utile pour enseigner les éléments de l'arithmétique aux jeunes enfants, l'appareil qu'il vous a soumis, et dont je vais m'efforcer de vous donner une idée.

Tout le monde connaît l'appareil dit *Boulier*, formé de lignes de boules enfilées dans des tiges métalliques, et qui, matérialisant en quelque sorte les nombres, a été adopté pour les salles d'asile, pour enseigner la numération aux enfants. Chaque ligne horizontale portant neuf boules sert, dans ce boulier, pour écrire un chiffre d'un nombre.

M. Rous a perfectionné cet appareil. Pour diminuer la petite difficulté d'avoir à compter un trop grand nombre de boules, imitant le *souan-pan* usité en Chine, il le divise en deux parties, l'une portant deux boules blanches (ou mieux une seule boule) valant 5 unités, et l'autre quatre boules noires. De plus, en disposant les colonnes de droite à gauche, les chiffres peuvent s'écrire dans l'ordre habituel. Enfin, en faisant exécuter l'instrument sur de petites dimensions, il peut le mettre entre les mains de chaque élève et, par suite, rendre simultané le travail de toute la classe, condition du plus haut intérêt pour l'enseignement, qui est le point de départ des méthodes employées à la célèbre école de La Martinière de Lyon.

M. Dubois, directeur de l'école communale du VI^{e} arrondissement de Paris, située rue du Vieux-Colombier, déclare, dans un intéressant rapport qu'il nous a remis, avoir été surpris de la rapidité avec laquelle il a pu enseigner la numération, avec l'aide de cet instrument, à des jeunes enfants de 6 à 7 ans.

Dans la brochure qu'il a publiée pour faire connaître son abaque, M. Rous indique de placer sous le grand abaque destiné au maître une règle à divisions mobiles, une série de rondelles formant des séries de couleurs différentes devant servir au calcul des fractions. Cette combinaison nous paraît très-heureuse, surtout en la doublant, en employant deux règles comme l'a proposé M. Dubois, disposition adoptée avec empressement par l'inventeur. En cachant par un curseur les rondelles, à partir de la 12^{e} par exemple, on comprendra de suite l'addition ou la soustraction de douzièmes entre eux.

Mais c'est surtout en affectant la règle supérieure au numérateur et la règle inférieure au dénominateur que cette disposition me paraît infiniment précieuse pour rendre tout à fait palpables la multiplication et la division des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fractions par des nombres entiers et faciliter beaucoup les mêmes opérations par des fractions, une des grandes difficultés de l'arithmétique pour les jeunes gens.

La dernière disposition de l'abaque de M. Rous que nous vous signalerons est celle d'un tableau renfermant les bâtons de Neper, formés par des cylindres qui rendent inutile leur déplacement suivant le système de M. Hélie. Une excellente disposition de parallélogrammes d'une couleur différente de celle du fond, pour indiquer les unités de divers ordres qui doivent s'ajouter, en rend la lecture très-facile.

Il a voulu, par cette partie de l'abaque, matérialiser en quelque sorte la multiplication et la division, comme le fait le boulier pour l'addition et la soustraction.

Malheureusement, il n'en saurait être tout à fait ainsi, puisque ce ne sont que des chiffres écrits, des colonnes de la table de Pythagore qui peuvent ainsi être mis sous les yeux des enfants. Toutefois, en excitant leur curiosité, en s'adressant à leur esprit par une voie un peu différente de celle de l'enseignement ordinaire, cet appareil serait sûrement utile.

Nous espérons, Messieurs, vous avoir fait entrevoir l'intérêt que méritent les recherches de M. Rous, et vous proposons :

1° De le remercier de sa communication ;

2° D'insérer ce rapport dans le *Bulletin* avec le dessin de l'abaque et de la règle pour le calcul des fractions.

Signé Ch. Laboulaye, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 8 *mai* 1868.

LÉGENDE EXPLICATIVE DE L'ABAQUE DE M. ROUS REPRÉSENTÉ PLANCHE 407.

Dans le système d'enseignement proposé par M. Rous on se sert des trois espèces d'abaques représentés par les figures 3, 4 et 5 (pl. 407), dont les deux premiers, de grandes dimensions, sont accrochés à l'un des murs de la classe et servent au maître pour la démonstration ; quant au troisième, qui est l'abaque portatif, il est mis entre les mains de chaque élève pour suivre et exécuter les opérations qui lui sont expliquées.

Les figures 3 et 4 sont au 1/5, tandis que la figure 5 est de grandeur d'exécution.

L'*abaque portatif* (fig. 5) se compose de deux châssis AB, CD réunis par une charnière et qui, rabattus l'un sur l'autre, forment une espèce de boîte d'un petit volume.

Le châssis inférieur CD renferme neuf colonnes de boules, formées chacune d'une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tringle sur laquelle sont enfilées librement, d'une part, deux boules blanches, et, d'autre part, quatre boules noires; les boules blanches sont séparées des noires par une petite cloison E que traversent toutes les tringles; chacune de celles-ci est munie, à son extrémité inférieure, d'un bouton de manœuvre F, et, à son extrémité supérieure, d'un petit rouleau portant à sa circonférence la série des chiffres depuis 0 jusqu'à 9; ces rouleaux sont cachés, mais une petite lucarne disposée au-dessus de chacun d'eux laisse toujours voir un chiffre, en sorte qu'en tournant les boutons F on peut faire apparaître à chaque lucarne tel chiffre que l'on désire. Le châssis CD sert pour la numération, l'addition et la soustraction.

Le châssis supérieur AB comprend huit petits cylindres, portant des colonnes de chiffres de petite dimension et disposés de manière à ne jamais laisser apparaître à la fois, pour chacun d'eux, qu'une seule de ces colonnes; des boutons G, placés comme les boutons F en dehors du cadre, servent à faire tourner ces cylindres à volonté. Le châssis AB est employé pour effectuer la multiplication, la division, l'extraction des racines carrées et cubiques, ainsi que pour démontrer les règles de ces opérations.

L'*abaque-tableau*, qui est de grande dimension (fig. 4), se compose d'un châssis portant dix tringles, sur chacune desquelles sont enfilées à frottement dix boules, dont quatre noires à chaque extrémité supérieure et inférieure et deux blanches au milieu; une tablette en tôle, fixée par des charnières au côté supérieur du châssis et portant les indications inscrites sur la figure, peut se relever ou se rabattre à volonté; dans la figure elle est rabattue, en sorte qu'elle cache les cinq boules supérieures (une blanche et quatre noires) de chaque tringle, ainsi que l'indique en traits ponctués la première tringle de gauche.

HH est une traverse mobile qu'on peut enlever à volonté, suivant le genre d'opération qu'on veut effectuer, et qui sera expliqué plus loin.

Enfin la figure 3 représente l'abaque de grande dimension à l'aide duquel le maître explique aux élèves les fractions et les opérations qui peuvent se faire avec elles.

Considérons l'*abaque-tableau* (fig. 4). Il peut s'accrocher dans deux positions différentes, soit comme l'indique la figure, c'est-à-dire avec les tringles de boules placées verticalement, soit en le renversant de 90 degrés, c'est-à-dire avec les tringles placées horizontalement. Dans ce dernier cas, l'appareil remplit les mêmes fonctions que le *boulier* des salles d'asile permettant d'apprendre à compter jusqu'à 100; en même temps il sert à habituer les élèves à décomposer, en dizaines et unités, tous les nombres de 1 à 100; la traverse HH devenant inutile est alors enlevée.

En plaçant, au contraire, l'appareil dans la situation de la figure 4, on explique facilement toute la numération décimale. Pour cela, on a la faculté de prendre neuf boules sur chaque tringle, chaque boule noire ou blanche valant, dans ce cas, indistinctement 1, ou d'en prendre seulement cinq, comme dans le *souan-pan* élémentaire, mais en assignant alors à chaque boule blanche la valeur de 5. Cette dernière convention est facile à saisir; en employant moins de boules, on n'a plus besoin de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les compter et on obtient ainsi une expression des nombres intelligible à première vue. Dans cette seconde disposition de l'abaque-tableau, la traverse HH doit être rétablie. Quand on n'opère pas, les boules doivent être serrées contre les bords du cadre aux extrémités supérieure et inférieure des tringles, comme le montre la figure 4, position qui marque zéro partout. Au contraire, quand on veut opérer, on amène les boules contre la traverse HH.

En remettant l'abaque portatif (fig. 5) aux élèves sachant déjà compter jusqu'à 100, le maître leur apprend que la première colonne de boules placée à droite sert à exprimer les unités, la deuxième les dizaines, etc. Cela fait, il compte 1, 2, 3, 4, en approchant successivement de la cloison EE les quatre boules noires de la première colonne; puis il compte 5, en abaissant contre la même cloison la première boule blanche de la même colonne et en ayant soin de ramener les quatre boules noires en place, c'est-à-dire contre le bord inférieur du châssis; il obtient ensuite 6, 7, 8 et 9 en ramenant successivement contre la cloison les quatre boules noires, dont la valeur s'ajoute aux cinq unités que représente la boule blanche.

Arrivé là, il dit 10 ou une dizaine, et il montre que pour inscrire cette dizaine il faut approcher de la cloison la première boule noire de la seconde colonne. Il opère alors avec cette seconde colonne comme il a opéré avec la première, et, arrivant ainsi à inscrire 9 dizaines et 9 unités ou 99 unités, il indique que 100 unités ou 10 dizaines forment une centaine, et il passe à la troisième colonne de boules sur laquelle il opère comme sur les deux autres, et ainsi de suite.

Quand les élèves ont suivi cette instruction, ils savent la *numération parlée,* et ils ont appris en même temps la *numération écrite*. Ils connaissent la manière d'exprimer les chiffres au moyen des boules, et ils savent leur donner la place que l'espèce d'unités qu'ils représentent leur assigne dans le système de numération décimale; il ne leur reste plus à apprendre que la manière d'inscrire, au moyen des chiffres, les indications fournies par les boules.

A cet effet, le maître fera connaître aux élèves la signification des chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 marqués en gros caractères sur le châssis AB de l'*abaque portatif* (fig. 5); il leur montrera qu'en tournant les boutons F de l'autre châssis CD ils peuvent faire tourner en même temps les petits rouleaux montés aux extrémités des tringles portant les boules, et faire apparaître successivement aux lucarnes tels chiffres qu'ils désirent de la série 0, 1, 2. . . . . 9. Supposons qu'il exprime, par exemple, 37 avec les boules de l'*abaque-tableau* (fig. 4); les élèves, munis de l'*abaque portatif*, répéteront le même nombre avec leurs boules, puis ils tourneront les deux premiers boutons F de droite et inscriront ce nombre au moyen des deux petits rouleaux correspondants, comme l'indique la figure 5. Enfin, quand ils sauront bien exprimer les nombres au moyen des chiffres des petits rouleaux, on les exercera à les tracer eux-mêmes; pour cela, on leur fera fermer l'*abaque portatif,* et, en le retournant, on leur montrera à se servir de l'ardoise qui forme le fond du châssis CD.

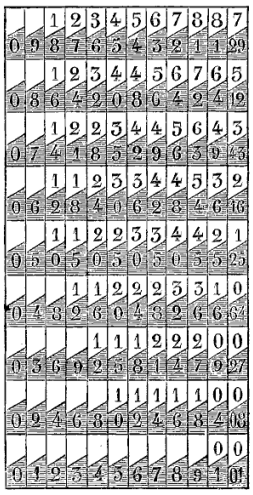
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Après ces exercices, le maître donne, pour lire et écrire, les règles qui se trouvent dans tous les traités d'arithmétique. Ainsi l'*abaque portatif* permet d'expliquer graduellement la numération décimale, en représentant les nombres par des boules, puis d'exprimer ces nombres au moyen des chiffres des petits rouleaux, et enfin de les écrire réellement à l'aide de l'ardoise.

On comprend comment ce système de boules peut servir à expliquer l'addition et la soustraction. Pour la numération on ne s'est servi que de l'une des deux boules blanches, et le maître aura eu soin d'avertir les élèves que pour le moment ils n'avaient pas à se préoccuper de la seconde. L'emploi de ces deux boules sert à faire bien comprendre et à matérialiser, en quelque sorte, la formation des dizaines dans l'addition et l'emprunt d'une dizaine pour la soustraction.

Voyons maintenant comment on opère avec le châssis supérieur AB de l'*abaque portatif*.

Chacun des petits cylindres de ce châssis, qu'on peut faire tourner, ainsi que nous l'avons dit, au moyen des boutons G, porte la table de 12 colonnes de chiffres représentée ci-dessous et composée de la manière suivante :



La première colonne de gauche ne contient que des zéros; la seconde colonne renferme, à compter du bas, la série des neuf premiers nombres; la troisième, les produits par 2 des nombres de la seconde colonne, et ainsi de suite jusqu'à la dixième colonne, qui commence par 9 et qui se compose des produits par 9 des nombres de la seconde colonne. On voit que les colonnes, depuis la deuxième jusqu'à la dixième, c'est-à-dire depuis celle dont le premier chiffre inférieur est 1 jusqu'à celle dont le premier chiffre inférieur est 9, représentent une *table de Pythagore*, avec cette seule différence que, pour les nombres de deux chiffres, le chiffre des dizaines est inscrit au-dessus de celui des unités, dont il est séparé par une barre oblique. Malgré cette barre, il ne faut donc pas lire les nombres comme on lit des fractions, mais bien comme si le chiffre des dizaines était placé à la gauche de celui des unités.

La onzième colonne du tableau et qui commence dans le bas par $^0/_1$ renferme les carrés des neuf premiers nombres de 1 à 9. Enfin la douzième, qui commence par $^0/_{01}$, contient les cubes de ces mêmes nombres. Dans ces deux colonnes également, les chiffres des dizaines sont placés au-dessus des unités et séparés par une barre oblique.

Une feuille de carton rectangulaire portant, le long de chacun de ses petits côtés, la série des neuf premiers nombres inscrits en gros caractères à partir du bas et séparés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par des lignes horizontales est fixée d'une manière invariable sur les bords du châssis AB, dont elle a à peu près les dimensions. Cette feuille recouvre les petits cylindres dont nous venons de parler, mais elle présente au-devant de chacun d'eux une fente verticale de même hauteur, qui ne permet de laisser apparaître à la fois qu'une seule colonne de chiffres. En examinant la figure 5, on voit que les barres obliques qui séparent les dizaines des unités dans ces colonnes se prolongent sur le carton à droite et à gauche, de telle sorte que de leur rencontre avec les lignes horizontales résulte une sorte de quadrillage en losanges, dans lequel les losanges sont disposés par bandes verticales se distinguant par des différences de teinte.

Lorsqu'on veut trouver les multiples d'un nombre, il faut écrire ce nombre en tournant les boutons G de manière à faire apparaître successivement chacun de ses chiffres au bas des cylindres, en prenant le premier cylindre de droite pour celui des unités. Aussi, sur la figure 5, les deux premiers cylindres ayant été tournés de manière à indiquer dans le bas le nombre **12**, tous les multiples simples de ce nombre apparaissent inscrits en face des multiplicateurs correspondants et fixes, marqués en gros caractères sur le carton. Ces multiples se lisent à la manière ordinaire, chaque chiffre, facile à trouver, étant dans un losange de teinte différente; mais il faut avoir soin, toutes les fois que deux chiffres sont dans un même losange, de les additionner; ainsi, à partir du cinquième multiple de **12** jusqu'au neuvième, il faudra lire **60**, **72**....., **108**, c'est-à-dire faire le report de la dizaine inscrite au-dessus du chiffre des unités et séparée de ce dernier par la barre oblique qui forme un côté commun aux losanges de teinte différente.

En examinant attentivement ce système de cylindres, on verra qu'on peut effectuer rapidement la multiplication d'un nombre de plusieurs chiffres par un nombre d'un seul chiffre. Quant aux multiplications dans lesquelles les deux facteurs sont composés de plusieurs chiffres, elles s'effectuent avec les mêmes cylindres au moyen d'une décomposition en plusieurs opérations, décomposition que le maître explique au moyen de tableaux particuliers, qui lui servent également à démontrer les opérations de la division et de l'extraction des racines carrées et cubiques. Nous n'entrerons pas dans de plus longues explications à ce sujet, et nous passerons, en dernier lieu, au calcul des fractions.

Dans l'origine, le système employé par M. Rous pour faire comprendre la valeur et le calcul des fractions se composait de cent rondelles, enfilées sur une tringle horizontale fixée au tableau. Ces rondelles avaient chacune **1** centimètre, et leur surface cylindrique était partagée en trois divisions égales se distinguant l'une de l'autre par des couleurs différentes (rouge, blanche et noire). Comme on pouvait les faire tourner à volonté, il s'ensuit que celles qui ne montraient que la partie noire de leur surface se confondaient avec le tableau, tandis que celles dont la partie rouge ou blanche apparaissait à l'œil servaient à marquer des divisions. Une graduation tracée sur le tableau guidait le maître de manière à le dispenser de compter les rondelles. De cette manière

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on pouvait marquer des lignes de diverses longueurs, et les diviser réellement en un nombre variable de parties égales; c'est ce que M. Rous appelait la *règle à divisions mobiles*.

Plus tard la manœuvre des rondelles ayant été trouvée trop longue, on a remplacé ce premier appareil par celui que représente la figure 3, et qui se compose de deux tringles horizontales sur chacune desquelles sont enfilées librement trente boules de même couleur; ces tringles sont fixées à une planchette qui s'accroche à un tableau. Une tablette T, de même hauteur que la planchette, peut glisser à volonté sur celle-ci comme un curseur et servir à isoler le nombre de boules que l'on veut prendre pour unité. Le numérotage placé au bas de la planchette dispense de compter les boules une à une.

Avec la ligne de boules supérieure on explique les fractions en traçant à la craie sur la planchette, comme l'indiquent sur la figure les lignes qui surmontent à égale distance les boules, des traits divisionnaires partageant le nombre de boules total représentant l'unité, ou celui que laisse à découvert le curseur, en groupes égaux de deux, trois ou quatre boules. Ainsi, dans la figure, les traits divisionnaires indiquent que les trente boules ont été divisées en dix groupes égaux, composés chacun de trois boules; chaque groupe vaut donc **3/30** ou **1/10**. Si l'on voulait multiplier cette fraction par **3**, il faudrait prendre, comme l'indique le plus long trait, trois fois la même quantité de boules, soit **9** boules représentant alors **9/30** ou **3/10**, etc.

La ligne de boules inférieure de l'appareil sert à expliquer la comparaison de deux fractions, représentées matériellement comme nous venons de l'expliquer. Ainsi, en considérant la figure 3, si l'on représente avec la ligne supérieure la fraction **3/10** par exemple et avec la ligne inférieure la fraction **2/30** ou **1/15**, il sera facile de faire comprendre, à simple vue, aux élèves laquelle de ces deux fractions est la plus grande.

On comprend de quel secours cet appareil est pour le maître; car, avec une seule des lignes de boules, il peut donner une idée très-nette de la division de l'unité en un nombre variable de parties égales et expliquer comment on forme les fractions en prenant une ou plusieurs de ces parties. Il peut également expliquer, d'une manière très-claire, les variations que subit toute fraction lorsqu'on multiplie ou qu'on divise l'un de ses termes par un nombre, et son invariabilité, au contraire, lorsqu'on multiplie ou qu'on divise à la fois ses deux termes par un même nombre. En un mot, avec l'appareil, toutes les opérations sur les fractions s'effectuent matériellement au moyen des boules, sans que les élèves aient à comprendre autre chose que ce qu'ils voient effectuer devant leurs yeux.

Prenons, pour terminer, un dernier exemple. Supposons qu'il s'agisse de diviser le nombre **2** par la fraction **3/4**. L'unité devant être divisée en quarts, le maître représentera le nombre **2** sur la première ligne de boules en marquant deux groupes composés chacun de quatre boules; sur la seconde ligne, au contraire, il ne marquera que trois boules pour représenter la fraction diviseur. Cela posé, il lui sera facile de faire comprendre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que diviser 2 par 3/4 revient à chercher combien de fois 3 boules sont contenues dans 8 boules. L'élève trouvera alors, par une opération matérielle, que le résultat de l'opération, c'est-à-dire le quotient, est $2 + \frac{2}{3} = \frac{8}{3} = \frac{2 \times 4}{3}$.

Ce résultat une fois constaté, le maître indiquera la règle et pourra ensuite aborder le raisonnement ordinaire avec plus de chance d'être compris.

(M.)

AGRICULTURE.

RAPPORT *fait par* M. E. TISSERAND, *au nom du comité d'agriculture, sur* L'ENGRAISSEMENT DES VEAUX *d'après le système de* M. BETZ-PENOT, *à Ulay, près Nemours* (*Seine-et-Marne*).

Messieurs, il naît en France, chaque année, de 4 à 5 millions de veaux. Sur ce nombre, la maladie ou les accidents en emportent plus de 400 000. 12 à 1 500 000 sont livrés à la boucherie, le reste est élevé pour fournir à l'agriculture des reproducteurs des deux sexes, des vaches laitières et des bêtes de travail. Des veaux envoyés à la boucherie le 1/5 à peine atteint l'âge nécessaire pour fournir une viande à la fois abondante et de bonne qualité; ceux-ci servent à peu près exclusivement à l'alimentation des grandes villes, Paris à elle seule en absorbe environ 120 000 par an, c'est le 1/10 de la consommation totale de la France en veau et plus du 1/5 de la production totale de cette catégorie de viande. Le reste des veaux destinés à la boucherie (1 000 000 environ) reçoit une alimentation très-insuffisante; le producteur s'en débarrasse aussitôt qu'il peut, souvent en violant les règlements de police; il les envoie à l'abattoir quelques jours après leur naissance.

Il résulte de là que, malgré le nombre assez considérable de jeunes animaux livrés à la boucherie chaque année, la quantité de viande de veau fournie à la consommation n'est pas très-forte; on n'estime pas à plus de 2 kilog. et une centaine de grammes la part de viande de cette catégorie attribuée à chaque individu en France par an. Cette quantité est inférieure à ce que les statistiques indiquent pour l'Allemagne, la Belgique, les Pays-Bas, le Danemark, la Suisse, l'Italie septentrionale et même l'Autriche; on sait qu'en Angleterre ce genre de consommation est presque nul, les Anglais aiment mieux conserver leurs animaux tant qu'ils peuvent croître, c'est-à-dire jusqu'à l'âge adulte à partir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

duquel ils cessent d'augmenter de poids; de cette façon ils obtiennent la plus grande quantité de viande que les bestiaux peuvent fournir, de plus la viande de veau n'est pas dans le goût national; dans le reste de l'Europe elle est recherchée pour l'alimentation publique; il est manifeste que cette branche de la production agricole ne suit pas les progrès de la prospérité publique, elle reste presque stationnaire, en présence d'une demande de plus en plus grande. La conséquence qui s'ensuit, c'est l'élévation du prix de cette viande qui est devenue un véritable objet de luxe. Ainsi, à Paris, le prix moyen de la viande de veau était, à la fin du siècle dernier, 0f,80 à 0f,90 le kilog.; sous le premier empire, il a oscillé entre 1f,10 et 1f,20; aujourd'hui il a atteint 2f,50 et dans certains quartiers il a dépassé de beaucoup ce prix, et quant aux issues, telles que le foie, la tête, le rognon, le riz, etc., ils ont augmenté dans une proportion encore plus grande.

Cette situation fâcheuse tient à l'insuffisance de la production du lait. C'est, en effet, encore à peu près exclusivement avec du lait pur que se font l'engraissement et l'élevage des veaux; or, le cultivateur trouvant aujourd'hui, grâce à l'amélioration des voies de communication de toutes sortes, un débit facile et avantageux du lait de ses vaches, soit en nature quand il est près des villes, soit à l'état de beurre et de fromage quand il en est éloigné, se sent peu disposé à courir les risques, toujours assez nombreux, d'un engraissement qui, en définitive, lui payera son lait à un prix très-faible.

Qu'on ajoute à cette circonstance que, dans une partie de la France, les races ne sont pas toujours très-laitières, et que la ménagère, pour accroître ses profits par la vente du beurre ou pour subvenir à la nourriture de la famille, dispute partout aux veaux une partie de ce qui serait à peine suffisant pour leur développement, on comprendra, dès lors, pourquoi tant de veaux sont sacrifiés peu de jours après leur naissance.

Cette insuffisance de la production du lait n'influe pas seulement sur l'engraissement des veaux, elle agit tout aussi défavorablement sur l'élevage. On rationne les veaux, on leur donne une quantité de lait qui ne répond pas à leur besoin, on les sèvre trop tôt; on sait cependant que c'est surtout d'une alimentation riche et abondante dans le premier âge de la vie que dépendent en grande partie et le développement des formes de l'animal et la vigueur de son tempérament. Bien des animaux ne doivent pas à d'autres causes la lenteur de leur croissance et leur chétiveté. Avec un allaitement plus régulier, plus prolongé et surtout plus abondant, il est hors de doute que nos races se perfectionneraient plus vite et arriveraient

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

surtout à une plus grande précocité, en même temps que, sans modifier le nombre des veaux de boucherie, on pourrait accroître la production de viande de veau d'une trentaine de millions de kilog. correspondant à une valeur de 50 millions de francs au moins, en même temps qu'on élèverait davantage, qu'on ferait plus de bœufs.

Pour répondre à ce besoin pressant de l'agriculture et de la consommation, le premier moyen qui se présente naturellement à l'esprit est de chercher à angmenter les qualités laitières de nos vaches pour accroître la production du lait. Si, en effet, dans le Nord la moyenne de la production d'une vache laitière atteint et dépasse souvent 2 000 litres par an, elle atteint à peine, dans le Midi et le Centre, 5 à 600 litres. Aussi la moyenne générale de la France, d'après les meilleures statistiques, est-elle comprise entre 850 et 950 litres; c'est à peu près la moitié de ce que produisent les vaches de la Saxe, de l'Angleterre, de la Hollande et de la Belgique. Les efforts faits par les cultivateurs pour améliorer nos races à ce point de vue, les encouragements donnés par l'État dans cette intention, sont donc parfaitement justifiés, et il serait injuste de ne pas reconnaître que de grands progrès ont déjà été réalisés dans cette voie.

D'autres personnes ont cherché aussi à favoriser l'engraissement des veaux en substituant à une portion de la ration de lait des denrées de diverses natures et principalement des farineux. On a ainsi préconisé tour à tour l'emploi de décoctions diverses, de thé de foin, d'échaudés, de pain blanc, de blé grillé, de riz, de gruau, de tourteaux, etc.; mais les efforts tentés dans ce sens ont presque constamment échoué parce qu'on ne s'est pas attaché à suivre attentivement les données du problème de l'allaitement, on ne s'est pas assez préoccupé de rechercher des breuvages se rapprochant de la composition du lait et renfermant dans des proportions à peu près semblables les matières plastiques et les éléments respiratoires. Les substances préconisées sont d'une digestion difficile, elles déterminent fréquemment des troubles dans les fonctions de l'estomac des jeunes animaux, elles causent des indigestions suivies de diarrhées épuisantes dont le résultat est toujours d'altérer la qualité de la viande, quand elles ne provoquent pas la perte de l'animal.

M. Betz-Penot, ancien meunier et propriétaire à Ulay, près de Nemours (Seine-et-Marne), mettant à profit ses procédés de mouture qui lui permettent de séparer à volonté les divers organes constituants du grain de maïs, invention qui lui a déjà valu une récompense de la Société d'encoura-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gement, M. Betz-Penot, dis-je, a recherché s'il ne pourrait pas, grâce à son système de mouture, produire une farine plus propre que toutes les denrées indiquées jusqu'à ce jour à entrer dans l'alimentation des veaux, et à remplacer économiquement et sans inconvénient ni pour la santé du veau, ni pour la qualité de sa viande une partie du lait de la ration d'engraissement.

Après de patientes recherches, M. Betz-Penot a trouvé une méthode d'engraissement sur laquelle il a appelé l'attention du Conseil dc la Société d'encouragement et que le comité d'agriculture a été chargé d'examiner.

M. Betz-Penot a formulé de la manière suivante son procédé dans une note imprimée :

« L'expérience a prouvé que le maïs, mélangé au lait, peut être donné « vers la fin du premier mois, en commençant par 250 grammes pendant « les premiers jours, puis 500 grammes jusqu'à la fin du mois; dans le « mois suivant on emploiera 750 grammes, en ménageant également les « premiers jours; toutefois un veau d'une force extraordinaire pourrait en « absorber jusqu'à 1 kilog. par jour. Les quantités de maïs indiquées pour « chaque âge et par jour seront divisées par moitié ou par tiers, selon le « nombre de repas.

« *Préparation.* — La farine de maïs se délaye avec de l'eau froide; une « fois délayée, on la verse dans de l'eau bouillante, laissant cuire à petit feu « pendant trois quarts d'heure environ, en remuant jusqu'à nouvelle ébulli- « tion; quand l'eau bout, l'on ne doit plus remuer. Par chaque 500 grammes « de farine, on emploie 5 à 6 litres d'eau et une poignée de sel; la prépara- « tion ainsi faite ne doit pas être mélangée au lait sans être chaude; il suffit « d'en faire le matin pour la journée et d'ajouter un peu d'eau à chaque « fois qu'elle est réchauffée. Au cas où il en resterait le soir, on peut très-bien « l'utiliser le lendemain matin.

« Avant et pendant l'action de boire on doit agiter avec la main de façon « à éviter tout dépôt. Il est expressément recommandé de faire usage de lait « non écrémé.

« Pendant la période d'engraissement, si le veau se trouve fatigué, on doit « suspendre pendant quelques jours le maïs, puis le remettre à cette nourri- « ture en commençant par ne lui en donner que de petites quantités, pour « ensuite augmenter progressivement. »

Pour apprécier avec plus de sûreté le procédé de M. Betz-Penot, le comité

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'agriculture a jugé utile d'instituer des expériences dont elle a confié la direction à son rapporteur. Les expériences ont eu lieu dans des fermes de la Couronne et dans des établissements privés. Une trentaine de veaux envoyés des domaines de la Couronne ont été soumis à la méthode Betz-Penot; enfin le rapporteur s'est transporté lui-même dans différentes communes de l'arrondissement de Fontainebleau pour procéder à une information près des cultivateurs du pays sur les avantages de l'engraissement au maïs; c'est le résultat de ces investigations que le comité d'agriculture a l'honneur de présenter au Conseil de la Société.

Le premier animal sur lequel ait porté notre attention est un veau normand.

Ce veau, suivant les habitudes, a été soumis à l'engraissement huit jours après sa naissance.

Voici comment l'opération a été menée :

	RATION ADMINISTRÉE par jour.	
	LAIT.	FARINE DE MAÏS.
	Litres.	Grammes.
Première période (10 jours).	6	75
Deuxième — 7 —	7	200
Troisième — 6 —	7	300
Quatrième — 4 —	8	400
Cinquième — 15 —	10	500
Sixième — 14 —	10	600
Septième — 12 —	13	600

L'engraissement a duré soixante-huit jours.

L'animal a été pesé cinq fois pendant la durée de l'expérience :

Au commencement de l'engraissement, il pesait 51 kilogrammes.

Son poids a été à la fin de la quatrième période, c'est-à-dire après vingt-sept jours d'engraissement, de 77 kilogrammes.

Ce qui fait un accroissement de. . . . . 26 kilog.

A la fin de la cinquième période, le poids était de 98 kilogrammes.

Ce qui donne, durant cette période, un accroissement de. . . . . 21 —

A la fin de la sixième période, le poids était de 120 kilogrammes, représentant un gain, pendant quatorze jours, de. . . . . 22 —

A la fin de l'engraissement, le poids vif du veau avait atteint 134 kilogrammes.

Ce qui fait, pour les douze derniers jours de l'engraissement, un gain de. . . . . 14 —

L'augmentation totale de poids vif a été de. . . . . 83 —

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'accroissement moyen par jour a donc été, pendant les vingt-sept premiers jours, de.	0k,963
Pendant la cinquième période.	1,400
Pendant la sixième période.	1,570
Pendant la septième période.	1,166
Pendant les soixante-huit jours de l'engraissement, de.	1,238

L'accroissement de 1 kilog. poids vif a été produit par la consommation suivante :

	Lait.	Farine de maïs.
Pendant les vingt-sept premiers jours.	7lit,000	0k225
Pendant la cinquième période.	7,140	0,357
Pendant la sixième période.	6,363	0,382
Pendant la septième période.	11,142	0,514
Moyenne pendant toute la durée de l'engraissement.	7,570	0,339

Si nous ramenons cette consommation aux principes immédiats qui entrent dans la ration (1), nous constatons que, pour produire 1 kilog. du poids vif, le veau a reçu :

	Matières plastiques ou azotées.	Matières combustibles (carbone des graisses, matières ternaires, etc.).
Pendant les vingt-sept premiers jours de l'engraissement. . .	0k,285	0k,478
Pendant la cinquième période (15 jours).	0,303	0,532
Pendant la sixième période (14 jours).	0,275	0,497
Pendant la septième et dernière période (12 jours).	0,469	0,817
Moyenne pendant toute la durée de l'engraissement.	0,327	0,551
		0k,878

D'après les analyses de M. Payen :

	Matières sèches (matières azotées).	Graisse ou matières combustibles.
1 kilogramme de viande renferme en moyenne.	0k,187	0k,250
		0k,437

Il y a donc eu perte pour l'alimentation publique de matières utiles par l'engraissement du veau; les éléments disparus ont servi à l'entretien de la

(1) La farine de maïs préparée d'après les procédés de M. Betz-Penot renferme dans 100 kilogrammes :

Azote.	1,40
Eau.	12,25
Matière grasse.	4,30
Cendres.	1,26

D'après l'analyse que M. Hervé Mangon a bien voulu faire au laboratoire de l'École des ponts et chaussées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vie chez l'animal et sont représentés par les déjections et les exhalaisons cutanées et pulmonaires.

On constate encore que c'est la fin de l'engraissement, c'est-à-dire le dernier kilogramme de viande qui coûte le plus à produire.

L'une des conditions fondamentales à remplir dans l'engraissement des veaux est de procurer à l'animal une nourriture régulière de plus en plus abondante et de plus en plus riche. Le veau a l'estomac délicat, il est sujet à des indigestions, à des diarrhées, il exige de grands soins; or il semble que, pour réaliser ce résultat, il faut chercher, autant que possible, à avoir des breuvages qui renferment les principes utiles à peu près dans les proportions où ils se trouvent dans le lait, et offrir ces principes dans un état convenable pour une assimilation facile; c'est pour avoir méconnu ce besoin que bien des formules de rations d'engraissement doivent certainement leur insuccès en causant de graves désordres dans la digestion des veaux.

Le lait de vaches renferme, en moyenne, 3,81 pour 100 de matières plastiques (caséine, lactine, etc.), 5,71 pour 100 de matières combustibles (matières grasses et sucre de lait). Le rapport de la matière azotée à la matière combustible s'y trouve par conséquent :: 100 : 152. La matière grasse augmente, le lait est plus riche dans la dernière portion de la traite et à mesure que la production diminue et que l'on s'éloigne de l'époque de la mise bas.

Dans la farine de maïs de M. Betz-Penot ce rapport est :: 100 : 400.

Examinons dans quelles proportions se trouvent ces principes utiles dans les diverses rations administrées aux veaux d'après la méthode de M. Betz-Penot.

Pendant les huit jours qui suivent la naissance, le veau ne prend que du lait pur.

Sa ration comprend donc alors pour 100 de matières plastiques 152 de matières combustibles.

A partir du huitième jour, il reçoit des doses variables de farine de maïs.

	Mat. plast.	Mat. comb.
Pendant les 12 premiers jours de l'engraissement, il trouve dans sa ration pour.	100	157
Pendant les 7 jours qui suivent.	100	165
— 6 —	100	172
— 15 —	100	176
— 14 —	100	180
— 12 derniers jours.	100	174

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La proportion des matières grasses et ternaires (matières combustibles) augmente régulièrement et dans une mesure convenable jusqu'au commencement de la dernière période de l'engraissement, et il est précisément à remarquer que le veau a pris l'augmentation de poids vif la plus considérable et a le mieux profité pendant la période où la quantité de matières combustibles par rapport à la matière plastique était le plus élevée. Le développement marche moins vite et exige une plus grande dépense par kilogramme dans la dernière période de l'engraissement. Durant cette période la proportion de graisse et de substances ternaires a diminué dans la ration. Ce qui confirme encore cette règle pratique, que pour un parfait engraissement la ration doit être de plus en plus riche et doit être modifiée progressivement.

Le boucher qui a acheté ce veau a confirmé cette conclusion en disant que le veau n'avait pas été assez poussé et qu'il aurait gagné à être gardé quinze jours de plus en recevant dans sa ration une plus forte dose de farine de maïs.

Le veau livré à la boucherie ne pesait plus à l'abattoir que 125 kilog.; il avait perdu en route 9 kilog. de son poids pour un parcours de 13 à 14 kilomètres pour aller au marché et de là à l'abattoir. Il a donné au débit :

80 kilog. de viande,
37 — d'issues.

Le rendement est donc de 64 pour 100 du poids vif. C'est un très-beau résultat. L'animal a été acheté 160 francs, soit 2 francs par kilogramme de viande nette.

Il avait, au moment de la mise à l'engraissement, c'est-à-dire à huit jours, une valeur de 40 francs, ce qui laisse pour gain une somme de 120 francs, soit 1^{fr},44 par chaque kilogramme de poids qu'il a gagné. Le prix de la farine de maïs étant de 0^{fr},50 le kilogramme, il devient facile, à l'aide de ces données, de trouver le prix auquel l'engraissement a payé au cultivateur le litre du lait consommé par le veau.

Le compte peut se faire très-simplement :

Prix du veau.	40^{f},00
28^{k},950 de farine de maïs. . . .	14,47
Dépense totale.	54,47
Recette.	160,00
Différence.	105,53

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces 105fr,53 représentent le payement des 629 litres de lait consommés, ce qui fait ressortir le prix du lait donné au veau à 0fr,167. Le fumier produit compense la dépense de paille et celle du combustible employé pour la préparation du breuvage.

Pendant les vingt-sept premiers jours de l'engraissement, le lait a été payé par l'engraissement à raison de	0f,19
Pendant la cinquième période	0,17
Pendant la sixième période	0,198
Pendant la septième et dernière période	0,11
Moyenne pendant toute la durée de l'engraissement	0,167

Ces chiffres confirment ce qui a été dit relativement à la composition de la ration et montrent l'influence économique des changements qui ont été opérés. L'engraissement a fourni, en définitive, un résultat favorable au système préconisé par M. Betz-Penot, puisque l'engraissement avec du lait n'aurait pas payé le lait au nourrisseur plus de 0fr,12 le litre; l'engraisseur estime que sans l'emploi du maïs cet engraissement aurait exigé une consommation de 900 à 1000 litres de lait pur.

Un veau de la race bretonne provenant de la ferme impériale de Vincennes, soumis à l'engraissement dans la même étable, a fourni des résultats qui sont presque aussi satisfaisants.

Voici les faits constatés :

Poids au moment de l'arrivée de l'animal, 27k,500.

Première période de l'engraissement (sept jours).

	Matières azotées.	Matières combustibles.
Ration par jour. — 4 lit. de lait renfermant. . . .	0k,152	0k,228
100 gr. de farine de maïs. . . .	0,009	0,035
	0,161	0,263

Rapport de la matière azotée aux matières combustibles :: 1 : 1,633.

Deuxième période (huit jours).

Ration : 6 lit. de lait renfermant. . . .	0,228	0,342
200 gr. de farine de maïs. . . .	0,018	0,070
	0,246	0,412

Rapport $\frac{412}{246} = 1 : 1,678$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Troisième période (sept jours).

Ration : 6 lit. de lait renfermant. . . .	0,228	0,342
300 gr. de farine de maïs. . . .	0,026	0,105
	0,254	0,447

Rapport des deux matières :: 1 : 1,800.

Quatrième période (huit jours).

Ration : 9 lit. de lait renfermant. . . .	0,305	0,456
300 gr. de farine de maïs. . . .	0,026	0,105
	0,331	0,561

Rapport des deux substances :: 1 : 1,695.

Le poids de l'animal était, à la fin de ces quatre semaines, de 51 kilogrammes.

Ce qui fait un gain total de 23k,500 pour trente jours.

Soit de 0k,783 par jour.

La consommation du mois a été de :

182 litres de lait.
6k,500 de farine de maïs.

On a donc obtenu 1 kilogramme de viande de :

7lit,74 de lait.
0k,276 de farine de maïs.

Cinquième période (14 jours).

	Matières azotées.	Matières combustibles.
Ration : 8 lit. de lait renfermant. . . .	0k,305	0k,456
400 gr. de farine de maïs. . . .	0,035	0,140
	0,340	0,596

Rapport :: 1 : 1,753.

Pendant ces quatorze jours le gain a été de 15 kilogrammes.

Pour une consommation totale de :

112 litres de lait,
3k,200 de farine de maïs.

Ce qui fait un accroissement journalier de 1k,071.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il a fallu, pour avoir un accroissement de poids vif de 1 kilogramme, consommer :

7l,47 de lait,
0k,213 de farine de maïs.

Sixième période (douze jours).

	Matières azotées.	Matières combustibles.
Ration : 8 lit. de lait renfermant. . . .	0k,305	0k,456
500 gr. de farine de maïs. . . .	0,044	0,175
	0,349	0,631

Rapport :: 1 : 1,808.

Le veau est arrivé au poids de 75 kilogrammes.

Ce qui fait pour les douze jours un gain de 9 kilogrammes de poids vif.

Soit 0k,750 par jour.

Pour avoir cette augmentation de poids vif, le veau a consommé 96 litres de lait et 4 kilogrammes de farine de maïs.

Pour 1 kilogramme de gain de poids vif la consommation a donc exigé :

10lit,66 de lait,
0k,444 farine de maïs.

Ce veau n'a plus pesé à l'abattoir que 70 kilogrammes, il a perdu dans le transport 5 kilogrammes de poids vif.

Il a donné à l'étal :

24 kilog. d'issues,
43 — de viande.

Ce qui fait un rendement net de 61 pour 100.

Ce veau a été vendu 86 francs.

Il a été acheté.	20,00
Les 13k,700 de farine de maïs ont coûté. . .	6,85
Total de la dépense.	26,85

Il reste 59fr,15 pour prix des 390 litres de lait consommés.

Soit 0fr,151 par litre de lait et 1fr,38 par kilogramme de poids vif obtenu.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En résumé, cet engraissement a fourni les résultats suivants :

	QUANTITÉ de matières combustibles pour 1 kil. de matières plastiques.	GAIN par jour.	CONSOMMATION pour obtenir 1 kil. de poids vif.		PRIX du litre de lait.	CONSOMMATION pour l'accroissement de 1 kil. de poids vif.	
			Lait.	Farine, maïs.		Matières plastiques.	Matières combustibles
1re semaine.	1,633						
2e id.	1,678	0k,783	7l,74	0k,276	0f,16	0,317	0,537
3e id.	1,800					0,854	
4e id.	1,695						
5e et 6e semaines.	1,753	1,071	7,47	0,213	0,17.1	0,302	0,501
						0,803	
7e et moitié de la 8e semaine.	1,808	0,750	10,66	0,444	0,10.7	0,444	0,764
						1,208	
Moyenne pendant toute la durée de l'engraissement.	1,685	0,848	8,21	0,291	0,15.1	0,337	0,567
						0,904	

C'est pendant les six premières semaines encore que le veau a le mieux profité, a donné le produit le plus fort pour la même consommation. C'est à sa sixième et septième semaine encore qu'il donne le gain vif le plus considérable. La dernière semaine est la moins bonne.

Nous résumons dans le tableau ci-dessous les résultats constatés dans l'engraissement de dix-sept autres veaux d'après la méthode Betz-Penot :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS D'ORDRE.	ÉPOQUE de L'ENGRAISSEMENT.	DURÉE de l'engraissement.	RACE du VEAU et POIDS.	CONSOMMATION totale. LAIT.	Farine de MAÏS.	Quantité de matières combustibles pour 1 k. de matières plastiques contenu dans la consommation.	ACCROISSEMENT du poids vif total.	par jour.	CONSOMMATION pour un gain de 1 kil. de poids vif. LAIT.	Farine de MAÏS.	Matières plastiques.	Matières combustibles.	Total des principes utiles.	RENDEMENT en chair net.	PRIX auquel le litre de lait se trouve payé.	OBSERVATIONS.
1	11 avril au 5 juin		Flamand, 45 kil.	litres.												2 veaux flamands ont donné ces résultats :
	1re semaine. .	7 jours.		28	»	1,523										L'un a pesé vif à l'abattoir. . 98 k.
	2e — . .	7 —		42	»	1,523										L'autre. 106
	3e — . .	7 —		49	0,875	1,596										Le rendement a été :
	4e — . .	7 —		63	1,750	1,649										Issues. Viande.
	5e — . .	7 —		70	2,625	1,698										Pour le 1er. . . 30 k. 60 k.
	6e — . .	7 —		77	3,500	1,737										Pour le 2e. . . . 36 63
	7e — . .	7 —		84	3,500	1,719										
	8e — . .	7 —		77	3,675	1,747										
		56 jours.		489	15,925	1,673	60k,000	1,071	8,15	0,265	0,333	0,558	0,891	61,00 0/0	0f,157	Ils auraient pu être poussés davantage.
2	17 au 24 avril.	7 jours.	Breton, 31 kil.	42	0,434	1,556										Ce veau n'a pas été assez poussé d'après l'avis du boucher. Il a donné à l'abattoir :
	24 avril, 1er mai.	7 —		42	0,700	1,592										Poids vif. . . . . 64 k.
	du 1er au 8 mai.	7 —		35	1,190	1,681										Issues. 23.500
	du 8 au 15 mai.	7 —		35	1,750	1,758										Viande nette. 36.500
	du 15 au 22 mai.	7 —		35	1,750	1,758										
	du 22 au 29 mai.	7 —		42	2,100	1,758										
	29 mai, 5 juin.	7 —	le 5 juin, 65 kil.	49	2,100	1,724										Les petits veaux rapportent moins que les gros.
		49 jours.		280	10,024	1,690	34,000	0,693	8,235	0,294	0,338	0,573	0,911	59,00 0/0	0,124	
3	4 au 25 janvier.	22 jours.	Normand, poids à la naissance, le 25 janv., 51 k.	171	»	1,523										L'engraisseur estime que la consommation avec un engraissement au lait exclusivement eût été d'un tiers à un quart de lait en sus.
	26 janv., 19 mars	52 —	le 20 mars, 110 k.	502	23,600	1,744										
		74 jours.		673	23,600	1,686	59,000	1,134	8,508	0,400	0,359	0,626	0,985	63,60 0/0	0,153	
4	21 mars, 11 avril	21 jours.	Normand, poids à la naissance, 50 k., le 12 avril, 82 k.,	195	»	1,523	32,000	1,524	6,09	»	0,232	0,347	0,579	»	»	Même observation.
	12 avril, 17 juin.	67 —	le 10 juin, 165 k.	712	31,200	1,729	83,000	1,283	8,57	0,375	0,359	0,621	0,980	60,00 0/0	0,165	
		88 jours.		907	31,200	1,683										
5	15 au 22 février.	7 jours.	Normand, poids le 23 fév., 52 k.,	49	»	1,523	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Le veau a eu à la fin de son engraissement un mal de nombril qui a arrêté son engraissement.
	23 fév., 11 mars.	17 —	le 12 mars, 72 k.,	170	»	1,523	20,000	1,176	8,05	»	0,306	0,459	0,765	»	0,14	
	12 au 29 mars.	18 —	le 30 mars, 95 k.,	180	7,200	1,710	23,000	1,277	7,82	0,313	0,325	0,555	0,880	»	0,132	
	30 mars, 23 avril	25 —	le 24 avril, 111 k.	212	9,500	1,734	16,000	0,640	14,50	0,600	0,604	1,039	1,643	»	0,067	
		68 jours.		611	16,700	1,647	59,000	0,867	10,356	0,283	0,419	0,690	1,109	59,45 0/0	0,136	
6	25 mars, 30 mai.	66 jours.	Breton-normand.	475	22,250	1,743	42,000	0,636	11,31	0,530	0,477	0,831	1,308	»	0,129	Ce n'est qu'à partir du 10e jour après son arrivée que ce veau a reçu de la farine de maïs. La ration était de 8 lit. de lait jusqu'au 3 avril; à partir du 3, elle a été de 6 lit. de lait et de 250 gr. de farine de maïs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS D'ORDRE.	ÉPOQUE de L'ENGRAISSEMENT.	DURÉE de l'engraissement.	RACE du VEAU et POIDS.	CONSOMMATION totale. LAIT.	Farine de MAÏS.	Quantité de matières combustibles pour 1 k. de matières plastiques contenu dans la consommation.	ACCROISSEMENT du poids vif total.	par jour.	CONSOMMATION pour un gain de 1 kil. de poids vif. LAIT.	Farine de MAÏS.	Matières plastiques.	Matières combustibles.	Total des principes utiles.	RENDEMENT en chair net.	PRIX auquel le litre de lait se trouve payé.	OBSERVATIONS.
7	1er au 8 mars.	7 jours.	Normand.	56 lit	»	1,523										L'engraisseur estime que, pour arriver au même résultat avec le lait pur, il aurait été obligé de consommer 1/3 de plus de lait; or 28k,950 de maïs ont coûté 14f,50, tandis que 300 lit. ont une valeur de 36 fr., soit une économie de 72 fr. pour les 2 veaux.
	8 au 15 mars.	7 —		70	»	1,523										
	15 au 22 mars.	7 —		56	1,250	1,621										
	22 au 29 mars.	7 —		70	2,100	1,661										
	29 mars, 6 avril.	7 —		84	2,100	1,635	113k,000 l'un; 100,000 l'autre, le plus petit.	1,412	9,637	0,256	0,389	0,640	1,029	60,00 0/0	0f,132	
	6 au 13 avril.	7 —		91	2,800	1,665										
	13 au 20 avril.	7 —		98	3,500	1,698		1,250	10,89	0,289	0,440	0,722	1,162	60,00 0/0	0,114	
	20 au 27 avril.	7 —		105	3,500	1,686										
	27 avril, 5 mai.	7 —		119	3,500	1,665										
	5 au 12 mai.	7 —		140	4,200	1,661										
	12 au 22 mai.	10 —		200	6,000	1,657										
		80 jours.		1089	28,950	1,644										
8	5 mai, 27 juin.	54 jours.	Breton, poids 29 k.	264	27,000	1,978	43,000	0,800	6,13	0,627	0,208	0,570	0,778	assez bon	0,18	
9	5 mai, 27 juin.	54 jours.	Id.	241	25,000	1,983	44,500	0,824	5,41	0,561	0,255	0,505	0,760	assez bon	0,18	
10	23 au 30 avril.	8 jours.	»	42	»	1,523										Ce veau avait un riz pesant 760 gr., comme les gros veaux.
	1er au 10 mai.	10 —		40	2,000	1,758										
	10 au 20 mai.	10 —		45	3,000	1,833										
	20 au 31 mai.	11 —		50	4,000	1,889										
	1er au 10 juin.	10 —		55	5,000	1,935										
	10 au 20 juin.	10 —		60	5,000	1,905										
	20 au 30 juin.	10 —		65	6,000	1,939										
	30 juin, 3 juillet.	3 —		18	2,000	2,010										
		72 jours.		375	26,000	1,844	75,000	0,764	5,00	0,346	0,220	0,406	0,626	60,00 0/0	0,152	
11	29 juin, 29 août.	60 jours.	Breton de la ferme de Vincennes, poids initial, 30 k.; poids final, 80 k.	456	23,500	1,765	50,000	0,833	9,12	0,470	0,388	0,686	1,074	61,00 0/0	0,108	Ce veau a rendu 49 k. de viande nette et n'a été vendu que 81 fr. Engraissé au lait pur, il aurait consommé 1/4 de plus de lait.
12	29 juin, 29 août.	60 jours.	Breton de la ferme de Vincennes, poids initial, 30k,5; poids final, 81 k.	467	23,500	1,759	50,500	0,841	9,25	0,465	0,392	0,691	1,083	59,00 0/0	0,105	
13	25 mars, 13 juin.	80 jours, dont 71 avec farine.	Breton, poids initial, 25 k.; poids final, 86 k.	524	32,500	1,816	61,000	0,775	8,58	0,533	0,372	0,676	1,048	60,00 0/0	0,123	
14	15 avril, 13 juin.	59 jours.	Flamand, poids initial, 47k,5; poids final, 110 k.	622	19,000	1,664	62,500	1,059	9,95	0,304	0,405	0,674	1,079	60,00 0/0	0,137	A partir du 15 mai, on a commencé le maïs. Ce veau a perdu dans son transport 15 k., poids vif. Voici son rendement : Poids à l'abattoir. . . . 177 k. Issues. . . . . 55.750 Viande nette (1re qualité) 112.500
15	24 mars, 26 juin.	95 jours.	Normand, poids initial, 25 k.; poids final, 192 k.	939	34,000	1,692	167,000	1,757	5,62	0,203	0,231	0,392	0,623	63,55 0/0	0,127	

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il résulte de l'ensemble des faits consignés dans ces tableaux :

1° Que ce sont les veaux de grande race qui sont le plus profitables; les veaux de petite race exigent, pour donner le même accroissement de poids vif, plus de nourriture que ceux de grande race. Les premiers détruisent probablement plus de matière utile par la respiration que les derniers.

2° Que, par l'engraissement, les veaux ne rendent pas en chair et en viande l'équivalent de ce qu'ils ont absorbé en principes utiles; il y a perte pour la consommation publique. La déperdition est considérable; elle est de 50 pour 100 au moins de ce que les animaux reçoivent.

La pratique des Anglais de ne pas tuer de veaux, de ne pas sacrifier les animaux à l'âge où ils n'ont consommé que du lait, lorsqu'ils ont formé la machine animale et l'ont mise en état de transformer en denrée alimentaire des fourrages, des pailles, des tourteaux, etc., impropres à la consommation de l'homme et d'un prix peu élevé, se trouve ainsi pleinement justifiée.

3° La perte est moindre si l'on fait intervenir la farine de maïs dans l'alimentation des veaux, puisqu'il y a économie du 1/3 au 1/5 du lait qui serait nécessaire pour l'engraissement complet s'il était employé pur. Dans un cas, l'économie a été de 300 litres de lait pour 30 kilogrammes de farine. Ces 300 litres donnent à l'alimentation publique $11^k,430$ de matières plastiques et $17^k,250$ de graisse et autres matières combustibles; tandis que les 30 kilogrammes de farine de maïs ne lui prennent que $2^k,025$ de matières plastiques et $10^k,542$ d'éléments respiratoires. Le système de M. Betz-Penot constitue donc un progrès.

4° Au point de vue de la qualité de la viande, les veaux nourris au lait, avec addition de farine de maïs, ont tous été déclarés de première qualité; la fibre est fine, dense et tendre à la fois. La chair, quoique ne prenant pas toujours à la cuisson autant de blancheur que la viande de veau nourri exclusivement au lait, n'en est pas moins considérée comme de premier choix par tous ceux qui ont été à même d'en faire la dégustation. La graisse, très-abondante, est d'un grain très-fin et d'un éclat vif argenté. Le foie, le riz et les rognons ont tout autant de qualité que les parties similaires dans les veaux engraissés au lait exclusivement. Enfin le jus de veau nourri d'après le système Betz-Penot est aussi abondant, aussi savoureux et se prend aussi rapidement en gelée que celui des viandes de première qualité.

M. Betz-Penot a d'ailleurs reçu, sur la qualité de la viande des veaux au maïs, les témoignages les plus satisfaisants à cet égard de la part de personnes compétentes, de deux médecins et d'un chimiste.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

5° Comme rendement en viande, les veaux nourris d'après le système de M. Betz-Penot ne le cèdent en rien au rendement des meilleurs veaux nourris exclusivement au lait : les rendements constatés ont varié entre 59 et 65 pour 100 du poids vif de l'animal. Ces chiffres indiquent un excellent engraissement, puisqu'ils approchent de près du rendement des veaux de trois à quatre mois primés au concours général de Poissy.

6° Tout en agriculture se réduit à une question de prix de revient, et tel procédé, malgré tous ses avantages, ne pénétrera pas dans la pratique s'il ne fournit au cultivateur des bénéfices positifs par rapport aux anciennes méthodes.

Il est admis dans la pratique que l'engraissement des veaux paye au cultivateur le lait au prix de 0fr,08 à 0fr,10 le litre, 0fr,12 et 0fr,13 dans les conditions les plus favorables, rarement plus. Il était donc important de rechercher le prix auquel le même produit était payé en combinant son emploi avec un peu de farine de maïs. La tableau annexé à ce travail fait voir que le prix du lait a été, en général, de 0fr,14 à 0fr,15 le litre. Dans un cas, il s'est élevé à 0fr,19; mais, dans un autre cas, il est descendu à 0fr,105. L'opération paraît donc avantageuse; ce résultat était facile à prévoir, puisque, ainsi que nous l'avons signalé plus haut, l'emploi de la farine de maïs, même dans une petite proportion, permet d'économiser une quantité notable de lait. Quoique le prix de la farine employée soit bien à tort, à notre avis, d'un prix très-élevé (0fr,50 le kilogramme), plus élevé qu'il ne devrait l'être, il n'en résulte pas moins une économie réelle dans l'engraissement même, en tenant compte même des dépenses supplémentaires de combustible et de main-d'œuvre qu'exige la pratique de la méthode de M. Betz-Penot. Mais le procédé de M. Betz-Penot ne produirait-il aucun avantage économique sur l'emploi du lait pur, qu'il constituerait encore un progrès. Il rendra, en effet, disponible pour la consommation publique et sous une forme très-demandée plus de viande et plus de lait. Il permettra de garder plus longtemps les veaux à l'engrais avec une quantité limitée de lait. Il fournira surtout aux petits ménages qui n'ont qu'une ou deux vaches le moyen de faire de bons et beaux veaux, tout en consacrant à l'alimentation de la famille une partie du lait produit. Or on sait que ces petits ménages sont très-nombreux en France, et on ne saurait trop encourager tout ce qui est de nature à accroître leur bien-être.

Ajoutons enfin que, dans les divers engraissements, il n'est pas parvenu à notre connaissance que des troubles soient résultés de l'emploi du maïs dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les fonctions physiologiques de l'animal. Nous attribuons ce résultat à la faible proportion relative de la farine administrée et du mode de préparation suivi, pour faire le breuvage destiné aux veaux.

Il est juste de dire que cette méthode, pour être fructueuse, exige des soins et une attention soutenus dans la préparation de la boisson et une grande régularité dans les repas. Il importe aussi d'augmenter la dose de farine avec une grande discrétion; il faut aller progressivement et très-lentement; les irrégularités signalées dans l'accroissement aux diverses périodes de l'engraissement n'ont pas d'autres causes que des augmentations trop brusques de farine ou des modifications justifiées parfois, il est vrai, par des troubles survenus dans la santé si délicate des veaux.

Après avoir examiné la question au point de vue de l'engraissement des veaux, nous nous sommes demandé si l'agriculteur ne trouverait pas avantage à la suivre aussi pour l'alimentation des veaux destinés à l'élevage. Une expérience a été instituée à la ferme impériale de la Motte-Beuvron. Deux vèles suisses, de même âge, ont été soumises l'une à l'allaitement ordinaire, l'autre à l'alimentation avec lait et farine de maïs; les deux bêtes étaient isolées; les résultats des pesées sont consignés dans le tableau ci-après.

DATE des PESÉES.	POIDS		OBSERVATIONS.
	d'une vèle schwitz-flamande née le 22 mai 1867. — Alimentation ordinaire.	d'une vèle schwitz née le 3 juin 1867. — Alimentation à la farine de maïs.	
28 juin 1867. . . .	55 k.	45 k.	Date du commencement du régime.
18 juillet.	77,500	68	
2 septembre. . . .	103	93	
19 septembre. . . .	133	117	Le régime au maïs a cessé ce même jour.
5 novembre. . . .	166	145	Dernière pesée faite en vue d'apprécier le changement de régime.

En examinant les résultats des pesées, on peut voir que, dans une première période qui s'écoule du 28 juin au 2 septembre, il n'existe pas de différence sensible; la proportion reste la même; puis tout d'un coup elle change notablement et s'affirme fortement dans le sens contraire à l'alimentation

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par le maïs, et l'écart continue à s'accroître après le retour au régime commun.

Tout d'abord, si l'on pouvait tirer, non une conclusion, mais une simple présomption de ce fait, on dirait que l'alimentation au maïs semble mieux convenir pour l'engraissement que pour l'élevage.

D'un autre côté, le compte des frais d'alimentation se résume dans les chiffres ci-après :

INDICATION de LA NOURRITURE.	VÈLE schwitz-flamande.		VÈLE schwitz.		OBSERVATIONS.
	Quantités consommées.	Valeur en argent.	Quantités consommées.	Valeur en argent.	
Maïs, 53 fr. les 100 k., transport compris.	»	»	50 k.	26f,50	On n'a pas tenu compte de la dépense supplémentaire de main-d'œuvre et de combustible pour la préparation du maïs.
Lait non écrémé, à 0f,15 le litre.	400	60f,00	128	19,20	
Lait écrémé, à 0f,075.	528	39,60	680	51,00	
		99,60		96,70	

Il résulte de ce tableau et du précédent que la vèle élevée au lait sans farine de maïs avait au 19 septembre coûté 2fr,90 de plus que l'autre et gagné seulement sur elle 6 kilogrammes, soit une valeur de 5fr,40, au taux actuel de 0fr,90 le kilogramme sur pied.

La différence est donc bien minime entre les deux résultats obtenus, surtout si l'on tient compte des petits frais de chauffage et de main-d'œuvre nécessités par l'application de la méthode de M. Betz-Penot; des expériences nouvelles seront continuées sur ce point.

En résumé, et par cela seul qu'il permet de mieux nourrir et d'engraisser plus de veaux, de les livrer à l'abattoir à un âge plus avancé, le procédé de M. Betz-Penot constitue un progrès. Il laisse certainement beaucoup à faire encore; peut-être les indications de Liebig sur le lait artificiel fourniront-elles le moyen de compléter le progrès en donnant à l'agriculture le moyen de faire un breuvage renfermant dans les proportions convenables les principes utiles nécessaires au développement complet de l'animal, soit en vue de l'engraissement, soit en vue de l'élevage. Nous poursuivrons des recherches dans cette voie, et les résultats en seront annoncés ultérieurement au Conseil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quoi qu'il en soit, les travaux patients et persévérants de M. Betz-Penot méritent les encouragements de la Société; le comité d'agriculture propose au Conseil de le remercier de sa communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé EUGÈNE TISSERAND, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 7 août 1868.

AGRICULTURE.

RAPPORT *fait par* M. CHATIN, *au nom du comité d'agriculture, sur les* CONDITIONS DE LA PRODUCTION TRUFFIÈRE *et sur les procédés de culture de* M. ROUSSEAU, *à Carpentras.*

Messieurs, la Société d'encouragement m'ayant fait l'honneur de me demander un rapport sur les procédés qu'emploie M. Rousseau, de Carpentras, pour la culture des truffes, j'ai cru ne pouvoir mieux répondre aux intentions de la Société, qui s'est donné pour mission la recherche et la propagation de tout ce qui peut ajouter au bien-être de tous et à la richesse publique, qu'en étendant, pour le rapport que je viens lui soumettre, mes études aux conditions diverses de la production truffière dans tous ceux de nos départements où cette production a de l'importance. Heureux, si de ces études ressortent la connaissance plus complète du sujet, des données plus générales et plus sûres pour accroître un produit qui fait les délices de nos tables, est un aliment aussi sain que réparateur, et entre déjà dans le commerce de la France pour un chiffre de 16 à 18 millions, qui pourrait être doublé dans une période de quinze ans.

§ 1. — *Résumé historique.*

On pourrait dire de la truffe que son histoire est celle de la civilisation elle-même. Commencée aux grands jours de la Grèce et de Rome, cette histoire paraît se perdre dans les ténèbres qui suivirent; la Renaissance en marque la seconde époque ou le réveil; la Régence, la troisième époque, caractérisée par la grande place qu'elle vient prendre sur la table du riche. Nous assistons maintenant à la quatrième époque de cette histoire : celle de la diffusion de l'usage de la truffe dans les classes moyennes, et de l'application des méthodes de culture à la production d'un produit alimentaire dont la valeur est chaque jour mieux appréciée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Connues successivement de Pythagore, de Théophraste, de Dioscoride qui les regardait comme des *racines* tubéreuses, opinion qui sera celle de son commentateur Matthiole; de Cicéron, qui les nomme les *enfants de la terre*, tandis que Porphyre (célèbre philosophe à qui l'on doit une Vie de Pythagore) les appellera, trois siècles plus tard (environ l'an 250 de l'ère chrétienne), les *enfants des dieux;* de Pline le naturaliste, qui les tient pour des *miracles de la nature*, des *callosités de la terre* ou de la *terre englobée*, et raconte que son ami Lartius Licinius, préteur de Carthagène quand il était lui-même gouverneur de l'Espagne, manqua, un jour, de se casser les dents en mangeant une truffe qui avait enveloppé, dans sa croissance, un denier romain : « *Mordenti tuber, ut deprehensus intus denarius primos dentes inflecteret;* » de Juvénal; de Galien, qui ne défendait point l'usage de ces *bulbes alimentaires* à ses augustes clients, Marc-Aurèle, Verus et Commode; les truffes sont encore mentionnées par l'Arabe Razi ou Rhazès, pour qui elles sont des *fruits potagers*; par Almaden, qui recommande d'en *semer la poudre;* par Enalius, qui les dit engendrées par *la pituite des arbres.*

On sait que telle était l'estime en laquelle les Athéniens tenaient la truffe, qu'ils accordèrent le droit de cité aux enfants de Chérips, auteur d'une forme nouvelle de les apprêter.

La Grèce et Rome tirant principalement leurs truffes de Libye et d'Espagne; on peut croire que, si notre excellente truffe noire, cependant assez commune en Italie, ne leur était pas inconnue, elle était mêlée, confondue peut-être, avec d'autre espèces, comme cela arrive encore, de nos jours même, en plein Périgord, sinon à l'insu du marchand, du moins à celui de beaucoup de consommateurs.

On peut croire même que la Libye fournissait principalement le *Terfezia Leonis*, truffe blanche qui y croît en abondance et fait encore, de nos jours, les délices de l'Arabe, émule de l'Italien, qui tient aussi en grande estime la truffe blanche du Piémont (1).

Mais revenons à la truffe noire.

L'usage alimentaire de cette reine des truffes s'introduisit, dit-on, d'Espagne en France au XIV^e^ siècle; mais presque aussitôt flagellé, ridiculisé par le poëte Deschamps, qui écrivait sous Charles VI, cet usage ne commence vraiment à se répandre que sous François I^er^, qui y avait pris goût pendant sa captivité en Espagne; toujours est-il que Bruyérin, médecin de François I^er^, prit chaudement le parti de la truffe contre ses détracteurs, qui disaient d'elle alors, comme, plus tard, d'autres le dirent de la pomme de terre, qu'elle n'était bonne que pour les cochons! A Bruyérin donc l'honneur d'avoir été le Parmentier de la truffe, pour laquelle il conseilla même une

(1) La truffe noire est inconnue en Algérie (D^r^ Cordier).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pratique agricole nouvelle, l'irrigation des truffières, afin d'accroître leur fertilité.

La diffusion de l'emploi de la truffe ne s'opérait, cependant, que lentement, quand les fins dîners de la Régence, dont la truffe, que l'auteur de la Physiologie du goût devait, plus tard, nommer le *diamant de la cuisine*, faisait toujours partie, la mirent tout à fait à la mode. Inutile d'ajouter qu'elle ne perdit pas, sous Louis XV, la grande faveur en laquelle l'avait tenue Philippe d'Orléans.

La truffe avait pris, en France, une importance qui devait s'accroître encore. Pour satisfaire aux nouveaux besoins, elle fut cherchée et découverte dans presque toutes nos provinces.

Mais la production naturelle était devenue elle-même insuffisante; on voulut y ajouter par la culture. Or, où les données qui semblaient les plus rationnelles : la multiplication de la truffe par la truffe elle-même, déjà recommandée par l'Arabe Almaden, échouèrent, malgré les variations les plus ingénieuses dans les procédés, une pratique empirique, presque contraire, dans les apparences, au sens commun, pratique due aux paysans du Ventoux, donne, on le verra plus loin, des résultats, sans doute entourés encore de quelque mystère au point de vue de la science, mais, en pratique, si constants, qu'il faut bien compter avec eux.

§ 2. — *Pays où croissent les truffes.*

Les truffes croissent en des pays fort divers. Brotero en a trouvé à la Guadeloupe. Elles ne manquent pas en Asie, aux environs de Damas surtout, où, suivant Chabrée, on en consomme, par jour, la charge de dix chameaux. On les connaît, depuis longtemps, en Italie, en Grèce (celles de Lesbos étaient renommées) et en Espagne; on les a signalées en quelques endroits de l'Allemagne, de l'Angleterre (comté de Northampton, etc.) et aux États-Unis. Quoi qu'il en soit de ces citations, la vraie truffe noire est une production, sinon exclusivement, du moins essentiellement française.

On peut dire, en effet, de la truffe qu'elle appartient à presque toutes les provinces de l'empire. Abondante dans la Guyenne, la Provence, le Dauphiné, le Poitou, dans le Languedoc et la Gascogne, elle existe aussi dans le Limousin, le Nivernais, la Franche-Comté, la Champagne, la Bourgogne, le Berry, la Lorraine, l'Alsace (?), la Savoie, etc. La nature du sol, celle des boisements et leur étendue, l'altitude et la latitude des lieux paraissent marquer seules les limites de la production truffière (1).

---

(1) Cet article, que nous abrégeons à dessein pour éviter des répétitions, se trouve complété par celui (§ 13) consacré à la statistique de la production truffière.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

§ 3. — *Origine ou nature propre de la truffe.*

D'où procède la truffe? quelle est sa nature propre?

Quoique résolue pour les naturalistes, cette question, de nouveau agitée, attend une solution qui s'impose à tous, même aux écrivains qui consacrent encore leur talent à propager des hypothèses, parfois spécieuses et séduisantes, mais inacceptables pour la science. C'est pour concourir à cette solution que j'ai visité, cette année, les régions truffières, où j'ai étudié sur place les conditions de la production, et recueilli les opinions de tous ceux, trufficulteurs, rabassiers ou chercheurs de truffes, négociants et savants, qui pouvaient m'éclairer de leurs observations personnelles, ou des remarques suggérées par des rapports de chaque jour avec les hommes du métier.

Les diverses opinions formulées sur la nature de la truffe peuvent être groupées sous les chefs suivants :

La truffe est :

a. — Le produit d'une fermentation de la terre.

b. — Une excroissance ayant pour origine première un suc tombé des feuilles.

c. — Un tubercule ou renflement des racines de divers arbres.

d. — Un fruit souterrain.

e. — Une galle due à la piqûre des radicelles par divers insectes.

f. — Un champignon parasite.

g. — Un champignon non parasite.

Je reprends chacun de ces points de vue.

a. — L'opinion suivant laquelle la truffe serait un conglomérat produit par une sorte de fermentation du sol et de ses détritus organiques, déjà formulée par Pline, est encore celle de M. Lasalvetat, le premier négociant en truffes de Périgueux, et de quelques propriétaires de truffières du même pays. Voici les paroles mêmes de M. Lasalvetat, près de qui je cherchais à m'éclairer : « Ces tubercules s'engendrent, dans tous les « sols favorables, sous l'influence de la chaleur et de l'humidité déterminant une « fermentation. La truffe se forme d'abord *profondément* dans les entrailles de la « terre, puis elle monte peu à peu vers la surface. Les arbres ne favorisent leur dé- « veloppement *que par leur ombre;* aussi leur nature est-elle indifférente, et tout « autre ombrage pourrait-il donner le même résultat; la preuve en est dans la décou- « verte, faite par le médecin Murat et rapportée par M. Vergnes, pharmacien à « Martel, de truffes venues à *l'ombre d'une église.* »

M. Delamotte, secrétaire de la Société d'agriculture de Périgueux, m'a cité, à l'appui de cette hypothèse, le cas de truffières observées par lui à plus de 25 mètres de tous arbres ou, sur la pente de collines, à plusieurs mètres *au-dessus* de chênes dont les racines ne pouvaient remonter, chênes qui, d'ailleurs, étaient quelquefois séparés de la truffière par des rochers placés aussi en amont, et rendant absolument impossible la *remontée* des racines.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais trop de faits et de considérations péremptoires sont contraires à la théorie de la génération des truffes par la fermentation du sol, pour que les cas cités en sa faveur ne doivent être mis sur le compte d'observations imparfaites.

b. — Enalius attribuait la production des truffes à la *pituite des arbres;* hypothèse reprise par le curé de Réoville (près Grignan), pour qui les truffes ont pour premier germe la chute d'un suc exsudant des feuilles du chêne. Ce suc, tombant sur le sol en fines gouttelettes, à mesure de sa formation, ou entraîné par la rosée et les pluies, serait l'origine de la truffe. Le point de départ de cette hypothèse fut la découverte d'une truffe dans du marc de raisin que contenait un tonneau défoncé placé sous un chêne et en recevant les égouttures; sa confirmation serait dans l'observation, exacte en elle-même, que la truffière suit fréquemment, dans le sol, un périmètre correspondant à celui de l'extrémité des rameaux ou de la partie feuillue de l'arbre. Sans rechercher la cause de la présence d'une truffe dans le tonneau de marc de vendange, je ferai remarquer que l'explication acceptée par l'honorable, mais trop crédule curé de Réoville est de toutes la plus improbable, et que, quant à la relation entre la position des truffes dans le sol, à une distance du pied de l'arbre correspondant à la périphérie du feuillage de ce dernier, elle est une conséquence naturelle de la présence des truffes dans la région du chevelu des racines, et dans le parallélisme qui existe très-souvent, comme chacun le sait, entre la portée des rameaux et celle des racines. Mais ce parallélisme n'est pas constant, et si, alors, comme on le voit souvent pour les chênes placés en bordures des vignes, etc., les racines, favorisées dans leur élongation par l'ameublissement du sol, étendent leurs racines bien plus loin que leurs rameaux, c'est à l'extrémité de celles-ci, bien au delà de la zone d'égoutture des feuilles, que correspondent les truffières.

Il est inutile de s'arrêter davantage à la réfutation d'une hypothèse qui se place à peine, par son invraisemblance, au-dessus de celle de la fermentation de la terre (1).

c. — L'opinion dans laquelle les truffes seraient de simples tubercules des racines s'appuie sur ce fait, qu'on les trouve quelquefois adhérentes aux racines. Mais on peut objecter : 1° que cette adhérence, qui devrait être la règle, ne se présente que si exceptionnellement, que la collection de truffes adhérentes, formée lentement et péniblement par M. Bressy, pharmacien à Pernes (Vaucluse), est considérée comme une collection aussi curieuse que rare; 2° qu'il *n'y a pas de continuité* organique, ainsi que je l'ai établi par des préparations anatomiques, entre les prétendus tubercules et les radicelles qui ne s'y trouvent qu'accidentellement engagées, et sont même, quelquefois, remplacées par des ramilles, des pétioles de feuilles, etc., accidentellement enfouis dans le sol, puis enveloppés, englobés par les truffes dans leur accroissement;

(1) Si, au lieu de la pituite des feuilles, le curé de Réoville eût parlé de la pituite (ou excrétion) des racines, il se fût rapproché davantage de la vérité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° qu'il n'y a aucun rapport, ni de développement, ni de structure, ni de composition chimique entre les tubercules vrais et les truffes : les premiers étant vasculaires, celles-ci purement utriculaires ; les premiers étant riches en tanin et en principes amylacés, les truffes, au contraire, chargées de matières protéiques ou azotées.

L'abbé Paramelle, si habile à découvrir les sources, admet la nature tuberculeuse des truffes, et suppose que la production de celles-ci serait consécutive aux blessures accidentellement faites aux radicelles ; de sorte qu'on serait maître d'augmenter cette production en faisant aux racines du chêne de petites entailles. Sans consacrer à l'hypothèse de M. l'abbé Paramelle une réfutation qui me semble inutile, je ferai remarquer que, s'il était vrai que la truffe fût une production hypertrophique déterminée par la lésion des racines, sa recherche à la pioche, qui amène de multiples contusions, dilacérations et sections de ces organes, devrait augmenter la production, tandis qu'il est, au contraire, notoire que ce mode de recherche est au plus haut point destructeur des truffières.

d. — La truffe est un fruit souterrain. Dans cette opinion où la truffe serait une sorte de gland souterrain, l'adhérence aux racines devrait aussi être la règle. Notons seulement que cette opinion a été exprimée par des personnes déclarant qu'elles se font honneur de ne pas être des savants : cela se voit bien.

e. — L'idée que la truffe est une galle se développant sur les racines à la suite de la piqûre d'une mouche paraît être depuis longtemps répandue, quoique d'une façon vague, parmi les paysans de la Provence et du Dauphiné, où les rabassiers désignent sous le nom de mouches des truffes (*mouscous des rabassos,* en Provence ; *mouchei de le triffes,* en Dauphiné) plusieurs diptères qui leur indiquent la présence des truffes et qu'ils croient utiles à la production de celles-ci.

Dégagée de toute interprétation et limitée à la question de fait, la présence de mouches sur les truffières a été constatée, non-seulement par les rabassiers ou truffiers, mais aussi par des savants (MM. Bosc, Tulasne, Gubler, Goureau, etc.), dont le témoignage ne saurait être récusé.

Énoncée vaguement par Dumont, formulée avec doute par B. Robert, la théorie de la truffe-galle prend une forme arrêtée dans les écrits de M. Martin-Ravel.

Dumont, dans l'exposé de ses voyages en France et en Italie publié en 1699, rapporte que, suivant un avocat provençal nommé Clary, « les truffes se pourrissent dans la terre au commencement de l'été, et de leur corruption s'engendre une grande quantité de papillons d'une espèce particulière servant à la génération de nouvelles truffes. Cela arrive par le frai de ces animaux dans de certaines fentes qui se produisent au lieu où étaient les truffes et où celles-ci, les crevasses s'étant fermées, viennent l'année d'après. »

La théorie de la galle est ici bien confuse encore, d'autant plus que Dumont, revenant à une pensée de Pline, dit ailleurs : « Les truffes sont un amas d'un certain suc de la terre. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En 1847, M. B. Robert écrivait à l'Académie des sciences : « C'est à l'extrémité des filaments capillaires et imperceptibles des racines que naissent les truffes, lesquelles ne paraissent en aucune manière être fixées à la terre, *aut saltem capillamentis,* comme le dit Pline. Pourrait-on admettre, par analogie, qu'elles doivent leur naissance, comme la noix de galle, à la piqûre de quelque insecte? »

Mais c'est M. Martin-Ravel qui expose avec détails, dans deux brochures publiées en 1857, la théorie de la truffe-galle qu'il précise et regarde comme sa découverte. Adoptée par le docteur Labrunie, de Cazillac (Lot), et surtout par M. Jacques Valserres, publiciste distingué, qui l'a fort répandue parmi les gens du monde, cette théorie mérite un examen sérieux, lequel ne saurait être d'ailleurs qu'une réfutation.

J'ai vu à Montagnac son auteur, M. Martin-Ravel, et s'il ne m'a pas convaincu, du moins puis-je témoigner de sa parfaite honorabilité, de sa bonne foi, de ses convictions, qui vont jusqu'à l'enthousiasme, de sa science pratique de truffier, et des services qu'il rend chaque jour à son pays, tant en propageant les bonnes méthodes de culture qu'en assurant des débouchés avantageux à la production truffière.

Je fais aux brochures de M. Martin-Ravel quelques emprunts :

« La piqûre de la mouche truffigène au chevelu produit la truffe. La truffigène « voltige *tout l'hiver*, à la hauteur de 30 à 40 centimètres, sur la place des truffières, « autour des chênes producteurs, pénètre dans la terre, pique les extrémités du che- « velu pour déposer ses œufs; la piqûre détermine le jet d'une goutte d'eau laiteuse « azotée; si quelques gouttes se touchent, elles se soudent et produisent de grosses « truffes bossues dont la grosseur et le nombre des bosselures sont en rapport avec le « nombre des galles réunies entre elles. La truffe étant formée, la radicelle piquée « meurt et la truffe grossit avec le secours de la terre et de l'air. Ainsi s'explique « l'absence de radicules.

« La truffe est d'abord blanche, puis grise, brune, noire; elle *contient toujours* « *les œufs* de la mouche truffigène, les larves ne se développent qu'à un certain mo- « ment de la maturité; elles deviennent chrysalides, puis mouches, pour recommen- « cer la série des générations. La génération n'est arrêtée que par le défaut de cha- « leur pour l'éclosion de la ponte; mais, commencée, elle se continue sans inter- « ruption pendant six à sept mois, et cette multiplication des insectes devient innom- « brable.

« Il existe plusieurs mouches truffigènes, et celle qui produit la truffe noire n'est « pas la même que celle qui produit la truffe blanche. Il y a autant de variétés de « mouches que de variétés de truffes; on les reconnaît bien à l'état de larve.

« Dans les années où la truffe gèle en terre, la mouche, les larves et les œufs pé- « rissent; dans ce cas, la reproduction se fait par les truffes qui, placées plus profon- « dément dans la terre, n'ont pas été atteintes par la gelée.

« Quoique nous assimilions la truffe à une galle, nous reconnaissons qu'elles con- « tiennent des principes différents. La galle forme dans l'air de l'acide gallique et du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« tanin en fixant l'oxygène, la truffe fixe l'azote et forme de l'osmazôme ; celle-ci « contient autant de principes nutritifs que la viande, et, si elle devenait abondante, « elle pourrait parfaitement y suppléer. Elle est vraiment un produit animal.....

« *Lors même qu'il serait reconnu que la truffe, au lieu d'être une galle, ne serait « qu'un champignon, la truffigène aurait encore pour rôle de porter en terre les « spores appelées à être fécondées par le contact du chevelu ou peut-être d'ouvrir la « terre pour laisser pénétrer ces semences* (1).

« Toujours est-il que point de mouches, point de truffes. On ne sera pas « étonné que les mouches truffigènes existent continuellement sur les truffières, « puisque leur génération s'opère successivement par la maturité des truffes qui « s'achève vers la fin d'avril.

« Depuis des siècles nos paysans sont guidés dans la recherche des truffes par les « mouches truffigènes que M. B. Robert désignait, il y a dix ans, sous le nom de « tipules... »

M. Jacques Valserres, qui a mis au service de l'hypothèse de la production des truffes par la piqûre des mouches tout son talent et la publicité d'un grand journal (*le Constitutionnel*), se fortifie dans l'opinion de M. Ravel par ces considérations : qu'on ne peut reproduire la truffe en la déposant dans le sol, qu'elle soit entière ou réduite en parcelles; qu'on n'a jamais assisté à la germination de ses prétendues graines ; qu'on la trouve, en cherchant avec soin, souvent adhérente aux racines du chêne; que si, dans les hivers rigoureux, des truffes échappent à la gelée, ce sont précisément celles qui sont encore en continuité avec les racines, dont elles partagent la faculté de résistance à l'abaissement de la température.

La croyance à la mouche truffigène était telle, en ces derniers temps, que beaucoup de personnes ayant fait des plantations de chêne sollicitèrent l'envoi de mouches truffières pour rendre celles-ci fécondes ! Et cependant, les objections à l'hypothèse de la galle sont nombreuses et péremptoires. J'en énumère ci-après quelques-unes.

1° On n'est pas d'accord sur la nature de la mouche. Les uns la disent grise, les autres jaunâtre, etc. ; pour les uns elle est petite comme un moucheron, pour les autres grosse comme celles qu'attirent les cadavres en putréfaction. Plusieurs admettent que les mouches truffigènes appartiennent à de multiples espèces, même pour la truffe noire seulement, qui aurait autant de variétés de mouches qu'elle compte de variétés d'essences forestières (et je dirai plus loin combien le nombre en est grand), ce qui est

(1) Ces mots, que je souligne, sont un abandon complet de la théorie de la galle ; ils témoignent de doutes qui se seraient emparés de l'esprit de M. Ravel. — Pour qui connaît les spores de la truffe, hérissées de petites papilles qui, par la dessiccation, se recourbent, comme je l'ai vu souvent, *en crochets*, tous les insectes truffivores peuvent aider à leur dissémination. M. Ravel serait donc ici dans le vrai.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

peu d'accord avec ce que nous savons des galles, produites chacune par un insecte spécial.

2° Les mouches truffigènes sont, assure-t-on, communes même en hiver. Cependant on n'a pu me la montrer nulle part en février et mars 1868, pas même M. Martin-Ravel, de Montagnac, qui m'a fait assister, par un temps splendide et avec un empressement dont je ne saurais assez le remercier, à une belle récolte de truffes dans ses jeunes plantations.

Il est toutefois acquis qu'on voit, mais surtout en été et en automne, des mouches sur les truffières. Mais ces mouches, qu'on trouve en compagnie de beaucoup d'autres insectes, viennent, comme ces derniers, pour dévorer la truffe, nullement pour la produire en piquant les radicelles. L'organisation même de ces insectes les éloigne, ainsi que l'a fort bien établi mon savant ami M. le docteur Laboulbène, de la classe des insectes galligènes.

3° La truffe est une galle. — Mais alors, comme l'a fait remarquer l'un des premiers M. Léon Dufour, on devrait trouver dans la truffe, soit l'œuf déposé par la mouche, soit la larve provenant de cet œuf; tout au moins devrait-on observer plus tard la *galerie de sortie* de l'insecte. Or je peux affirmer, d'après des coupes multiples, qu'aucune larve ne prend naissance à l'intérieur de la truffe, et que les galeries qui souvent sillonnent celle-ci vers l'époque de sa maturité ont leur point de départ extérieur.

4° Des larves se voient fréquemment dans la truffe. — Oui, sans doute; mais sur les truffes mûres, et généralement même en décomposition; de génération récente, ces larves n'ont pas d'autre origine que celles qui se développent sur les viandes, sur les cadavres des animaux que les mouches ont visités. On comprend, d'ailleurs, que la truffe, très-animalisée comme l'indique assez l'odeur ammoniacale qu'elle exhale en se putréfiant, serve, comme le cèpe, l'oronge, et beaucoup d'autres champignons, à la nourriture d'animaux qui trouvent en elle, physiologiquement, une véritable substance animale.

5° Les adhérences quelquefois constatées entre les truffes et des racines, adhérences dont je dois plusieurs spécimens à MM. Rousseau et Martin-Ravel, qui avaient bien voulu, à ma demande, les faire rechercher parmi les milliers de kilogrammes de truffes qui, chaque année, passent dans leurs importantes maisons de commerce, sont considérées par les partisans de la mouche truffigène comme une démonstration de la vérité de leur hypothèse.

Mais j'objecte : 1° qu'il serait bien surprenant que, si la truffe était réellement une galle, celle-ci adhérât si rarement à la racine piquée; de telle sorte que le fait cité se retourne contre ceux qui l'invoquent (1); 2° que, d'ailleurs, il résulte de mes obser-

(1) On ne trouve assurément pas une fois l'adhérence sur 3000 truffes examinées, et c'est en vain que les partisans de la truffe-galle soutiennent pour les besoins de la cause, sans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vations anatomiques (voir la pl. 1, fig. 1 à 1‴, 2) que les adhérences observées sont purement accidentelles et fausses ou de nature trompeuse, en ce sens qu'elles ne présentent que contiguïté, mais non continuité organique entre la truffe, prétendue galle, et la racine prétendue piquée, que la racine est toujours engagée dans la truffe comme un séquestre, et que ce séquestre, toujours regardé comme une radicelle de chêne, peut être très-variable, comme racine de plante herbacée, débris de racine de chêne desséchée et depuis longtemps séparée de la plante, brindille de branche engagée dans le sol par les labours, et, en un mot, un de ces séquestres mécaniquement enveloppé par la truffe, dans sa croissance, comme ces pétioles de feuilles, fétus de paille ou tiges de graminées que nous voyons souvent engagés dans le tissu des champignons qui viennent à la surface du sol, dans les bois ou les prairies. Parfois les séquestres des truffes sont même de petits cailloux, et l'on n'a pas oublié que Licinius, préteur de Carthagène, manqua de se casser les dents en mangeant une truffe qui contenait un denier romain.

La démonstration que la prétendue adhérence organique des truffes aux racines est controuvée, que les radicelles ou autres corps traversant celles-ci ne sont vraiment que des séquestres étrangers, enlève à la théorie de la galle les seuls faits de quelque valeur sur laquelle elle pût s'appuyer.

6° M. Jacques Valserres explique la résistance plus grande à l'action du froid de certaines truffes placées dans le voisinage d'autres truffes qui ont éprouvé la congélation, par cette considération que les truffes ainsi préservées le seraient par le fait de leur adhérence à des radicelles de chêne qui entretiendraient, dans la masse même de celles-ci, la température propre en raison de laquelle ces racines résistent au froid.

Mais d'abord il n'eût pas été inutile d'établir que les radicelles des arbres ne doivent pas elles-mêmes leur résistance au froid, moins à une température propre plus élevée que celle des truffes, qu'à leur organisation plus sèche et plus ligneuse; en second lieu on peut objecter que la plupart des truffes qui ont résisté à la gelée ne portent pas traces de radicelles adhérentes, l'immunité dont elles ont joui s'expliquant, d'ailleurs, ici par la profondeur à laquelle elles sont placées, là par la nature moins conductrice du sol, ailleurs par leur propre état de sécheresse. J'ai, d'ailleurs, observé un assez grand nombre de truffes que les gelées avaient frappées seulement dans l'une de leurs moitiés, la supérieure ordinairement, comme la plus rapprochée de la surface.

7° Si la truffe est une galle, pourquoi l'insecte qui la produit ne pique-t-il les radicelles que lorsque les chênes sont âgés de 6 à 8 ans environ?

8° Les piochages ou labours profonds détruisent les truffières souvent pour une

---

preuve aucune, et même contre toutes les observations, que la galle encore jeune se détacherait de la racine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

longue suite d'années; cependant il reste du chevelu l'année même du labour, et ce chevelu n'est jamais plus abondant que l'année suivante. Pourquoi la mouche truffigène ne le pique-t-elle pas, alors qu'elle peut se frayer facilement une route dans le sol ameubli? Peut-être objectera-t-on qu'il faut aux mouches moins un chevelu fin et abondant que des racines plus fortes; mais alors comment ces fortes racines disparaissent-elles si bien durant le développement de la truffe, que celle-ci à la maturation n'en présente plus de traces?

9° Comment expliquer par la vie toute localisée de la truffe-galle, laquelle tirerait toute sa nourriture de l'arbre même, cette destruction des herbes, cet effritage du sol des truffières, visibles souvent plusieurs années avant que les truffières ne soient en production, — phénomènes qui n'ont plus rien d'inexplicable dès qu'on se rapporte au travail d'une végétation spéciale et épuisante, telle qu'on la comprend par le mycelium d'un champignon souterrain?

10° Les partisans de la galle se fortifient dans leur opinion en disant que jamais on n'a vu germer les truffes; que, dès lors, il n'est pas sérieux de prétendre que celles-ci sont munies de graines.

Mais ils n'ont pas vu davantage, je suppose, la germination du cep (*Boletus edulis*) et de la morille (*Morchella esculenta*), ce qui ne les empêche pas d'admettre que ce sont de vrais champignons, dont l'hymenium porte des myriades de graines ou spores.

Je recommande, en terminant, les deux objections suivantes aux partisans de la truffe-galle :

11° M. Laboulbène a établi, en 1864, dans un excellent mémoire *sur les Insectes tubérivores*, que « *pas un des insectes vivant dans la truffe n'est* GALLIGÈNE, » ou producteur de galles. Les noms de ces insectes sont parfaitement connus des naturalistes, et sur ce point les doutes élevés par MM. Martin-Ravel, J. Valserres, etc., n'ont rien de fondé. Ni les muscides (*Helomyza, Curtonevra, Anthomyia, Cheilosia, Phora*), ni les tipulaires fongicoles (*Sciaria*), ni les coléoptères (*Anisotoma, Bolboceras, Rhizotrogus, Phylloperta*), etc., trouvés sur les truffières ou dans les truffes, ne sont gallicoles; c'est un point hors de discussion pour toute personne non étrangère à l'entomologie.

12° On connaît une galle des racines du chêne, une vraie galle qui se forme à la suite de la piqûre du *Cynips aptera,* Fabr.; mais cette galle, qui n'a aucune ressemblance avec la truffe, adhère à la racine qui l'a produite, et dans sa structure entrent, avec du tissu cellulaire, des fibres et des vaisseaux, savoir les éléments mêmes du tissu ligneux des racines, plus une forte proportion d'acide tannique. Cette galle présente toujours une cavité où est né le diploptère gallicole, et il n'est pas douteux qu'elle ne fut regardée comme un mets bien maigre, même par les partisans de la mouche.

e. — La truffe est un champignon parasite. — Ce qui précède nous conduit indirectement à voir dans la truffe un champignon, mais est-elle un champignon parasite?

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est là l'opinion d'un certain nombre de savants et d'habitants de contrées truffières, notamment de M. Bressy, de Pernes en Vaucluse.

Nous ferons tout d'abord très-nettement une distinction trop souvent négligée, même des botanistes. Pour plusieurs de ces derniers, en effet, une plante est parasite quand, comme un grand nombre d'orchidées des tropiques, de champignons, etc., elle vit sur des parties *mortes* d'autres végétaux, feuilles, écorces, bois, etc., ou même dans l'humus provenant de la décomposition de celles-ci. C'est là un point de vue très-faux, tout végétal parasite qui mérite réellement ce nom devant vivre aux dépens de la vie d'autres espèces, auxquelles il prend les matériaux de nutrition qu'elles avaient élaborés pour alimenter leur propre existence. C'est bien comme tel que M. Bressy considère la truffe qui, pour lui, vivrait toujours soudée aux radicelles du chêne, dont elle tirerait sa substance.

Mais on objectera avec raison que l'adhérence des truffes aux radicelles devrait être constante, tandis qu'elle n'est que très-rarement observée, malgré les soins qu'on peut mettre à sa recherche. Or cette objection, déjà puissante, l'est cependant moins encore que celle tirée de l'observation attentive des rares cas d'adhérence, cas que l'on démontre, surtout en s'aidant du microscope, n'être dus qu'à des circonstances fortuites, aucune connexité anatomico-physiologique n'existant entre les tissus de la truffe et ceux des racines en simple contiguïté.

En vain l'opinion qui admet le parasitisme essayerait-elle de s'appuyer de cette circonstance que les truffes prendraient, dans une certaine mesure, l'arome des plantes qui seraient leurs nourrices, car cette relation (qui, d'ailleurs, n'est pas incontestable) s'expliquerait d'une façon satisfaisante par le faux parasitisme ou le développement de la truffe dans les produits excrétés et les détritus des racines, feuilles, etc., enfouis dans le sol même où elles se développent.

Notre conclusion est donc que la truffe n'est pas un parasite vrai.

f. — La truffe est un champignon non parasite. — On vient de voir cette proposition se dégager de toutes les hypothèses contraires, s'affirmer de tous les faits, de toutes les considérations inconciliables avec une autre conclusion. La truffe est bien un champignon, et un champignon non parasite, dans la vraie acception de ce terme ; seulement elle est souterraine ou hypogée, comme tout l'ordre naturel auquel elle appartient.

En dehors des faits qui conduisent indirectement à voir un champignon dans la truffe, les preuves directes tirées de l'organisation intime, du développement et même de la composition chimique l'établissent de la façon la plus absolue. Les naturalistes n'ont, d'ailleurs, pas varié d'opinion à cet égard depuis que les plantes ont été distinguées dans leurs caractères propres et leurs grandes divisions naturelles.

Si l'on objectait que l'on n'a pas encore observé la germination de la truffe, je demanderais si l'on connaît mieux celle de beaucoup de champignons épigés dont on ne conteste pas cependant la nature.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Et si l'on s'étonnait de la lente évolution des spores qui, dans les truffières créées par la culture, semblent attendre cinq ou six ans ou même huit à neuf ans, pour montrer leur appareil de fructification, je rappellerais comme analogue l'évolution bien autrement lente du *Goodyera repens*, cette jolie orchidée de montagne, qui fleurit pour la première fois en 1854 dans la forêt de Fontainebleau, sous les pins du mail Henri IV, et dont les germes (presque ténus comme les spores de la truffe) avaient été apportés avec les graines des pins confiées au sol quarante ans auparavant. Or ces quarante années avaient été employées par les pins à produire, par la décomposition périodique et successive de leurs feuilles, un humus dont l'existence, à l'état de couche d'une certaine épaisseur ou richesse, était nécessaire à la montée à fleur de l'orchidée, qui jusque-là n'avait eu qu'une végétation assez obscure pour échapper à la vue des nombreux botanistes qui, chaque année, explorent le lieu même où elle s'essayait en quelque sorte à vivre en attendant le jour où elle montrerait ses fleurs à leurs yeux étonnés. Depuis lors, la masse de l'humus spécial n'ayant fait que s'accroître, le *Goodyera* végète chaque année avec vigueur et donne régulièrement ses fleurs.

N'est-ce pas là l'histoire des truffières, lentes à se former sous les jeunes plantations dont les détritus ou résidus des radicelles, etc., de chaque année doivent élever, à une certaine puissance, l'humus spécial que réclame la truffe, et qui se maintiendront, s'accroîtront même, à partir du moment où elles auront marqué pour la première fois?

Peut-être devrait-on rapporter à cet ordre de faits l'apparition, en 1867, de l'oronge vraie (ce délicieux champignon commun au delà de la Loire) dans les bois des Essarts-le-Roi, où elle a reparu sur la même place en 1868. Cependant j'estime qu'ici la plus grosse part doit être faite aux conditions climatériques annuelles.

Je termine en précisant l'opinion à laquelle je me suis arrêté sur les agents de développement que le chêne (1) fournit à la truffe.

Il est évident que la base de toute appréciation est dans ce fait, que la truffe est toujours dans le voisinage immédiat des radicelles, dans la zone même du chevelu des racines. Ajoutons qu'il est d'observation générale que la destruction partielle des radicelles et, par suite, du chevelu qu'elles portent, est une cause de perturbation pour les truffières, de stérilité plus ou moins grande, plus ou moins prolongée, ainsi que ne le savent que trop les propriétaires dont les maraudeurs ont fouillé les bois, piochant à la hâte toute la place occupée par la truffière et détruisant ainsi, avec les racines, les produits de l'avenir.

L'extrémité chevelue des racines n'est donc pas seulement indispensable à la production truffière, il faut que sa masse soit assez abondante, assez ancienne (comme l'établit le temps considérable que mettent les truffières à se former dans les jeunes plantatations), qu'elle soit, en résumé, élevée à une certaine puissance dont les facteurs

(1) Ce qui est dit ici du chêne s'applique naturellement à tous les autres arbres truffiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sont, d'une part, la masse actuelle des radicelles, d'autre part l'ancienneté de leur existence.

Or le chevelu des racines, comme les feuilles des rameaux, tombe et se renouvelle chaque année, formant ainsi dans la terre, de ses détritus accumulés, l'humus spécial que réclame le développement de la truffe.

Mais les racines ne contribuent-elles pas autrement que par leur décomposition à la formation de cet humus? On sait qu'elles ont la faculté de rejeter dans le sol, par voie d'excrétion, non-seulement des matières minérales, mais encore certains composés organiques.

Or ces composés, qui varient avec les espèces végétales, ne peuvent-ils être tels dans le chêne, etc., qu'ils complètent, avec les débris des racines, la formation du terreau des truffières? On se confirme dans cette opinion en considérant que, s'il suffisait des matériaux fournis par la décomposition des racines, la production des truffes se continuerait plus ou moins longtemps après l'année qui suit la mort des arbres, ce qui n'a pas lieu.

Les organes souterrains de l'arbre truffier n'agissent donc qu'à la condition de vivre, et dès lors n'est-on pas conduit à admettre de leur part une influence *actuelle,* laquelle ne se comprend bien, dès qu'il a été prouvé qu'il n'y a pas de parasitisme vrai, que par le dépôt dans le sol des truffières d'agents de végétation fournis, versés par les racines?

Peut-être, d'ailleurs, les excrétions des racines expliquent-elles mieux que les produits de leur propre décomposition les qualités particulières attribuées par beaucoup de rabassiers aux truffes, suivant l'espèce de l'arbre près duquel elles se sont développées (1).

Les feuilles ajouteraient, d'ailleurs, à la fertilité du sol des truffières; mais leur rôle s'efface évidemment devant celui des racines ; autrement on ne comprendrait pas que les truffières, au lieu de se localiser dans la zone de ces dernières, ne s'étendissent pas indifféremment partout où se décomposent des feuilles.

D'après une remarque assez générale, que j'ai entendu formuler avec précision par M. Foucault, intelligent trufficulteur du Loudunois, la truffe commencerait ses développements en juillet. Or, cette époque de l'entre-deux séves étant justement celle qui suit le premier mouvement de la végétation et précède la séve d'août, on comprendrait bien qu'elle correspondît à la période de plus grande excrétion qui suit le principal travail de nutrition. Cette considération vient à l'appui du rôle attribué ici aux excrétions des arbres truffiers.

---

(1) Le recepage d'un arbre ou seulement l'élagage de ses grosses branches arrêtent la fertilité de la truffière. Pourquoi? La formation du chevelu serait-elle atteinte, les excrétions suspendues? Il y a là un sujet digne de recherches.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

§ 4. — *Caractères botaniques.*

La famille des tubéracées, à laquelle appartient la truffe, a pour caractères généraux : Réceptacle plus ou moins sphérique, charnu, indéhiscent et non séparable du parenchyme sans déchirement, lisse ou verruqueux, pourvu ou non d'un mycelium persistant. Parenchyme ou chair composé : 1° d'un tissu cellulaire condensé sous forme de membranes ténues et anastomosées qui imitent des veines; 2° d'un tissu cellulaire simple parsemé de sporanges arrondis, ovoïdes ou allongés, sessiles ou munis d'un court funicule, transparents, renfermant d'une à huit spores rondes ou ovales, lisses ou papilleuses. Habitat hypogé ou souterrain.

Le genre *Tuber,* type de la famille et ayant à son tour pour représentant principal la truffe noire, se compose de champignons non parasites, à réceptacle verruqueux, à sporanges globuleux ou oblongs, membraneux, souvent appendiculés. Quant à la truffe proprement dite, dite aussi truffe noire, truffe franche, truffe des gourmands, *Tuber* de Pline, *Hydnum* de Théophraste et de Dioscoride, c'est le *Lycoperdon Tuber* de Linné, le *Tuber cibarium* de Sibthorp et de Bulliard, le *Tuber melanosporum* de Vittadini et de Tulasne. Ses caractères essentiels sont les suivants :

Réceptacle (peridium ou enveloppe) d'un noir brunâtre verruqueux, à verrues prismatiques polygonales souvent marquées de taches couleur de rouille; masse charnue (gleba) d'un noir violet ou rougeâtre, parcourue de veines d'abord blanchâtres, puis rougeâtres, que borde, sur chaque côté, une ligne pellucide; sporanges ou capsules souvent prolongés en un appendice caudiforme et contenant de quatre à six spores, parfois d'une à trois seulement; spores elliptiques, arrondies, opaques, noirâtres, hérissées de courtes papilles conoïdes, aiguës. Odeur très-diffusible et des plus agréables, ainsi que la saveur (*odor et sapor gratissimi*).

L'analogie portait à penser que la truffe n'est autre chose que la fructification du *Tuber melanosporum,* fructification qui serait précédée par un mycelium, bien connu dans quelques autres tubéracées, et qui serait à la truffe elle-même ce qu'est le blanc de champignon au champignon de couche (*Agaricus campestris*), avec cette différence que le mycelium de ce champignon est persistant, tandis que celui de la truffe ne serait que temporaire ou transitoire, son rôle étant de fournir seulement aux premiers développements de la truffe.

C'est qu'en effet, quand on récolte la truffe, on ne trouve autour d'elle aucune trace de mycelium.

Mais, et c'est là une des observations importantes faites par M. Tulasne, le mycelium de la truffe existe réellement, et peut être vu, vers les mois d'août et de septembre, dans le sol des truffières sous la forme de petits filaments blancs, articulés, les uns épars dans le sol, les autres pressés et comme feutrés autour de la truffe, à laquelle ils forment une enveloppe protectrice.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Des fouilles que j'ai pratiquées cette année aux environs de Loudun (au Grand-Poncé, commune de Beuxe), dans les riches truffières de M. Foucault, m'ont permis de reconnaître la présence de filets blancs dispersés dans le sol; mais je n'ai pu, peut-être à cause de la saison déjà avancée, trouver la coiffe feutrée qui a dû entourer les truffes. Celles-ci, qui avaient atteint presque toute leur grosseur, étaient d'un beau noir au dehors, encore blanches ou grisâtres à l'intérieur et à peu près inodores; chez plusieurs de celles que je récoltai et que je conservai dans une petite quantité de la terre des truffières, la chair passa au brun dans les dix ou douze jours qui suivirent, en même temps que leur arome se développa sensiblement (1).

La truffe mûre est marbrée de veines sinueuses étroites qui, dans la jeune truffe, sont larges et bordent des cavités irrégulières communiquant entre elles pour aboutir finalement à une ou plusieurs ouvertures ou dépressions de la surface. A mesure que la truffe se développe, ces cavités sont envahies et remplies par une végétation utriculaire au milieu de laquelle se forment les sporanges, remplis à leur tour par les spores ou graines (2).

La truffe noire croît sous un grand nombre d'essences ligneuses, mais principalement sous le chêne Yeuse et le chêne pubescent.

§ 5. — *De quelques truffes autres que la truffe noire.*

Bien que j'aie spécialement en vue la truffe noire, je dois mentionner, à sa suite,

---

(1) Placées très-près de la surface du sol, qu'elles soulevaient et fendillaient, ces truffes étaient évidemment fort avancées dans leur maturation.

(2) Bulliard et, après lui, Turpin, assimilant la truffe à un être vivipare, nommaient *truffinelles* les spores, qu'ils regardaient comme de véritables petites truffes déjà munies de tous les organes qu'on y verra plus tard, et n'ayant d'ailleurs plus qu'à grossir, sans passer par la germination. — Afin de donner au fait de l'existence d'un mycelium dans la truffe la double autorité de l'auteur de la découverte et de la compétence de l'éminent botaniste qui en fit l'objet d'un rapport à l'Académie des sciences, j'emprunte à ce dernier les lignes suivantes. M. A. Brongniart s'exprimait ainsi : « On pouvait donc admettre presque avec certitude (par les observations faites sur les *Delastria, Ter Fezia,* surtout dans le genre très-voisin des *Elaphomyces*) que les truffes proprement dites avaient aussi un mycelium produisant ces corps charnus, mais se détruisant promptement pour les laisser continuer à s'accroître isolément. C'est, en effet, ce que des observations suivies avec soin dans les truffières du Poitou ont démontré à M. L. R. Tulasne, qui a vu, dans le courant de septembre, le sol de ces truffières traversé par de nombreux filets blancs, cylindriques, bien plus ténus qu'un fil à coudre ordinaire, et cependant composés eux-mêmes de filaments microscopiques cloisonnés de 3 à 5 millièmes de millimètre de diamètre. Ces filets blancs se continuent avec un mycelium byssoïde, floconneux, de même nature, qui entoure les jeunes truffes, et forme immédiatement autour d'elles comme un feutre blanc de quelques millimètres d'épaisseur, dont les filaments se continuent directement avec la couche externe de la jeune truffe, alors à peine grosse comme une noix. » (Ad. Brongniart, *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* XXXI, p. 876, 1850.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quelques autres espèces non sans importance, et qui tantôt la remplacent dans certaines saisons ou dans des pays donnés, tantôt lui sont mélangées dans le commerce, soit par le hasard de la récolte, soit, et ce cas est fréquent, avec une intention frauduleuse. Ces espèces sont les suivantes.

Tuber brumale, Vittadini et R. Tulasne. — Truffe musquée du Périgord, truffe musquée, puante, pudendo de Provence, truffe-punaise ou truffe-fourmi des Piémontais, truffe musquée et truffe vermande du Poitou. D'un rouge ferrugineux avant sa maturité, elle est alors connue en Provence sous le nom de *rougeotte;* ses caractères sont :

Enveloppe verruqueuse, et à la fin plus ou moins nue (?); chair d'un cendré noir, parfois grise ou bistrée; veines blanches, plus rares et plus grosses que dans la truffe noire (1); sporanges multiples pressés entre eux et constituant seuls presque toute la masse charnue; spores plutôt roussâtres que noires, et plus transparentes qu'opaques. D'odeur spéciale, forte et un peu musquée-alliacée, la truffe musquée vient sous un assez grand nombre d'arbres, principalement sous la charmille, le noisetier et le chêne. MM. Ravel et Rousseau m'ont assuré que les arbres qui la produisent ne donnaient pas en même temps la truffe noire, comme si les deux espèces de truffes s'excluaient des mêmes pieds ou individus. M. Rousseau a de plus fait une remarque qui tendrait à faire admettre l'influence de la terre sur la production de telle ou telle espèce. Il a en effet constaté, et m'a fait constater avec lui, que tous les chênes d'un petit cantonnement de sa culture de Carpentras produisaient exclusivement la truffe musquée; or le sol de ce cantonnement est précisément formé de remblais provenant des curages du fossé qui borde la grande route.

Tuber rufum, de Pollini, Fries, Vittadini et Tulasne. — Truffe rousse; truffe grise ou sauvage du Poitou, truffe dite noire de la Champagne et de la Bourgogne.

Plus petite que le *Tuber melanosporum*, cette espèce, à chair d'ailleurs d'un brun roux et à marbrure moins prononcée, a une saveur et une odeur agréables, quoique assez faibles. Commune en Poitou, surtout aux environs de Civray et de Blanzy, où elle vient aux mêmes lieux que la truffe noire, elle paraît croître principalement sous le noisetier, le charme et le chêne pédonculé? (Guitteau.) Peu estimée en Poitou, où elle peut être comparée à la vraie truffe noire qui y croît aussi, cette espèce est recherchée dans la Haute-Marne, où elle est assez abondante, ainsi que la truffe blanche (A. Passy). C'est principalement sous le chêne Rouvre qu'on la trouverait en ce dernier pays.

Tuber mesentericum, de Vittadini et de Tulasne. — Truffe grosse fouine et petite fouine de Bourgogne et de l'île de France, samaroquo des Condomois.

---

(1) Les négociants la distinguent très-bien à ses veines rares, grosses et souvent dilatées à leurs extrémités.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tubercule arrondi, de volume moyen, noir, à verrues anguleuses peu élevées, chair bistre ou gris-brun marquée de veines à contours rappelant ceux du mésentère (1); sporanges à quatre ou six spores; spores brunâtres, elliptiques, réticulées-alvéolées. D'odeur peu agréable, et ordinairement marquée d'une large anfractuosité vers sa base, cette truffe, spéciale aux régions du Nord, se trouve en Angleterre, en Allemagne, en Bohême, en Normandie, dans la Champagne et la Bourgogne; elle est assez commune, en automne et en hiver, aux environs mêmes de Paris, notamment au bois de Vincennes (terrasse de Charenton et coteau de Beauté, entre Joinville et Nogent).

La truffe-fouine possède une odeur forte, non sans quelque analogie avec celle de la levûre de bière. On la trouve souvent sous les bouleaux, ainsi que la truffe blanche d'été.

Tuber æstivum, de Vittadini et de Tulasne; *Tuber albidum,* de Fries. — Truffe blanche, truffe d'été, de la Saint-Jean du Poitou et de la Bourgogne, messingeonne du Dauphiné, blanche ou maïenque de Provence.

Extérieurement fort semblable à la truffe noire, cette truffe est arrondie-irrégulière, d'un noir brun à verrues grandes un peu surbaissées et striées en travers; la chair, d'abord blanche, passe plus ou moins au bistre clair ou jaune d'argile; les veines sont nombreuses et souvent arborescentes ou anastomosées en dendrites; les sporanges, assez souvent vides, peuvent contenir d'une à six spores elliptiques, brunâtres, réticulées-alvéolées, les alvéoles étant grandes et peu nombreuses.

La truffe d'été vient sous le chêne, la charmille, le noisetier et le bouleau. Ordinairement mûre en mai-juillet dans le midi de la France, en juillet-août dans le nord, elle a été trouvée en automne et en hiver à Charenton et Nogent, près Paris, au pied des bouleaux, mêlée à la truffe mésentérique, dont elle se rapproche aussi par son odeur forte qui rappelle celle de la levûre de bière. M. Tulasne l'a aussi observée en hiver dans le Poitou, en même temps que les truffes noire et musquée, ainsi que l'indique la citation suivante empruntée à son beau travail : « *Præcedentium* (*Tuber melanosporum* et *T. brumale*) *comes æstate, hieme; vulgo aput Pictones,* truffe de la Saint-Jean. »

Il ne faudrait pas croire cependant que les truffes blanches observées en automne et surtout en hiver soient toujours le *Tuber æstivum* : car, cette année même, la truffe blanche que j'ai personnellement observée dans le Périgord, le Languedoc, la Provence et le Dauphiné était l'espèce suivante, qui en est très-distincte, et que je nomme *Tuber hiemalbum.*

Tuber hiemalbum. — Truffe blanche d'hiver.

La truffe que je nomme *Tuber hiemalbum* ou truffe blanche d'hiver a été confondue

(1) Parfois à veines grosses, courtes et à petits ilots.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jusqu'à ce jour avec la truffe blanche d'été, dont la production paraît se continuer quelquefois jusqu'à la saison froide. Elle a pu aussi être prise pour la truffe noire arrêtée à ses premiers âges. Cependant elle diffère beaucoup de l'une et de l'autre; plus rapprochée toutefois de la truffe noire par la structure papilleuse et non réticulée-alvéolée de ses spores et l'époque de sa maturation, de la truffe d'été par la couleur blanche de sa chair. Ses caractères généraux sont :

Réceptacle noir, verruqueux, fragile (1); chair blanche assez spongieuse; sporanges assez souvent vides; spores de 1 à 6, elliptiques (plus allongées que dans le *Tuber melanosporum*), *papillifères,* mais non alvéolées-réticulées, faiblement teintées de fauve.

La truffe blanche d'hiver vient principalement au pied des chênes. D'une odeur assez prononcée, elle est fort bien décelée, comme la truffe blanche d'été, par les chiens et les cochons qui d'ordinaire ne découvrent la truffe noire que lorsqu'elle est arrivée à maturité.

Tuber magnatum, de Pico et de Tulasne. — *T. griseum,* de Person. — Truffe grise, de Borch, truffe grise ou aoustenque (?) et gros nez de chien (?) des Provençaux, truffe blonde, truffe à l'ail, fiorini et truffe blanche du Piémont, hydnum de Dioscoride, suivant Paulet.

Truffe grosse (pesant souvent de 250 à 400 grammes), lobée-anguleuse; réceptacle ocracé, pâle, presque lisse; chair teintée de jaune, marbrée de veines très-ténues, réticulées; sporanges à 1-3 spores seulement; spores largement alvéolées-réticulées.

Cette espèce, qui mûrit en automne, mais est mangée dès juillet, en Italie, sous le nom de *fiorini*, croît solitaire sous les chênes, les peupliers et les saules. Commune en Italie, elle vient aussi en Provence où elle est rare; son odeur est à la fois alliacée et analogue à celle de certains fromages; sa saveur, un peu savonneuse, peut être rendue agréable par certaines préparations culinaires; elle se dessèche aisément.

Napoléon préférait, dit-on, cette truffe à la truffe noire.

Parmi les vrais *Tuber* ou truffes, je dois mentionner encore les espèces suivantes :

Tuber rapæodorum, à réceptacle lisse et fauve, comme dans l'espèce précédente; cette truffe a été trouvée à Bougival et à Meudon.

Tuber excavatum, du Poitou, du Périgord, du Dauphiné, etc., truffe musquée de la Drôme, petit nez de chien de Provence (?). Truffe petite, marquée d'une ou plusieurs dépressions. Réceptacle de couleur fauve, assez finement réticulé au dehors, blanchâtre dans son épaisseur, corné; chair bistre, coriace; spores arrondies-elliptiques; papilles courtes et obtuses.

En dehors des *Tuber*, mais toujours dans l'ordre des tubéracées, je citerai encore pour leurs usages alimentaires :

---

(1) Au moment de la maturation, ce réceptacle se brise et se détache aisément par écailles, qui laissent à nu la chair blanche de la truffe.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le *Melanogaster variegatus* de Tulasne, *Tuber moschatum* de Bulliard. C'est la truffe musquée de quelques lieux du Dauphiné, la truffe gemme du Poitou et de la Touraine. Le réceptacle, de couleur bistre et finement réticulé, est épais, subcorné, et recouvre une chair brune, que coupent de multiples veines blanchâtres imitant les mailles d'un fin tissu cellulaire;

Le *Terfezia Leoni* de Tulasne, terfez ou fécule de terre des Arabes, ancien *Tuber niveum* de Desfontaines; etc.

§ 6. — *Arbres et arbustes truffiers.*

Chacun sait que de toutes les essences forestières les chênes sont les plus favorables à la production de la truffe; mais on trouve celle-ci sous beaucoup d'autres végétaux dont les principaux appartiennent, comme les chênes, à la grande famille des Amentacées, plusieurs à la famille des Conifères, quelques-uns aux Rosacées, etc.

On n'a trouvé la truffe sous aucune dicotylédone herbacée, sous aucune plante monocotylédone ni dans la dépendance de végétaux cryptogames.

M. de Lamotte, secrétaire général de la Société d'agriculture de Périgueux, m'ayant assuré qu'on pouvait trouver la truffe sous la plupart des arbres, le châtaignier, le peuplier et le noyer exceptés, j'ai pris de nombreux renseignements et fait des recherches desquels il ressort : que le châtaignier produit assez souvent des truffes; que le peuplier en donne quelquefois; qu'on n'a que des observations négatives quant au noyer.

Il n'est pas douteux que la liste des espèces tant truffières que non truffières ne puisse être étendue; en même temps que, d'autre part, le nombre des végétaux regardés comme produisant la truffe noire pourra être réduit par des observations établissant que certains d'entre eux n'abritent que d'autres espèces de truffes.

Il est, d'aillleurs, évident qu'il doit y avoir généralement exclusion entre la truffe, qui réclame un sol sec et calcaire, et les végétaux qui ne prospèrent que dans les terres humides et siliceuses. Tel est le châtaignier, arbre essentiellement silicicole, et dont la présence est en effet *habituellement* exclusive de celle des truffes. Tel est le peuplier, arbre des lieux humides. Mais que le châtaignier vienne à croître dans une terre où une certaine quantité de chaux se mêle à la silice, le peuplier dans un lieu sec et d'ailleurs calcaire, et la truffe pourra trouver sous ces arbres, dans ces conditions pour eux exceptionnelles, celles de son propre développement (1).

C'est à d'autres causes qu'il faut rapporter l'absence de truffes sous le couvert des arbres calcicoles des lieux non humides, tels que le noyer. L'olivier, qui croît dans la Provence aux mêmes lieux que les chênes truffiers, souvent mêlé à eux dans les

(1) Je viens de voir se réaliser cette conjecture pour le peuplier blanc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

champs et sur la bordure des bois, ne produirait jamais, ou presque jamais de truffes, suivant les renseignements que j'ai recueillis.

J'énumère ci-après les chênes et les autres arbres sous lesquels des truffes auraient été trouvées.

A. — Des chênes.

a. — Chênes à feuilles caduques.

1. — *Quercus pubescens,* Willd.; — *Q. Robur,* ♂ *lanuginosa,* Lam. et D. C.; — *Q. sessiliflora,* β Smith. — Chêne gris, chêne noir du Poitou et du Périgord, chêne blanc de Provence. J'ai reconnu que cet arbre, qui se distingue du vrai chêne Rouvre par sa tige plus tortueuse et plus courte, restant longtemps buissonneuse, par ses feuilles d'abord tomenteuses et à la fin au moins pubescentes à leur face inférieure, est, parmi les chênes à feuilles caduques, l'espèce essentiellement truffière. Bien connu des habitants du Loudunois, qui l'emploient *exclusivement* au peuplement de leurs bois truffiers, le chêne pubescent, analogue au chêne Yeuse par la lenteur de sa croissance, est le seul parmi les espèces à feuilles caduques que j'aie vu abritant des truffières en Poitou, dans le Périgord et la Provence. C'est donc à lui qu'il faut rapporter presque tout ce qui a été dit du chêne Rouvre comme essence truffière. Du moins, depuis que mon attention s'est portée sur cet objet, n'ai-je jamais vu de truffières sous ce dernier. Si je ne me trompe, c'est là une observation capitale pour la pratique de la trufficulture, peut-être aussi pour sa théorie.

Comme les chênes verts Yeuse et Kermès, le chêne pubescent est bien l'arbre des garigues, des galuches, des rocailles arides.

2. — *Quercus pubescens* β *pedunculata.* — Chêne blanc du Loudunois. Cet arbre, d'un port élancé, à glands plus arrondis que ceux du *Quercus pubescens* et portés sur des pédoncules ordinairement longs de 1 à 4 centimètres, m'avait été signalé par les propriétaires du Loudunois sous le nom de chêne blanc, comme se plaisant dans les lieux frais et ne donnant pas de truffes, dernière qualité qu'expliquerait suffisamment son habitat. Je m'attendais donc à trouver en lui le *Quercus pedunculata* quand je constatai une bonne variété du *Quercus pubescens,* ou même une espèce qui, à part ses pédoncules moins longs que dans le *Quercus pedunculata,* est au *Quercus pubescens* ce qu'est ce dernier au *Quercus sessiliflora.*

Il est encore bien digne de remarque que cet arbre, comme le *Quercus pedunculata* vrai, est d'un port élevé et ne prospère que dans les lieux frais. On en voit une belle futaie à Beuxe, près les marais et sur la route de Loudun à Chinon, à l'endroit où est la ligne de séparation entre les départements de la Vienne et d'Indre-et-Loire.

Je voudrais qu'on vérifiât par l'expérience si, planté sur les galuches, le *Quercus pubescens* β *pedunculata* ne donnerait pas de truffes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3. — *Quercus sessiliflora,* Smith. — Rouvre, chêne noir, chêne à fruits sessiles. Analogue au chêne pubescent par ses fruits sessiles et comme lui désigné sous le nom de chêne noir, il a une croissance plus rapide, une tige plus droite, des feuilles glabres. Très-répandu en France, où il se plaît dans les terres saines plutôt sèches que fraîches, il a passé jusqu'à ce jour pour être la principale espèce truffière ; mais, ainsi que je l'ai dit en parlant du chêne pubescent, le rôle du chêne Rouvre dans la production des truffes est au moins singulièrement amoindri en faveur de ce dernier.

4. — *Quercus pedunculata,* Willd. — Chêne blanc, Secondat, chêne pédonculé. Le plus grand de nos chênes, cet arbre, qui n'atteint à toute sa taille que dans les sols frais, a des fruits longuement pédonculés et des feuilles glabres différant de celles du chêne Rouvre par leur caducité beaucoup plus grande, fait aussi bien connu des chasseurs que des forestiers.

On cite des chênes blancs comme produisant des truffes en Poitou (Guitteau) et en Périgord (docteur Labrunie). Jusqu'à un certain point en désaccord avec l'habitat de ce chêne dans les lieux frais, ces indications demandent à être vérifiées, surtout en Poitou, où le nom de chêne blanc s'applique aussi à une variété du *Quercus pubescens*.

b. — Chênes verts.

5. — *Quercus Ilex,* Lin. — Yeuse, chêne vert, Lousé. Cette espèce, qui donne beaucoup de truffes en Provence, et forme la base des cultures truffières de Carpentras, produirait, suivant M. Rousseau, dont l'opinion est surtout contestée en Périgord, des truffes préférables à celles des chênes à feuilles caduques.

6. — *Quercus pseudo-Ilex.*— On trouve, mêlé et confondu avec l'Yeuse, un chêne vert lui ressemblant par la taille, mais à feuilles non tomenteuses en dessous. J'ai vu, à Carpentras et ailleurs, des truffes sous cette fausse Yeuse, fort semblable au chêne faux Kermès, mais à fruits annuels au lieu d'être biennes dans leur maturation. Le nom de *pseudo-Ilex* me paraît rappeler ses ressemblances tout en conservant sa distinction spécifique.

7. — *Quercus coccifera,* Lin. — Chêne Kermès. Ce petit arbuste, dont les buissons n'atteignent pas ordinairement à 1 mètre de haut, produit des truffes très-parfumées que M. Rousseau croit pouvoir distinguer de celles de l'Yeuse par le diamant encore plus fin de l'enveloppe. Il est très-propre à former des haies défensives, lesquelles ont l'avantage de donner une récolte de truffes.

Le chêne Kermès offrirait, d'ailleurs, l'avantage de produire des truffes dès sa quatrième année, tandis que pour l'Yeuse il faut attendre cinq à six ans, et, pour les chênes à feuilles caduques, 7 à 8 ans, ou même plus longtemps, la précocité de la production truffière étant ainsi en raison inverse de la taille des arbres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On n'a pas signalé la truffe sous d'autres chênes que ceux mentionnés ci-dessus; mais il n'est pas improbable qu'on la trouve un jour sous les espèces suivantes :

Quercus Tozza, Bosc.-Tauzin; du pied des Pyrénées et des landes de l'Ouest;

Quercus apennina, Lam.; de quelques collines pierreuses du midi de la France;

Quercus Cerris, Lin.; de l'Ouest et du Jura;

Quercus Fontanesii, Guss; du Midi;

Quercus Suber, Lin.; chêne-liége du Midi;

Quercus occidentalis, Gay; du Midi et de l'Ouest.

B. — Plantes truffières autres que les chênes.

1. — *Corylus Avellana,* L. — Noisetier, Coudrier. Le noisetier est, après les chênes, l'essence forestière sous laquelle la truffe se trouve le plus fréquemment.

La truffe du noisetier, assez commune dans la Drôme et l'Isère, est de fort bonne qualité. Je me souviens d'avoir vu récolter, durant de longues années, des truffes près d'une grosse cépée de noisetiers existant dans le jardin de M. Lacombe, à Tullins (Isère). C'est sous le noisetier que croît surtout, dans la Haute-Marne, la truffe rousse (A. Passy).

2. — *Carpinus Betulus,* L. — Charme, charmille. Cet arbre donne assez souvent, outre la truffe noire, la truffe musquée (*Tuber brumale*), de qualité médiocre.

3. — *Castanea vulgaris,* L. — Châtaignier. Assez rare sous le châtaignier pour qu'on ait pu croire qu'elle n'y vient jamais, la truffe croît sous les châtaigniers des sols siliceux non tout à fait privés de calcaire. Cependant c'est presque exclusivement sous les châtaigniers qu'on trouve la truffe à Montferret, près d'Amélie-les-Bains. D'autre part, je l'ai vue aussi souvent sous le châtaignier que sous le chêne dans les environs de la Bastide-Murat, à Ussel et Caniac (Lot), et tandis qu'un truffier de Saint-Quentin-sur-Isère (Borel-Faure) m'assurait, comme M. de Lamotte, de Périgueux, que jamais la truffe ne venait sous le châtaignier, je la trouvais à 5 kilomètres de là, à Tullins, sous la conduite de l'habile truffier Pierre Achard, au milieu d'une châtaigneraie d'arbres séculaires.

La truffe du châtaignier est ronde (ce qui paraît tenir à la nature meuble du sol, généralement sableux) et d'excellente qualité.

4. — *Fagus sylvatica,* L. — Hêtre, Fau, Fouteau, Fayard. Cet arbre, qui m'a été signalé comme donnant des truffes : dans l'Isère, par M. le comte de Galbert et par Borel-Faure; dans la Vienne, par M. Guitteau, complète ainsi la série de nos genres d'amentacées cupulifères, comme essences truffières.

5. — *Betula alba,* L. — Bouleau. Il favorise le développement de la truffe noire, mais surtout, suivant M. Tulasne, de la truffe d'été et de la truffe mésentérique.

6. — *Populus Tremula,* L. — Tremble. Cité comme truffier par quelques rabassiers de Provence.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

7. — *Populus nigra,* L. — Peuplier noir, peuplier franc, Liardier. Des truffes ont été trouvées sous cet arbre, à Genissieu (Drôme), par M. Berthe, percepteur à Valence, homme distingué et très-digne de foi. Les peupliers forment une avenue isolée dans une terre sèche et calcaire.

8. — *Populus alba,* L. — Ypréau, blanc de Hollande. On a trouvé à Cadenet (Vaucluse) des truffes sous ce peuplier, qui ne craint pas les terres sèches (1).

9. — *Salix viminalis,* L. — Des truffes (musquées?) ont été trouvées près de cet arbrisseau (2).

10. — *Platanus orientalis,* L. — Platane. Encore un arbre du groupe des amentacées sous lequel on aurait trouvé des truffes près de Cahors et dans le département de la Drôme.

11. — *Juniperus communis,* L. — Genévrier. La truffe du genévrier est fort estimée; on la dit plus noire que celle du chêne.

12. — *J. Oxycedrus,* L. — Genévrier à cade, Cadier, Cèdre piquant. Il produit aussi des truffes, mais qui passent pour tenir de l'arome peu agréable de la plante.

13. — *J. phœnicea,* L. — Genévrier de Phénicie. Cet arbre donne quelques truffes sur les côtes de la Provence.

14. — *Pinus Cedrus,* L., var. *africanus.* — Cèdre de l'Atlas. On a trouvé en Algérie des truffes sous cet arbre, variété du cèdre du Liban, qu'il dépasse par la rapidité de sa croissance et sa plus grande taille.

15. — *Pinus halepensis,* Mill. — Pin d'Alep, pin de Jérusalem, pin blanc. Commun dans le midi de la France et presque le seul cultivé en Provence, cet arbre compte, après les chênes et les genévriers, parmi ceux qui donnent le plus de truffes. M. Rousseau, qui l'a compris dans ses plantations de Carpentras, m'a assuré que sa truffe avait quelque peu l'odeur de résine. On cite, en Vaucluse, les riches truffières que M. le marquis des Isnards possède dans ses pinières du château de Martinet.

16. — *Pinus sylvestris,* L. — Pin sylvestre. Il donne des truffes dans la Haute-Marne (A. Passy), en Dauphiné, Provence, etc.

17. — *Abies excelsa,* D. C. — Épicéa, faux sapin. Des truffes ont été trouvées sous ce bel arbre : près Thiviers, par M. Meilhodon; dans le département de l'Isère, par le truffier P. Achard, de Tullins.

Nul doute que beaucoup de conifères, autres que celles ci-dessus, ne favorisent la production des truffes. C'est ainsi que M. de Fayolle récolta, à Périgueux, pendant plusieurs années, des truffes sur toute la bordure d'un massif de jeunes arbres verts appartenant à des espèces variées.

---

(1) Le fait de la présence de truffes sous le peuplier blanc a été constaté par M. Jacquême, interne en pharmacie à l'Hôtel-Dieu de Paris, à qui je dois de nombreux renseignements sur la production truffière du département de Vaucluse.

(2) La grosse truffe blanche du Piémont vient fréquemment sous les saules et les peupliers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

18. — *Ulmus campestris,* Sm. — Orme. On l'a vu produire des truffes (A. Martin, comte de Galbert).

19. — *Prunus spinosa,* L. — Prunellier, épine noire. Cette rosacée est fréquemment truffière. Elle m'a été, en effet, signalée comme telle : en Périgord, par le docteur Labrunie et par M. Meilhodon, de Thiviers ; dans l'Isère, par les truffiers P. Achard et Borel-Faure; en Poitou, par M. Guitteau. Le prunellier est aussi cité comme essence truffière par M. Vergne, pharmacien à Martel, dans son *Histoire naturelle de la truffe* (Sarlat, 1810).

L'Amandier, voisin des *Prunus* et fort répandu dans les contrées truffières du Midi et du Poitou, ne donne pas de truffes?

20. — *Cratægus oxyacantha,* L. — Aubépine, épine blanche. Des truffes ont été récoltées sous cet arbuste, en Périgord (Vergne), dans le Poitou (Guitteau), en Dauphiné (P. Achard).

21. — *Sorbus Aria,* Crantz. — Alizier commun. Des truffes croissent à son ombre dans le département de l'Isère (P. Achard, Borel-Faure).

22. — *Sorbus domestica,* L. — Cormier, sorbier domestique. Essence truffière dans les basses montagnes du Dauphiné (comte de Galbert, Borel-Faure, Martin-Ravel).

23. — *Rosa canina,* L. — Églantier, rose des chiens. On a trouvé des truffes sous cette espèce (et sans doute sous plusieurs de ses congénères, *R. arvensis,* etc.), dans le Lot (Vergne), l'Isère (P. Achard), et surtout dans le parc de M. de Mallet, à Sorges (Dordogne).

24. — *Rubus fruticosus,* L. — Ronce. Vergne cite cet arbuste parmi les plantes truffières du Périgord.

25. — *Pistacia Terebinthus,* L. — Térébinthe, faux pistachier. — Cette térébinthacée paraît donner quelquefois des truffes en Provence (Vergne).

26. — *Robinia pseudo-Acacia,* L. — Faux acacia. Cet arbre, la plus utile de nos naturalisations forestières, est la seule légumineuse sous laquelle la truffe ait été quelquefois trouvée.

27. — *Buxus sempervirens,* L. — Buis. Des truffes ont été signalées par Vergne près de cette euphorbiacée essentiellement calcicole.

28. — *Tilia sylvestris,* Desf. — Tilleul commun. Des truffes ont été trouvées à son ombre : dans la Drôme, par M. Berthe ; dans l'Isère, par M. de Galbert; dans la Vienne, par M. Guitteau ; en Provence, par divers rabassiers. Berchoux cite le tilleul à la suite du chêne et du charme truffiers.

29. — *Acer campestre,* L. — Érable commun, Azerole, bois de poule. Regardé comme truffier par A. Martin.

30. — *Ficus Carica,* L. — Figuier. Vergne l'a compris au nombre des essences truffières.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

31. — *Olea europæa,* L. — Olivier. Produit bien rarement des truffes, auxquelles on reproche d'ailleurs d'avoir un goût d'huile?

32. — *Vitis vinifera,* L. — Vigne. C'est une opinion fort accréditée que la vigne produit des truffes (Vergne et docteur Labrunie pour le Lot, quelques truffiers du Périgord, du Dauphiné et du Poitou); mais, avec M. Guitteau qui a observé dans la Vienne, je ferai à ce sujet d'explicites réserves. Des chênes, des châtaigniers, des prunelliers, etc., ne sont, le plus souvent, pas fort éloignés de la truffière. J'ai, en ce qui me concerne, récolté dans les vignes de Tullins (Isère) des truffes engagées sous un cep de vigne et entre ses racines; mais un examen attentif m'a fait reconnaître, mêlées aux racines de la vigne, celles d'un chêne situé en bordure du bois à la distance de 6 mètres.

Je termine cette énumération des essences truffières en rappelant, mais seulement pour mémoire, que, suivant M. Vergne, de Martel, on aurait observé des truffes sous le noyer et près d'une graminée herbacée, le *Bromus* (*Brachycarpus*) *sylvaticus,* et que, d'après M. Léveillé, le genêt à balais et les bruyères, plantes cependant silicicoles, compteraient parmi les végétaux truffiers.

Au résumé, des truffes auraient été trouvées sous 39 essences ligneuses, savoir, 7 chênes et 32 autres végétaux; mais on peut douter que toutes les observations se rapportent à la truffe noire.

(*La suite au prochain cahier.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Préparation d'un pain de bonne qualité avec la farine de seigle et des plantes légumineuses, par M. le professeur Stohmann. — M. le professeur Stohmann fut consulté, l'année dernière, sur les moyens d'améliorer l'alimentation d'un district agricole, où diverses circonstances avaient rendu très-faible la récolte du seigle, tandis que celle de l'orge et des légumes farineux était assez abondante. On pensa donc à en faire le mélange pour composer un pain qu'il s'agissait de rendre aussi bon que possible.

Au point de vue hygiénique, le mélange des farineux ne pouvait être que recommandé; car, par leur richesse en albumine et en matières azotées, ces légumes devaient donner un pain nutritif comme celui de froment, mais on pouvait prévoir que ce pain présenterait l'inconvénient d'être mat, lourd, difficilement digestif, et de devenir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

promptement dur, sec et cassant. Il fallait donc y remédier. On trouva une première indication dans l'observation publiée par M. Lehmann, sur le pain fabriqué avec le blé germé, pain qu'une addition de sel de cuisine empêche de devenir lourd et pâteux.

M. Stohmann conseilla donc de mêler 2/3 de farine de seigle avec 1/3 environ de farine de fèves et de pois, d'ajouter 3 parties de sel ordinaire à 100 parties de ce mélange et d'en faire du pain. Le produit s'est trouvé poreux et léger, ainsi que le constate le rapport présenté au cercle agricole du district.

Les expériences faites isolément par une vingtaine de membres du cercle, dans des proportions variées, ont fait voir que le meilleur pain a résulté de l'emploi du sel à la dose de 2 pour 100 seulement du mélange de 2/3 de farine de seigle et de 1/3 de farine de légumes.

Le pain composé du même mélange, sans addition de sel, devenait, au bout de quelques jours, dur et cassant, tandis que le pain salé est resté plus longtemps succulent et tendre, et sous le rapport de la légèreté, ne s'est pas montré différent du pain de seigle pur.

L'addition des 2 centièmes de sel n'a point donné de mauvais goût, mais une plus grande quantité le rendait moins agréable, sans nuire cependant à son odeur. (*Wochenblatt zu den preussischen Annalen der Landwirthschafft,* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Encre pour marquer le linge, par M. Kuhr. — M. le pharmacien Kuhr a donné plusieurs recettes d'encre pour marquer le linge, parmi lesquelles la suivante se distingue par sa solidité et par la beauté du noir qui en résulte. On compose d'abord un liquide servant de préparation, en faisant fondre, dans 16 parties d'eau distillée, 1 partie d'hypophosphite de soude et 2 parties de gomme arabique. On abreuve le linge de ce liquide, on le laisse sécher, et, après l'avoir repassé, on y trace les caractères avec une plume d'oie chargée d'une solution de 1 partie de nitrate d'argent, 6 parties de gomme en dissolution visqueuse et 6 parties d'eau distillée. (*Hager's pharmaceutische Centralhalle* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Action du zinc et de l'oxyde de zinc sur le sel marin, par M. Siersch. — Dans la majeure partie des salines d'Allemagne, où l'on extrait le sel de première cuite par une longue ébullition, il est d'usage de garnir de zinc fondu, ou de zinc en planche, les angles et les joints, bien grattés à vif, des chaudières en tôle de fer, dans lesquelles se fait l'évaporation. Le but que l'on se propose est de préserver le fer de l'oxydation, en favorisant, au contraire, celle du zinc.

Mais, comme toutes les dissolutions de zinc sont nuisibles à l'homme, M. Siersch a entrepris des expériences qu'il a communiquées à l'Académie des sciences de Vienne, et dans lesquelles il a cherché si le procédé que nous venons d'indiquer peut avoir pour résultat la présence du zinc dans le sel de cuisine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Or il a reconnu que, par la réaction du zinc sur la solution de chlorure de sodium, une certaine quantité de zinc se combine à l'état de chlorure double de zinc et de sodium ; que la solution saline ne reste pas moins claire, et que le sel qui se précipite, pendant son ébullition, entraîne du zinc. L'emploi de ce métal pour la conservation des chaudières des salines doit donc être abandonné. (*Dingler's polytechnisches Journal.*)

Sur un nouveau réactif très-sensible pour les alcalis et les terres alcalines, par M. le professeur Böttger. — On ne manque pas de réactifs pour reconnaître la présence des alcalis ou des terres alcalines, mais on ne peut se dissimuler que la plupart laissent beaucoup à désirer sous le rapport de la sensibilité. M. Böttger a trouvé récemment, néanmoins, un réactif de ce genre extrêmement sensible qui indique, par exemple, les plus légères traces d'ammoniaque dans le gaz de houille. Ce réactif est la magnifique matière colorante d'une plante étrangère, introduite par un horticulteur hollandais, M. Verschaffelt, et nommée par lui *Coleus Verschaffelti*. Si l'on place des feuilles fraîches de cette plante d'ornement dans un vase à ouverture large, mais facile à bien fermer, et de l'alcool absolu auquel on a mêlé quelques gouttes d'acide sulfurique ; qu'après une infusion de vingt-quatre heures on remplace par d'autres feuilles les premières presque totalement dépouillées, et que l'on filtre ensuite l'alcool chargé de la matière colorante, on peut l'employer à teindre des bandes de papier à filtre de Suède, que l'on fait sécher en les suspendant à l'air libre. On obtient ainsi un papier réactif d'un rouge magnifique, dont la couleur passe plus ou moins au vert d'une belle nuance, par l'effet des alcalis ou des terres alcalines. Ce papier, conservé dans des vases bien fermés, est beaucoup plus sensible que celui de tournesol faiblement rougi, de curcuma, etc. Il n'est pas modifié par l'acide carbonique, et indique les moindres traces des carbonates de terres alcalines qui peuvent se trouver dissous dans l'eau en quantités minimes. Si l'on expose une bande de ce papier, un peu mouillée, à l'ouverture d'un bec de gaz, on la voit aussitôt se colorer en vert, par l'effet de l'ammoniaque contenue dans le gaz. (*Jahresbericht des Physikalischen Vereins,* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Sur la préparation, facile et prompte, d'un vernis de copal, par M. le professeur Böttger. — Tout le monde sait qu'il est difficile d'obtenir un vernis alcoolique bien concentré et peu coloré de copal. On ne manque cependant pas de recettes, mais ceux qui se sont occupés de cette préparation n'ont que trop éprouvé combien la plupart sont insuffisantes. L'auteur, sur l'invitation récente d'un certain nombre d'industriels, s'est décidé à rappeler un procédé qu'il a indiqué, il y a déjà longtemps, mais qui semble être tombé dans l'oubli. Le vernis préparé par sa méthode ne paraît rien laisser à désirer ; il est très-riche en copal et presque complétement semblable à de l'eau, pourvu que l'on ait employé du copal incolore ; il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

peut, autant qu'on le veut, être étendu par de l'éther, et rendu moins rapidement siccatif par l'addition d'un peu de térébenthine de Venise ; il peut, d'ailleurs, être préparé en quelques minutes, sans appareil coûteux. Il convient particulièrement aux ébénistes pour vernir les meubles en bois précieux, et aux relieurs pour enduire les cartes de géographie, le dos des livres, etc. L'utilité en a été constatée dans un nombre infini de cas, et ne peut être trop recommandée aux consommateurs de vernis de copal.

On fait dissoudre 1 partie en poids de camphre dans 12 parties d'éther. Après la dissolution complète du camphre, on ajoute 4 parties de copal choisi, incolore comme l'eau et réduit en poudre très-fine ; on laisse le tout, à une température moyenne, dans un flacon bien bouché que l'on agite souvent jusqu'à ce que le copal soit, en partie, dissous et gonflé. On ajoute alors 4 parties d'alcool absolu et 1/4 partie d'essence de térébenthine rectifiée ; on agite encore le tout suffisamment, et l'on peut alors employer le vernis qui est terminé. Quand on a suivi exactement ces prescriptions, il ressemble à un fluide visqueux, presque complétement homogène ; et c'est à dessein que l'auteur dit *presque,* parce que tout le monde sait que le copal qui n'a pas été préalablement fondu, ou qui n'a pas été exposé à l'air pendant longtemps, ne se dissout qu'en partie dans l'éther pur ou chargé de camphre, non plus que dans les mélanges d'éther et d'alcool. Si donc on laisse reposer le vernis pendant plusieurs jours, il se sépare en deux couches bien distinctes, dont l'inférieure est la plus riche en copal, mais dont la supérieure est le vernis le plus beau, d'une blancheur semblable à celle de l'eau. Cette dernière est cependant tellement chargée de résine, que si l'on en met une goutte entre l'index et le pouce, puis qu'on écarte et qu'on rapproche alternativement ces deux doigts, on voit se former des fils innombrables et très-fins d'une grande longueur. Ce vernis, appliqué sur des objets divers, ressemble à une lame très-mince d'un verre parfaitement transparent, ne s'écaille pas, possède une élasticité suffisante, et cependant est extrêmement dur. La couche inférieure, moins transparente, contient beaucoup de copal sous forme de gelée, et peut être traitée de nouveau par l'éther additionné de camphre, lorsque l'on a consommé ou décanté la couche supérieure. (*Böttger's polytechnisches Notizblatt,* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Sur l'utilisation de l'acide sulfurique contenu dans les eaux de lessivage provenant de la fabrication de l'outremer factice, par M. le docteur Haustein. — Les eaux de lessivage des fabriques d'outremer factice contiennent une très-grande quantité de sulfate de soude, avec un peu de sulfure et de chlorure de sodium et d'autres sels. On a, dans plusieurs endroits, essayé de les faire évaporer pour en extraire le sulfate de soude ; mais ce travail, n'étant pas rémunérateur, n'est pas généralement usité. On perd donc ainsi beaucoup d'acide sulfurique, sous forme de sulfate de soude, et l'on donne lieu à de nombreuses réclamations provenant de l'altération de la pureté des cours d'eau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cependant les fabricants d'outremer, obligés d'acheter beaucoup de *blanc fixe* en pâte, pourraient, au moyen de ces eaux, préparer eux-mêmes immédiatement ce produit, et s'en servir pour précipiter une solution de chlorure de barium, jusqu'à ce que cette solution cessât de se troubler. Le précipité ainsi obtenu est pesant et se dépose facilement. A la vérité, il est légèrement bleuâtre; mais, quand on veut l'affranchir complétement de cette nuance, il faut commencer seulement la précipitation, laisser se former la première partie du dépôt qui entraîne toute la couleur restée en suspension, décanter et achever la décomposition.

Bien que ce moyen soit fort simple, l'auteur, qui a été souvent chargé de discuter, comme expert, des plaintes relatives à l'altération des cours d'eau, ne l'a encore vu employer nulle part, et a cru, par conséquent, utile de l'indiquer.

La précipitation décolore complétement les eaux de lavage, et n'y laisse plus guère que du sel marin, ce qui coupe court aux sujets de plainte. (*Gewerbeblatt für das Grossherzogthum Hessen* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Sur les flammes dites sensitives. — On vient de faire, en Angleterre, des expériences d'un haut intérêt sur les flammes dites *sensitives*.

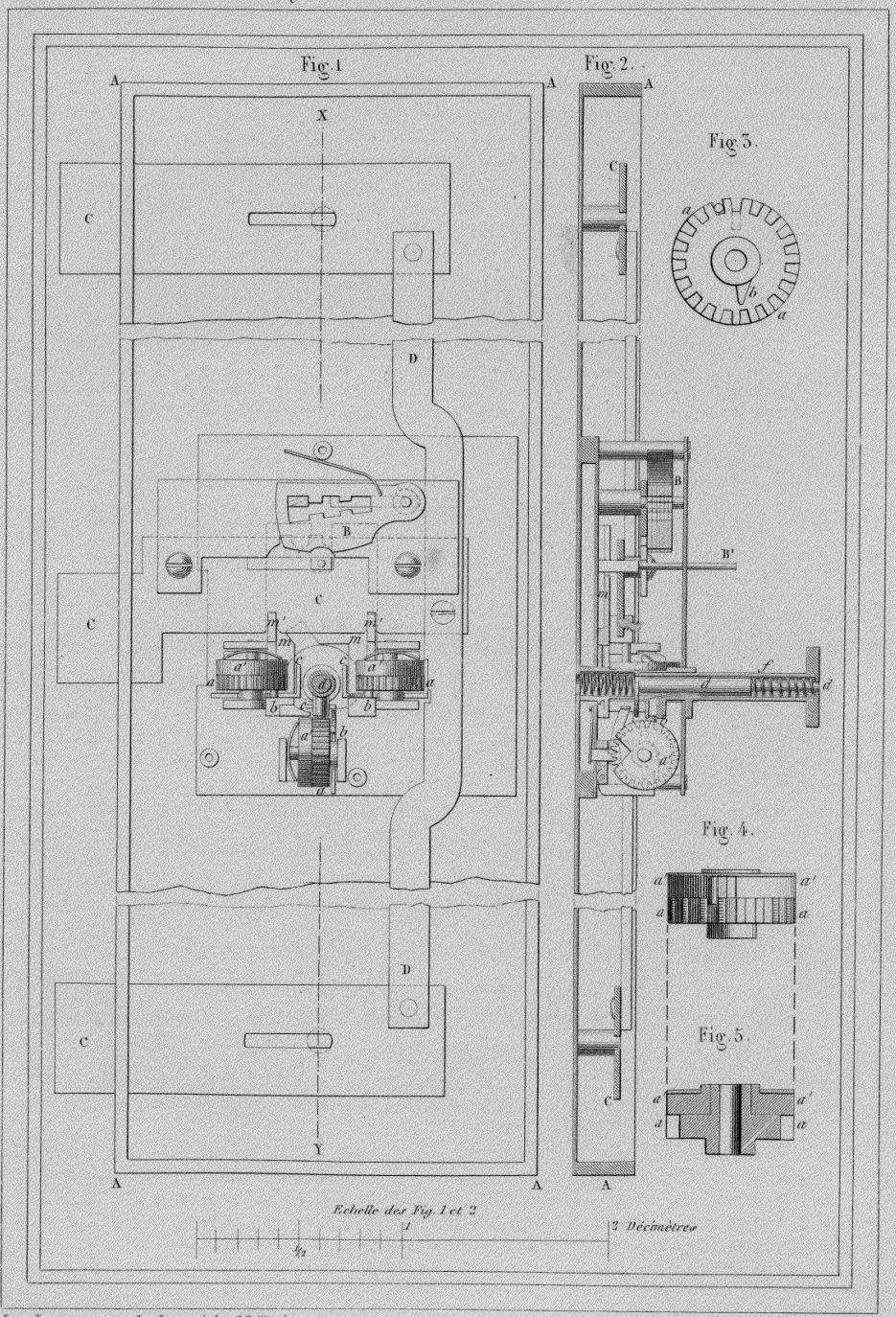
Une petite flamme de gaz, sortant d'un bec en acier ordinaire, donne lieu à des phénomènes singuliers, lorsque l'on en porte la longueur à $0^m,356$ ou $0^m,406$, en forçant la pression du gaz. Elle montre alors une grande impressionnabilité, lorsque l'on produit, dans son voisinage, des sons aigus ou élevés. Si l'on fait résonner à côté, ou même à quelque distance, une flûte aiguë, cette flamme se raccourcit immédiatement et reprend tout à coup sa longueur lorsque le son vient à cesser. Les coups de marteau donnent le même résultat, surtout quand ils tombent sur une masse métallique. Il en est de même du son des cloches.

Le violon ne produit aucun effet par ses notes basses ou moyennes, mais les tons élevés de la chanterelle font subitement baisser la flamme, qui semble former un buisson, et qui s'agite remarquablement. Ces phénomènes ont encore été beaucoup plus sensibles, lorsque l'on a porté à $0^m,508$ la hauteur de la flamme qui, dans certains cas, s'est réduite à la moitié de sa hauteur, et quelquefois à moins. Elle a même indiqué, par son agitation, des bruits peu intenses, tels que ceux du frôlement d'une robe de soie, de la chute de petites pièces de monnaie, du choc de la pluie contre les vitres, etc. Dans les notes élevées, la voix humaine l'affectait visiblement. (*Industrie-Blaetter* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

(V.)

Paris. — Imprimerie de madame veuve BOUCHARD-HUZARD, rue de l'Éperon, 5

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



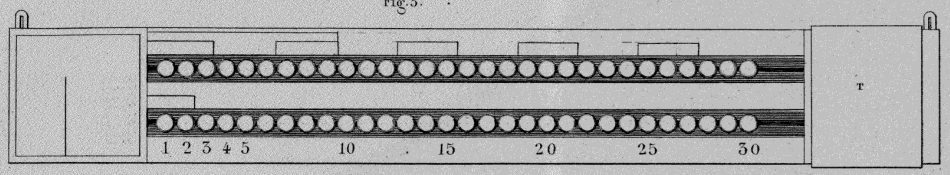
Imp. Lamoureux, r. de Lacepède, 38 Paris *Ad. Leblanc del. et sc.*

NOUVELLE SERRURE A SECRET PAR M. YVERNEL.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

B

Fig. 3.



A

Fig. 1.

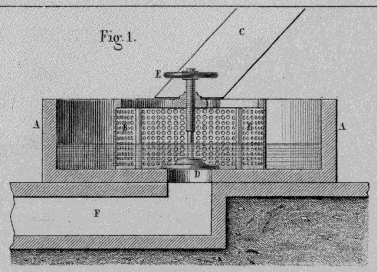


Fig. 2.

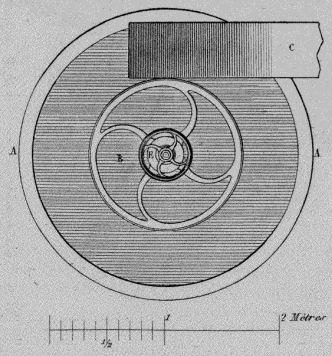


Fig. 4.

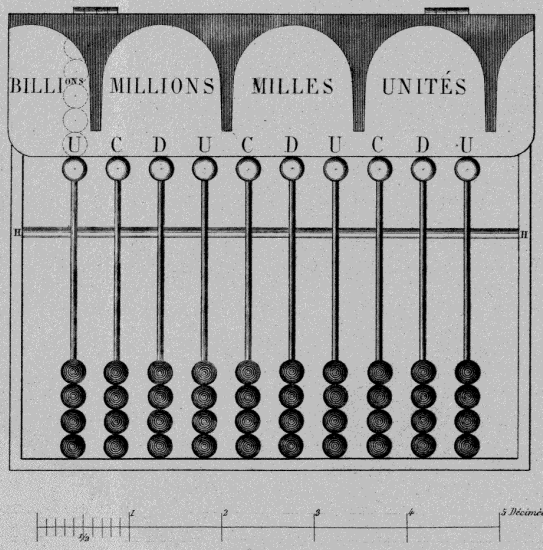
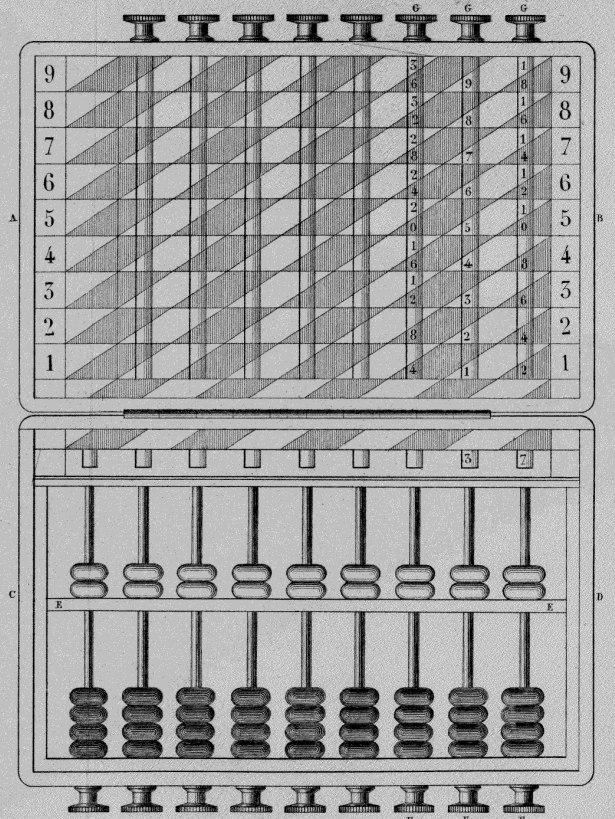


Fig. 5.



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

Ad. Leblanc del. et sc.

A APPAREIL A LAVER LA LAINE, PAR M. RAVEL B NOUVEL ABAQUE, PAR M. ROUS.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

68e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XVI. — Avril 1869.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

TISSAGE.

RAPPORT *fait par* M. ALCAN, *au nom du comité des arts mécaniques, sur une* NOUVELLE DISPOSITION DE MÉTIER A FAIRE LES GAZES FAÇONNÉES, *imaginée par* M. E. PARANT, *fabricant d'étoffes, 17, rue de la Banque, à Paris.*

Messieurs, pour faire saisir la valeur des moyens soumis à votre appréciation, il n'est pas inutile de rappeler les particularités qui distinguent les étoffes en général des articles dont M. Parant a cherché à faciliter le travail.

Les tissus désignés sous les noms de *gaze* et de *barége* se caractérisent, en principe, par leur mode d'entrelacement fondamental. Dans toutes espèces d'étoffes unies ou façonnées à texture serrée, les fils longitudinaux de la chaîne restent constamment pressés parallèlement les uns contre les autres, et sont reliés perpendiculairement à leur direction par des courses de trames également juxtaposées. Cette sorte d'entrelacements détermine une surface pleine sans vides apparents.

Dans les gazes et leurs dérivés, certains fils de la chaîne sont déviés de la ligne droite et font une révolution plus ou moins complète autour de leurs voisins; le passage transversal de la trame maintient ces fils doubles l'un autour de l'autre et les fixe dans cette position. Ce jeu des fils a pour résultat : 1° de laisser des espaces vides aux places où les fils dits *de tours* s'en-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

roulent autour des fils droits, et de constituer un jour ou espèce de maille fixe; 2° de consolider par la torsion les côtés latéraux de ces réseaux. Le produit ainsi obtenu devient remarquable par deux caractères qui s'excluent d'ordinaire, la légèreté et la solidité. En faisant varier, soit le nombre de révolutions des fils compris, en général, entre un demi et un tour et demi, soit les places des fils tournants, on obtient les différentes variétés de gazes du commerce pour vêtements. Leurs caractères les ont fait rechercher en outre dans les arts divers, où elles concourent aux résultats les plus opposés : on en fait des toiles à bluter les plus belles farines et des enveloppes de cartouches pour les fusils Chassepot. Aucun produit n'a pu les remplacer jusqu'ici dans ces deux applications.

Le travail de la gaze serait plus fréquemment employé encore qu'il ne l'est, surtout dans les tissus façonnés, s'il ne fallait avoir recours à des moyens spéciaux, qui, pour certains résultats, présentent une complication telle, qu'il faut y renoncer. En effet, dans le cas même le plus simple, la partie du métier désignée sous le nom de *remisse* comprend six lisses compliquées, destinées à faire mouvoir les fils là où deux très-simples suffisent pour une étoffe unie ordinaire. De plus, le montage du métier, pour exécuter la gaze la plus simple, exige un espace de $0^m,22$ à $0^m,27$.

Lorsqu'il s'agit d'exécuter des effets façonnés sur un métier de ce genre, des difficultés d'une autre nature viennent s'ajouter à la complication. Le système dit au *lancé* ou au *broché*, par la superposition des trames entrelacées, n'est plus possible pour certains articles, à cause de l'épaisseur qui en résulte; il n'y aurait plus alors aucune harmonie entre le fond léger et à jour et les parties façonnées. On n'a pu éviter jusqu'ici ce dernier inconvénient grave qu'en proportionnant le nombre des remisses à celui des répétitions des effets ornementés à obtenir; c'est-à-dire que, si on avait, par exemple, à produire, sur un fond uni, six bandes transversales dégradées, c'est-à-dire de couleurs et de largeurs différentes, il faudrait, pour obtenir le résultat dans des conditions convenables, monter six remisses de six lisses chacun, et encombrer le dessus du métier de trente-six lisses, qui occuperaient une place d'au moins $1^m,50$ d'épaisseur; et encore cet inconvénient ne serait-il pas aussi grave que celui de la complication des moyens de détails et de la difficulté de les mettre en œuvre. Aussi un tel montage devient-il impossible pratiquement.

La modification imaginée par M. Parent consiste dans une combinaison remarquable par sa simplicité relative et son efficacité pratique. Il arrive à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

remplacer les trente-six lisses nécessaires dans le cas dont il vient d'être question par un remisse pour gaze, auquel il ajoute six lisses simples et ordinaires dites de *rabat*, destinées à soustraire les fils des chaînes à l'action des entre-croisements là où ceux de la trame doivent apparaître. Pour éviter la superposition anormale de matières, le même jeu de lisses sert aux différentes parties façonnées, quel qu'en soit le nombre. Il s'ensuit que douze lisses au maximum en remplacent trente-six dans le cas choisi pour exemple, et, au besoin, un bien plus grand nombre, s'il s'agissait d'effets façonnés plus compliqués.

Le perfectionnement ingénieux imaginé par M. Parant touche à l'un des détails les moins connus et les plus minutieux de l'art du tissage. Il intéresse non-seulement la grande spécialité des gazes et des baréges, dont Paris et la Picardie sont les centres principaux de fabrication; mais il peut trouver des applications nouvelles dans la production d'articles similaires, souvent embarrassée par la complication du montage des métiers.

Ces conséquences avantageuses du moyen imaginé par M. Parant déterminent votre comité des arts mécaniques à vous proposer de remercier cet industriel de son intéressante communication, et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé ALCAN, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 11 *décembre* 1868.

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. CHEVALLIER, *au nom du comité des arts chimiques, sur une* NOUVELLE MÉTHODE POUR L'ÉPURATION DE L'HUILE A BRULER *présentée par* M. C. MICHAUD, *à Honfleur*.

La Société d'encouragement a renvoyé à l'examen de son comité des arts chimiques le travail qui lui a été adressé par M. C. Michaud, ancien élève de l'Ecole normale supérieure, résidant à Honfleur. Ce travail a pour titre : *Notice sur une nouvelle méthode d'épuration des huiles de colza et de navette destinées à l'éclairage*. Désigné par le comité pour examiner ce travail, je viens vous en rendre compte.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On sait que les huiles destinées à l'éclairage contiennent une certaine quantité d'un principe qui a été désigné sous le nom de *mucilage*, principe qui les rend moins aptes à l'usage auquel elles sont destinées.

Divers procédés ont été indiqués pour obvier à cet inconvénient. Le premier est dû à M. Thénard (1); il consiste à mêler à 100 parties d'huile 1 partie 1/2 à 2 parties d'acide sulfurique à 66°, à agiter le mélange, qui se trouble, devient d'un vert noirâtre, et laisse, au bout d'un certain temps, déposer des flocons; on cesse alors d'agiter, on ajoute au mélange acide le double de son poids d'eau pour enlever l'acide sulfurique, on bat, puis on laisse en repos pendant un temps convenable; on tire au clair et on filtre, soit à travers de la sciure de bois sec, soit sur des mèches de coton.

Des modifications à ce procédé ont été proposées; elles consistent 1° à employer des instruments destinés à faciliter le mélange, 2° à élever la température du mélange à l'aide de tuyaux chauffés par la vapeur, qui sont placés au fond des cuves d'épuration, 3° à opérer la filtration à travers du charbon; ce dernier mode d'opérer, mis en pratique en Angleterre, a été soumis à l'appréciation de la Société par C. Cadet.

D'autres procédés ont encore été indiqués. C'est d'abord celui proposé par M. Rudolf Wagner, lequel consiste à traiter l'huile de colza brute par 1,5 pour 100 de chlorure de zinc en solution, ayant une densité de 1,85, et à agiter pendant quelque temps. M. Wagner dit que l'huile jaunit d'abord, brunit ensuite, et laisse déposer des flocons bruns. Exposée à un courant de vapeur d'eau et laissée en repos pendant un temps convenable, elle se sépare entièrement de la dissolution saline qui est plus dense; mais il est nécessaire, pour l'épurer complétement, d'y faire passer un courant de vapeur d'eau, puis de la laver à l'eau chaude la séparant de ce liquide.

Un autre procédé, en usage pendant quelque temps dans une usine de la Grande-Villette, consistait à traiter l'huile par le charbon en poudre; mais ce procédé, qui fournissait de l'huile convenable pour l'éclairage, fut abandonné; le charbon employé retenait une quantité d'huile qu'il était impossible de séparer par l'eau à 100°, et même par la vapeur d'eau.

On emploie dans les provinces rhénanes le procédé de M. Thénard, modifié de la manière suivante : après avoir traité les huiles par l'acide sulfurique, on opère le battage, et, après deux heures et demie, on sature

(1) Ce procédé a été aussi attribué à Denis de Montfort.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'acide par un lait de chaux; on introduit le mélange dans une cuve et on laisse reposer pendant sept à huit jours; on soutire l'huile pour la porter dans un tonneau ouvert à sa partie supérieure et ayant, à 12 ou 15 centimètres de sa partie inférieure, un faux fond percé de trous et couvert d'une forte flanelle sur laquelle on place 8 à 10 centimètres de son de froment bien nettoyé, puis cinq paniers plats remplis de sable de rivière; l'huile versée sur ce filtre coule claire et limpide.

Le journal de Dingler, qui relate ce procédé, dit qu'on peut aussi faire de très-bons filtres avec de la mousse d'arbres bien exempte de feuilles.

M. Puscher, de Nuremberg, a indiqué la purification de l'huile de colza en mêlant à 36 kilog. d'huile 1 kilog. de fécule de pomme de terre, incorporant la fécule à l'huile à l'aide d'une spatule en bois, puis chauffant avec précaution jusqu'à ce que l'ébullition commence; l'huile ainsi chauffée mousse fortement pendant environ quinze à trente minutes (1). Ce phénomène cesse peu à peu, l'ébullition se régularise, la fécule se grille en se colorant en brun noirâtre avec dégagement d'une odeur piquante et désagréable.

On continue doucement l'ébullition pendant plusieurs heures, puis, après refroidissement, on laisse en repos; la fécule carbonisée se sépare de l'huile, qui peut être recueillie par décantation, et mieux par filtration; cette dernière est limpide, de couleur jaune d'or, d'une saveur douce. M. Puscher dit qu'elle peut, à froid, remplacer l'huile d'olive, et, à chaud, le beurre ou la graisse.

M. Evrard a aussi indiqué un mode d'épuration des huiles d'éclairage; au traitement par l'acide sulfurique il substitue le traitement par des solutions alcalines faibles.

Voici maintenant le procédé proposé par M. Michaud :

Il opère le défécation en insufflant de l'air à travers l'huile, pendant qu'on y fait tomber l'acide sous forme de filets nombreux et déliés; l'huile, agitée vivement et mêlée intimement avec l'acide, se charge d'air divisé qui forme, avec la *fèce* et l'acide qui s'y combine, un mélange d'une densité moindre, de telle sorte que, une fois l'insufflation terminée, ce mélange se rassemble à la surface du bain sous forme d'écumes volumineuses. On enlève ces

(1) La chaudière doit avoir une capacité au moins double de celle du mélange d'huile et de fécule, et, de crainte d'incendie, être placée sur un bain de sable disposé sous une hotte emportant les vapeurs au dehors.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

écumes, puis on fait une nouvelle insufflation d'air; de nouvelles écumes se forment, mais elles sont d'une couleur moins foncée que les précédentes; on les enlève comme les premières, et on fait de nouvelles insufflations jusqu'à ce que la matière écumeuse cesse de se former; les dernières écumes, au lieu d'être brunes, sont de couleur blanche; à ce moment, l'huile est tellement claire et limpide, qu'on serait tenté de la filtrer; mais comme elle est encore acide, il y a nécessité de la laver.

L'huile amenée à ce point de défécation est portée dans une cuve en cuivre, dans laquelle on fait arriver de la vapeur d'eau pendant un certain laps de temps; toute la vapeur se condense, l'huile s'échauffe jusqu'à 100°. A partir de ce moment, on modère l'émission de vapeur de manière à agiter l'huile et à la mettre en rapport avec l'eau à 100°. La masse, qui a d'abord une apparence laiteuse, prend de plus en plus l'aspect huileux. Au bout d'une demi-heure ou trois quarts d'heure au plus, l'huile a acquis la translucidité désirable pour être filtrée; le lavage terminé, l'eau commence à se séparer, et au bout d'une demi-heure la séparation est complète.

Cette opération faite, il reste à opérer la filtration, qui peut se faire le lendemain, lorsqu'on a disposé entre le filtre et la cuve un appareil destiné à refroidir l'huile de 20 degrés environ. Cet appareil réfrigérant n'est autre chose qu'un serpentin ordinaire, si l'on a de l'eau froide à sa disposition; dans le cas où l'on n'a pas d'eau, on conduit l'huile dans la cuve, en lui faisant parcourir une gouttière en cuivre passant dans un endroit frais.

L'huile, soit à l'aide du serpentin, soit à l'aide d'une gouttière, est amenée sur le filtre, sa température étant de 50 degrés. Si l'on a le temps d'attendre vingt-quatre heures, elle se refroidit spontanément, et l'on n'a pas besoin de faire usage d'appareils de réfrigération.

En résumé, le procédé de M. Michaud consiste :

1° Dans la défécation de l'huile par une introduction d'air et d'acide sulfurique pratiquée au moyen d'une pompe, opération qui, répétée, donne lieu à la séparation de matières organiques végétales qui nuisent à la combustion de l'huile destinée à l'éclairage;

2° Dans la séparation de ces matières qui se coagulent, et dans le lavage de l'huile après cette séparation;

3° Dans la filtration de l'huile qui, d'abord portée par la vapeur d'eau à une température de 100°, est ramenée ensuite à 40° pour subir cette filtration.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

N'ayant pas pu nous rendre sur les lieux pour suivre une opération en grand, nous nous sommes fait expédier de Honfleur :

1° De l'huile brute ;

2° De l'huile épurée par le procédé de M. Michaud.

Enfin nous avons eu à notre disposition de l'huile brute prise dans un magasin de la Chapelle.

Nous avons répété, en petit, sur les huiles brutes de ces deux provenances, le procédé de M. Michaud, comparativement avec le procédé par l'acide sulfurique ; puis, après examen, nous avons soumis à la combustion les produits obtenus. Nous avons alors reconnu que les huiles traitées par la méthode de M. Michaud sont préférables pour l'éclairage : elles brûlent sans noircir ni charbonner la mèche. Il nous est même arrivé de faire brûler plusieurs jours de suite notre lampe sans qu'il y eût besoin de couper la mèche.

L'huile purifiée par l'acide sulfurique, quelques précautions que nous ayons employées pour la bien laver avec de l'eau chaude, avec de la vapeur, nous a paru présenter un degré d'infériorité.

En faisant des recherches dans les ouvrages, nous avons trouvé une note qui semblerait indiquer que l'introduction de l'air dans la clarification des huiles destinées à l'éclairage a déjà été employée. En effet, on lit l'article suivant dans la *Bibliothèque économique pour l'année* 1817, janvier et juin, p. 335 : « Nous trouvons, dans le *Magazin d'erfindungen* (*Magasin des inventions*), de M. Hermbstaedt, une méthode sûre de purifier les huiles récemment exprimées, de les séparer de leur flegme et de leur ôter leur odeur désagréable. On mêle, à cet effet, successivement, 8 grammes (2 gros) d'acide sulfurique très-concentré, dit *huile de vitriol*, avec 184 grammes (6 onces) d'eau de rivière ; on met le mélange dans un vase de verre pouvant contenir environ 1 kilog., on y verse 490 grammes (1 livre) d'huile ; on secoue fortement le vase pendant quelques minutes, jusqu'à ce que le mélange devienne laiteux, et on continue de secouer souvent pendant vingt-quatre heures ; ensuite on bouche la bouteille et on laisse reposer pendant huit jours. Au bout de ce temps on obtient une huile claire, presque sans goût et sans odeur, propre à être employée.

« Le flegme séparé et coagulé par l'acide sulfurique surnage dans l'eau sous forme de pellicules blanches qu'on peut séparer et peser ; de cette manière il est facile de déterminer assez exactement le degré de pureté de l'huile. »

M. Michaud, dans son mémoire, nous fait connaître que sa méthode a reçu

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la sanction de l'expérience et du temps dans deux usines importantes : la première à Honfleur, où le procédé est mis en pratique depuis trois ans; l'autre à Saint-Servan, où il fonctionne depuis 1866.

Une bonne épuration des huiles présentant de l'importance pour l'éclairage, le comité des arts chimiques vous propose de remercier M. Michaud de sa communication et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé A. Chevallier, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *novembre* 1868.

OPTIQUE.

Rapport *fait par* M. Bertsch, *au nom de la commission des beaux-arts appliqués à l'industrie, sur le* kinescope (1), *petit appareil optique imaginé par* M. Anguier, *et présenté par* M. Langlois, *fabricant,* 14, *rue Castiglione, à Paris.*

Messieurs, on connaît les effets singuliers que présente un petit instrument inventé par M. Plateau et qu'on nomme *fantascope.* Les illusions qu'il produit ont pour base la persistance, sur la rétine, pendant un certain temps, d'une impression graphique de courte durée.

Si, à travers une ouverture étroite pratiquée dans un écran, on regarde, tracé sur la circonférence d'un disque tournant, un dessin dont les dimensions n'excèdent pas le champ de la vision distincte, on en saisira, malgré le mouvement, très-nettement les détails, par la raison qu'une seconde image ne peut, à travers la fente, venir se présenter dans l'axe de l'œil que quand la première est effacée sur la rétine.

Si un second dessin, également tracé sur la circonférence du disque apparaît dans les mêmes conditions avant que l'image du premier ait eu le temps de disparaître au fond de l'œil, les deux impressions, quoique successives, nous sembleront n'en constituer qu'une seule. Il en serait de même d'un troisième, d'un quatrième, etc.

---

(1) Nous respectons le nom de *kinescope* donné par l'auteur, mais nous ferons remarquer qu'il est impropre; c'est *cinescope* qu'il faudrait dire d'après les deux mots grecs qui signifient *voir le mouvement.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les conditions de mouvement peuvent être telles que, au moment où la première impression disparaît, la seconde figure se présente, en sorte que celle-ci nous semblera la continuation de la précédente. Il peut en être ainsi pour un certain nombre de dessins successifs. Il suffit, pour produire ce phénomène, que le disque, s'il porte dix dessins, fasse une révolution par seconde; car l'expérience démontre que, en moyenne, les impressions sur la rétine persistent pendant un dixième de ce temps.

Avec l'appareil dont M. Plateau est l'auteur, si l'on veut, par exemple, représenter un homme qui court, on dessine d'abord sur le bord du disque et parallèlement à son rayon, un homme debout; le dessin suivant le représente levant une jambe, le troisième baissant celle-ci et levant l'autre, et ainsi de suite dans des attitudes intermédiaires, jusqu'à l'accomplissement du mouvement entier.

Le petit instrument présenté par M. Langlois est une application ingénieuse de ces données à la représentation d'images en mouvement au moyen de petites photographies microscopiques.

Comptant sur la puissance de l'habitude qui nous porte à voir ce qui n'existe pas par le seul fait que cela devrait exister, l'auteur a supprimé dans son petit appareil qu'il nomme *kinescope* les attitudes temporaires intermédiaires entre la première et la dernière phase d'un mouvement complet. Il ne fait donc passer sous les yeux que deux images.

Le kinescope a la forme d'un petit médaillon comme ceux que les dames portent au col. Ce médaillon est percé, à son centre, d'une petite ouverture circulaire qui le traverse de part en part, de manière à permettre à l'œil que l'on applique d'un côté de voir le jour par l'ouverture opposée. Le champ de lumière peut être traversé successivement par deux lentilles convergentes, ou plutôt par deux microscopes Stanhope superposés l'un à l'autre et portant chacun à son foyer une des deux images à considérer. Ces deux images sont des épreuves photographiques transparentes, du diamètre de 1 millimètre environ. Une petite tige qu'un ressort maintient à l'extérieur et qui cède à la pression du doigt permet de présenter alternativement et dans un temps très-court, à l'ouverture oculaire, l'une ou l'autre des deux images photographiques amplifiées dix fois environ.

Si un personnage est assis dans la première épreuve et debout dans la seconde, en comprimant du doigt la petite tige et en l'abandonnant ensuite à elle-même, les deux images passeront l'une après l'autre devant l'œil dans un temps très-court.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'observateur croira avoir été témoin des mouvements intermédiaires que ce personnage aurait dû exécuter pour s'asseoir et se relever. C'est là une illusion qui, pour certaines images, est véritablement complète.

Ce petit bijou n'est qu'un jeu, mais il réalise une application ingénieuse des lois de la vision à la photographie. C'est, parmi les industries nombreuses auxquelles cette dernière a déjà donné naissance, une nouvelle branche qui ne manque pas d'importance; car la fabrication de ces petits appareils s'élève au chiffre de trois cents par jour et occupe trente ou quarante ouvriers.

A ce double titre, le comité propose de remercier l'auteur de sa communication et de donner au présent rapport la publicité du ***Bulletin***.

Signé BERTSCH, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 12 *février* 1869.

ÉLECTRICITÉ.

DE L'INDUCTION ET DE SES APPLICATIONS A LA CONSTRUCTION DES APPAREILS ÉLECTRO-MÉDICAUX, PAR M. F. P. LE ROUX,

Membre du Conseil.

I.

De l'induction.

Les phénomènes dont se compose cette branche de nos connaissances en électricité seront envisagés ici en tant que faits, indépendamment de toute hypothèse sur le mécanisme intérieur qui peut leur donner naissance; nous chercherons à les grouper le plus méthodiquement possible, et à mettre en évidence celles de leurs lois qui sont connues et les conséquences qu'on en peut tirer, sans nous préoccuper des procédés qui ont pu être employés pour les découvrir ou les démontrer, nous efforçant surtout de rendre facilement accessibles les principes fondamentaux qui président à la construction et à l'étude des appareils qui font l'objet de la seconde partie de ce travail.

1. — Notre illustre Ampère découvrit que deux conducteurs parallèles parcourus chacun par un flux d'électricité s'attirent lorsque le sens de ces flux électriques

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou *courants* (1) est le même dans chacun d'eux, se repoussent lorsque le sens est différent.

On peut formuler ce fait d'une manière générale en disant : « L'existence de cou-
« rants électriques dans deux conducteurs tend à leur faire prendre un certain état de
« mouvement relatif. »

Mais la réciproque est-elle vraie? à savoir : un certain état de mouvement relatif de deux conducteurs, dont l'un seulement est parcouru par un courant électrique, peut-il faire naître un courant dans le second? Faraday a eu la gloire de se poser la question et de la résoudre par l'affirmative.

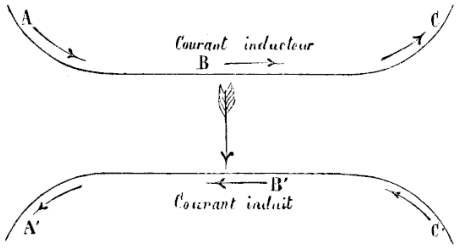


Fig. 1.

Un circuit ABC est parcouru par un courant électrique dont le sens est indiqué par les flèches; un autre circuit A′B′C′, dans lequel ne préexiste aucun courant, est placé à une certaine distance du premier; Faraday a constaté que, si on vient à faire diminuer cette distance, il naît dans ce second circuit, pendant tout le temps que dure le mouvement, un courant de sens contraire à celui qui existe dans ABC; si le mouvement, au lieu de rapprocher les deux circuits l'un de l'autre, a pour effet de les éloigner, le courant qui se développe dans A′B′C′ est de même sens que celui qui préexiste dans ABC.

Faraday a donné à la cause inconnue de ce phénomène le nom d'*induction;* le

(1) Nous rappellerons que dans l'hypothèse des deux fluides électriques on suppose que l'électricité positive se meut plus vite que la négative, et qu'alors, lorsqu'on met en communication les deux pôles d'un couple, il y a mouvement de l'électricité du pôle qui manifeste une tension d'électricité positive vers celui qui manifeste une tension d'électricité négative : par exemple, que dans un couple zinc eau acidulée et cuivre, le courant marche du cuivre au zinc dans le fil conjonctif. Le mot *courant* se comprend plus simplement dans l'hypothèse de l'existence d'un seul fluide, dont l'excès donnerait lieu aux phénomènes que nous attribuons à une électricité positive, et le défaut à ceux de l'électricité dite négative.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

courant préexistant s'appelle *courant inducteur*, celui qui prend naissance par le mouvement, *courant induit* (1).

2. — M. Lenz a relié, d'une manière très-heureuse, le phénomène de l'induction aux actions électro-dynamiques, en remarquant que *le sens du courant induit est contraire à ce qu'il devrait être pour produire un mouvement relatif des deux circuits de même sens que celui qui détermine l'induction.*

Cette loi est fondamentale : elle s'applique à tous les cas possibles de l'induction, dont il va être question ci-après; elle permet de ramener, en ce qui concerne le sens des phénomènes, un grand nombre de problèmes d'induction à des problèmes d'électro-dynamique.

3. — Le courant induit est beaucoup plus faible que le courant inducteur; il croît, toutes choses égales d'ailleurs, avec les longueurs des deux circuits mises en présence; aussi, pour faire commodément l'expérience fondamentale dont nous venons de parler, a-t-on soin de placer deux conducteurs repliés en zigzag sur deux planchettes que l'on rapproche l'une de l'autre aussi rapidement que possible.

Cette dernière condition est essentielle, car on doit regarder l'intensité du courant induit comme proportionnelle à la vitesse du mouvement de rapprochement ou d'éloignement des deux circuits.

4. — Ce n'est pas seulement la variation de la distance qui existe entre les deux circuits ABC et A′B′C′ qui peut faire naître, dans ce dernier, un courant induit; la distance restant la même, un effet du même genre se produira si on vient à faire varier l'intensité du courant qui circule dans ABC.

Le courant induit est de même sens que le courant inducteur quand celui-ci décroît; il est de sens inverse quand il augmente. Ainsi, comme on devait d'ailleurs s'y attendre, l'accroissement du courant inducteur produit le même effet que le rapprochement des circuits, son décroissement le même effet que leur éloignement.

Il est presque inutile d'ajouter que dans ce cas-ci les effets d'induction sont d'autant plus marqués que la distance des deux circuits est moindre.

---

(1) Il est à remarquer qu'Ampère avait approché de la découverte de l'induction. (Voyez *Résumé de l'histoire de l'électricité et du magnétisme,* par Becquerel et Edm. Becquerel; Paris, 1858, page 83.) Il avait même annoncé l'existence d'un courant induit dans un cas où il était assez difficile de l'observer : il avait dit en effet « il s'établit dans un conducteur mobile « formant une circonférence complétement fermée, un courant électrique par l'influence de « celui qu'on produit dans un conducteur fixe circulaire et redoublé, placé très-près du con- « ducteur mobile, mais sans communication avec lui. » La fausse direction donnée par Ampère à ses tentatives tenait évidemment à ce qu'il avait négligé de considérer l'état de mouvement des circuits comme une des conditions essentielles de la question.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

5. — L'intensité du courant induit peut être regardée comme proportionnelle à la vitesse de variation du courant inducteur. Si celle-ci était constante, l'intensité du courant induit le serait elle-même ; mais cette circonstance doit être considérée comme un cas exceptionnel.

L'intensité I du courant inducteur étant une fonction du temps $F(t)$, l'intensité i du courant induit sera, d'après ce qui vient d'être dit

$$i = -N\frac{dI}{dt} = -NF'(t)$$

ou, en langage ordinaire : l'intensité du courant induit est représentée par la dérivée, prise en signe contraire, de la fonction du temps qui exprime la loi de succession des valeurs de l'intensité du courant induit, cette dérivée étant multipliée par un certain coefficient N qui dépend de circonstances multiples telles que la position du circuit induit par rapport à l'inducteur, sa résistance, etc.

Nous allons examiner l'interprétation géométrique de ce principe.

Si une courbe telle que P Q R représentait la loi des intensités du courant inducteur, les temps étant comptés sur l'axe O T, et les intensités sur des ordonnées parallèles à

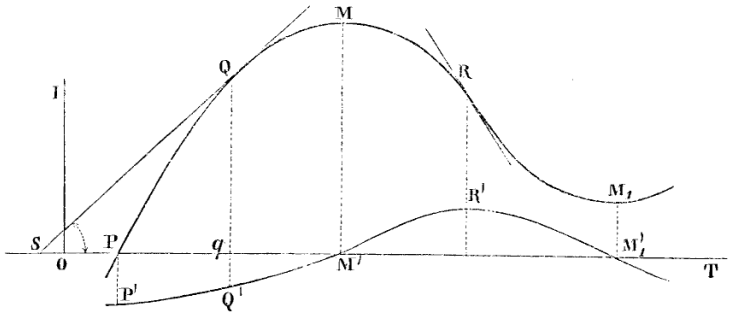


Fig. 2.

l'axe O I, l'intensité du courant induit serait proportionnelle à la tangente trigonométrique de l'angle Q S q que fait avec l'axe des temps la tangente à cette courbe menée au point Q.

Dans notre exemple, cet angle va en diminuant de P en M, M étant la position d'un maximum ; à ce point la tangente à la courbe fait un angle nul avec l'axe des temps. Comme la tangente varie dans le même sens que l'angle, on voit que la courbe représentative de l'intensité du courant induit sera un arc tel que P′ Q′ M′, autrement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dit que l'intensité de l'induit passera par zéro au moment où l'inducteur passera par un maximum, pour croître ensuite positivement pendant le décroissement de celui-ci.

Si à un certain moment, en R par exemple, la courbe représentative de l'inducteur présente un point d'inflexion, comme l'angle de la tangente avec l'axe des temps qui, jusqu'en ce point avait été en croissant, va ensuite en décroissant, il en résulte que l'intensité de l'induit passe en ce point par un maximum. Elle redevient zéro lorsque l'intensité de l'inducteur passe par un minimum M_1, et ainsi de suite.

Ces considérations peuvent servir à rendre compte de la marche du courant induit dans toutes les circonstances où il prend naissance, précédemment examinées ou qui le seront ci-après. Il suffit de remplacer la courbe qui, dans l'exemple ci-dessus, représentait la loi de la variation de l'inducteur par celle de la variation de la cause inductrice, quelle qu'elle soit, distance, aimantation, etc.

Il est intéressant de remarquer qu'au point de vue du courant induit une augmentation de courant positif et une diminution de courant négatif produisent un effet identique ; cette remarque est favorable à l'opinion des physiciens qui ne conçoivent dans les deux électricités qu'une question de plus ou de moins d'un même agent.

6.—Pour en revenir à l'induction produite par un courant variable, si l'intensité de l'induit croît avec la vitesse de variation de l'inducteur, les induits les plus intenses que nous pourrons réaliser avec un courant d'intensité maximum donnée seront évidemment ceux qui résultent de l'établissement ou de la cessation de ce courant, car ces deux phénomènes s'accomplissent dans un temps excessivement court, et l'amplitude de la variation totale sera pendant ce temps aussi grande que possible, puisqu'elle ira de zéro à l'intensité donnée de l'inducteur, et réciproquement.

L'expérience se fait commodément en enroulant sur une bobine deux fils juxtaposés isolés l'un de l'autre : le circuit de l'un, qui est l'induit, est fermé par un galvanomètre ; le circuit de l'autre par une pile. Le galvanomètre fait reconnaître l'existence des induits : le premier induit, qui est inverse, est l'induit de *fermeture* ou d'*établissement;* le second, qui est *direct* c'est-à-dire de même sens que l'inducteur, est l'induit de *rupture* ou de *cessation*.

On reconnaît que l'intensité moyenne de l'induit de rupture est plus grande que celle de celui d'établissement ; mais comme on peut s'assurer aussi par des phénomènes électro-chimiques que la même quantité d'électricité est mise en jeu dans chacun d'eux, on en conclut que le phénomène de la cessation d'un courant s'accomplit dans un temps plus court que celui de son établissement dans un même circuit.

7. — Avant d'entrer plus loin dans l'étude de l'induction, nous devons faire disparaître une restriction apparente. Nous avons supposé jusqu'ici que les deux circuits, inducteur et induit, étaient parallèles, et qu'ils conservaient cette position pendant leur mouvement relatif. Mais cette condition n'est qu'un cas particulier.

D'une manière générale, on peut dire que chaque portion, aussi petite qu'on peut

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la concevoir, chaque *élément,* comme on dit, du courant inducteur, agit sur chaque élément du circuit induit; de telle sorte que l'effet définitif est la somme des actions de tous les éléments du premier sur tous les éléments du second. Or, nous avons dit que l'ensemble des phénomènes de l'induction avait conduit à regarder celle-ci comme une sorte de réciproque des effets électro-dynamiques. Ceux-ci dépendent de deux actions élémentaires distinctes : l'une s'exerçant entre des éléments de courants parallèles entre eux et perpendiculaires à la droite qui les joint, position que j'appellerai première; l'autre entre des éléments de courant dirigés suivant une même droite, ce sera la deuxième position. D'un autre côté, des expériences convenablement dirigées ont fait reconnaître à Ampère que l'action d'un élément de courant pouvait toujours être remplacée par celle de trois autres éléments de même intensité et égaux aux projections de celui-ci sur trois droites rectangulaires issues de l'une de ses extrémités.

D'après cela, l'action électro-dynamique de deux éléments de courant, dont la position relative est quelconque peut se ramener à celle de deux couples d'éléments, convenablement orientés et de longueurs géométriquement déterminées : l'un de ces couples étant de première position, et l'autre de deuxième.

Dans toutes les expériences, ces deux sortes d'actions s'entre-mêlent, et il n'y a pas de cas où il soit possible de mettre en évidence, d'une manière spéciale, l'induction d'éléments placés exclusivement dans l'une ou l'autre de ces positions.

8. — On pourrait croire que dans l'expérience de deux circuits parallèles, dont l'un est parcouru par un courant qui s'établit ou qui cesse, on serait en droit d'assimiler le courant qui varie d'intensité à une suite d'éléments s'avançant successivement dans la direction du fil induit. Cependant cette assimilation ne serait pas exacte, car le sens que l'on pourrait prévoir pour le courant induit, en appliquant la loi de Lenz au cas d'un élément de courant qui s'avancerait dans la direction d'un autre, n'est pas le même que celui dont l'expérience nous révèle l'existence dans le cas de deux circuits parallèles dont l'un est parcouru par un courant variable d'intensité.

Il semble qu'il faille plutôt assimiler l'induction par un courant qui s'établit ou qui cesse au transport presque instantané d'un circuit inducteur venant de l'infini, jusqu'à proximité du circuit induit ou réciproquement; et l'induction par un courant variable au rapprochement successif de circuits parcourus par des courants égaux aux accroissements successifs qu'éprouve ce courant variable pendant les éléments du temps.

On peut en effet concevoir que l'induction prenne naissance simplement parce que deux corps, dont l'un est parcouru par un courant électrique et dont l'autre ne l'est pas, doivent être entre eux dans une certaine relation électrique dépendant de la distance, d'après laquelle le conducteur influencé devrait différer de l'état naturel par une certaine quantité d'électricité en plus ou en moins, et dont le mouvement d'entrée ou de sortie serait précisément la cause du courant induit. Ce n'est pas ici le lieu de développer cette conception, qui est due à Faraday, mais elle se trouve corroborée par les deux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conclusions que voici, faciles à tirer des lois généralement admises du développement des courants induits, et qui, je crois, se trouvent énoncées ici pour la première fois : 1° la quantité d'électricité induite par un changement donné de position relative de deux circuits est indépendante du temps employé à effectuer ce changement ; 2° la quantité d'électricité induite dans un circuit donné par un courant subissant une variation donnée d'intensité est indépendante du temps employé à effectuer cette variation.

9. — Ces conclusions sont d'ailleurs d'accord avec un principe général que M. Felici a énoncé *à priori,* et qu'il a cherché à vérifier par l'expérience, à savoir : « la somme « de tous les courants induits dans un circuit conducteur par un circuit voltaïque « fermé et en mouvement, pendant le passage de ce dernier, d'une position dans la- « quelle il ne saurait produire, soit en s'ouvrant, soit en se fermant, aucun courant « induit dans le premier circuit, à une autre position quelconque, est égale au courant « que l'on peut produire en ouvrant ou fermant le même circuit inducteur placé « exactement dans la même position. »

10. — Nous venons d'exposer les principes fondamentaux de l'induction, ce sont ceux auxquels se ramènent les cas ci-dessus énoncés et ceux que nous allons examiner dans l'ordre suivant :

Courants induits de divers ordres ;

Induction d'un courant sur son propre circuit ;

Induction par les aimants.

Courants induits de divers ordres. — D'après ce qui précède, nous voyons qu'un courant d'induction est un courant éminemment variable, car il est toujours produit par la variation d'une certaine cause : pour qu'il fût constant, il faudrait que la vitesse de cette variation fût constante, ce qui ne saurait avoir lieu que pendant des temps très-courts, car la cause en question ne peut pas dépasser certaines limites, et doit même atteindre celles-ci dans un temps assez limité (généralement une petite fraction de seconde), pour que les phénomènes soient sensibles dans les conditions où il nous est permis de les réaliser.

Cet état variable inhérent à l'existence même d'un courant induit le rend éminemment propre à influencer un circuit voisin, de manière à y faire naître un autre courant induit qui est appelé *induit de second ordre*, le courant qui lui donne naissance étant l'induit de *premier ordre.*

Cet induit du second ordre peut de même induire dans un troisième circuit un courant qui est l'*induit du troisième ordre,* et ainsi de suite.

Nous supposerons quatre circuits juxtaposés consécutivement par leurs parties rectilignes, comme l'indique la fig. 3, mais isolés les uns des autres , le courant d'une pile lancé dans le premier sera le courant inducteur.

11. — Pour que les courants induits d'un ordre élevé soient sensibles, il faut que la cause inductrice soit aussi puissante que possible, tant par son intensité propre que par la rapidité avec laquelle elle accomplit son évolution. Aussi emploie-t-on, de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

préférence, pour manifester les courants induits d'ordres supérieurs au premier, l'établissement et la rupture d'un courant aussi intense que possible. Ce courant peut être

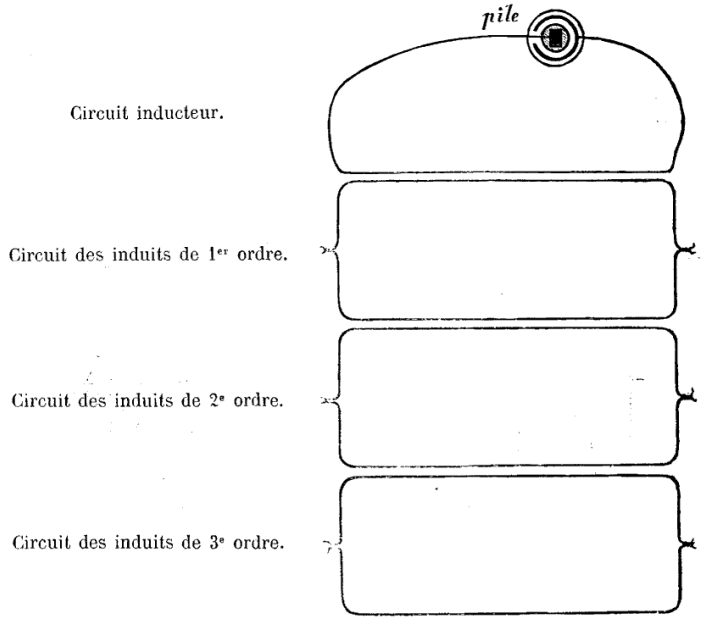


Fig. 3.

la décharge d'un condensateur; c'est là, en effet, un flux d'électricité dont la force électro-motrice est très-grande relativement à celle de nos piles, et qui ne dure d'ailleurs qu'un temps très-court, la durée de la décharge d'un condensateur pouvant être regardée comme généralement comprise entre un et deux cent-millièmes de seconde.

Pour mettre en évidence les particularités remarquables que présentent les courants induits des divers ordres, relativement à leur sens et à leur intensité, nous raisonnerons sur le cas où l'inducteur est un courant intermittent.

12. — Commençons par nous rendre compte de la manière dont nous devons représenter par une courbe les états successifs du courant inducteur pendant ses périodes d'établissement ou de cessation.

Sur une droite telle que OP (fig. 4), portons à partir du point O des longueurs proportionnelles aux temps écoulés depuis l'instant de la fermeture du circuit, et sur des perpendiculaires à cette droite prenons des longueurs proportionnelles à l'intensité du courant à ces différents instants. Pendant le temps OQ de l'établissement du courant, la loi de son intensité sera représentée par un arc de courbe tel que OIM ca-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ractérisé par des ordonnées continuellement croissantes, puis à partir d'un certain point M l'ordonnée sera constante et la courbe deviendra une parallèle à l'axe

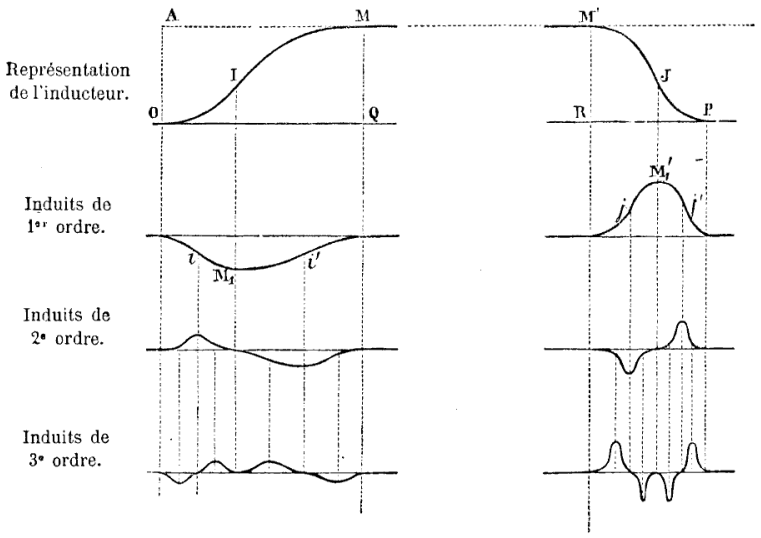


Fig. 4.

des temps, parce que, à partir de ce moment, l'intensité du courant est elle-même constante.

Si au bout d'un certain temps O R on vient à rompre le circuit, l'intensité du courant diminue très-rapidement jusqu'à devenir nulle et la courbe retombe sur l'axe des temps. La durée de cette période de cessation est très-courte, et il faut même considérer qu'elle doit être plus courte que la période d'état variable correspondant à l'établissement du courant, voilà pourquoi nous avons fait la longueur R P plus courte que O Q.

Cette inégalité des deux périodes d'établissement et de cessation peut se déduire de certaines considérations *à priori*, notamment de l'hypothèse d'une résistance des conducteurs qui serait particulière à l'état variable des courants, et que j'ai appelée *résistance dynamique* (1). Mais cette même inégalité de durée peut être aussi regardée comme un fait d'expérience nécessaire à admettre pour justifier les phénomènes obser-

(1) Voir *Études sur les machines électro-magnétiques et magnéto-électriques*, Annales du Conservatoire des arts et métiers, tome Ier, page 582.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vés, non-seulement dans le cas de circuits rectilignes juxtaposés, cas très-rarement réalisé, mais aussi dans le cas, seul usuel mais plus complexe, de circuits enroulés dont les diverses parties réagissent les unes sur les autres.

Admettons donc, dès à présent, que la durée de la période de cessation est moindre que celle de la période d'établissement, et continuons à tirer de ce fait les conclusions qu'il importe de faire ressortir.

13. — La première est relative à la forme des arcs de courbe OIM et M'JP. Ce qu'il y a de plus simple, et en même temps de plus conforme à l'ensemble des phénomènes, est de supposer que le premier est tangent en O à l'axe des temps et en M à la parallèle à cet axe qui représente la période d'intensité constante. Il faut nécessairement qu'entre ces deux régions extrêmes sa courbure change de sens, et la manière la plus simple de concevoir ce changement est d'imaginer l'existence d'un point d'inflexion, en I par exemple ; la position de ce point pourra d'ailleurs partager d'une manière quelconque la distance entre les points O et Q. Nous admettrons la même disposition pour l'arc MJP, mais nous supposerons en outre qu'au point d'inflexion J, l'inclinaison de la tangente à la courbe sur l'axe des temps soit plus considérable qu'en I. Il résulte évidemment de là et de ce que nous avons établi ci-dessus sur les relations qui existent entre les courants inducteurs et induits que les maxima des courants induits inverse et direct, lesquels sont proportionnels aux tangentes trigonométriques de ces inclinaisons, doivent être inégaux, et que celui de l'induit direct est le plus grand. Comme, d'autre part, l'expérience fait connaître que les quantités d'électricité mises en jeu dans les deux induits sont égales et que la durée de l'induit direct est moins grande que celle de l'induit inverse, puisque ces durées sont les mêmes que celles des états variables, l'induit direct augmentera et tombera plus rapidement que l'induit inverse.

Ces deux induits du premier ordre présenteront chacun deux points d'inflexion : le premier en i et i', le second en j et j'.

L'action des induits du premier ordre, agissant comme inducteurs sur le circuit suivant, s'analyserait d'après les mêmes principes, et conduirait à cette conclusion que les induits d'établissement et de cessation se composent chacun de deux parties de sens inverses, les maxima des seconds étant plus saillants que ceux des premiers.

Chacun des systèmes de courants induits du troisième ordre se compose de quatre parties de sens successivement inverses, et ainsi de suite, de telle sorte que chacun des systèmes d'induits du $n^{ième}$ ordre comporte 2^{n-1} courants alternativement de sens contraires.

14. — En ce qui regarde les intensités comparatives, il est bien évident qu'elles vont en décroissant car, dans tous les cas, l'intensité décroît considérablement de l'inducteur à l'induit. D'un autre côté, à mesure que l'ordre des induits s'élève, les alternatives d'inversion de sens sont de plus en plus rapides, et c'est à cette circonstance que l'on doit attribuer l'intensité supérieure apparente que peuvent manifester, dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

certains cas, par exemple dans les actions physiologiques, les courants induits d'ordre supérieur au premier. L'étude de toutes nos sensations amène en effet à cette conclusion que l'action des divers agents qui les provoquent est plus sensible lorsqu'elle est intermittente que lorsqu'elle est continue. En ce qui concerne l'électricité, une quantité très-faible employée d'une façon intermittente pourra produire des effets sensoriaux, tels que commotions, contractions, douleurs, beaucoup plus énergiques qu'une quantité plus grande employée d'une manière continue, et cela même à intensité égale; quant à l'effet curatif, c'est à la médecine qu'il appartient de l'apprécier suivant les cas.

15. — *Induction d'un courant sur son propre circuit. — Extra-courant.* — Considérons (fig. 5) un circuit d'une grande longueur enroulé suivant une hélice à spires très-rapprochées, ainsi que cela se trouve réalisé dans les bobines des appareils que nous étudierons par la suite. Cela posé, imaginons que nous venions à fermer le circuit d'une pile par cette hélice. Pendant toute la durée de la période d'établissement chacune des spires est le siége d'un courant variable; considérons en particulier une spire $a\,b$, elle induira par ce fait, dans toutes les spires qui la précèdent ou qui la suivent, des courants de sens contraire à celui qui s'établit : j'indique le sens de ces induits par de petites flèches non empennées. On voit que, quelle que soit la position de la spire considérée, son effet sera le même sur toutes les autres, à l'intensité près; un courant inverse de celui de la pile prendra donc naissance et ralentira son établissement, et cela avec d'autant plus d'énergie que les spires seront plus nombreuses et plus rapprochées les unes des autres.

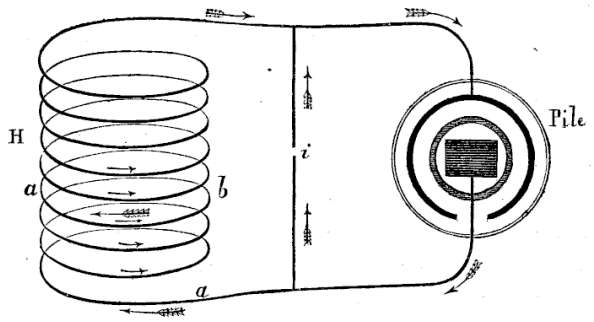


Fig. 5.

Pendant l'établissement du courant, la bobine se comporte, d'une part, comme présentant une résistance plus grande que lorsque le courant a atteint la permanence, d'autre part, comme étant le siége d'une force électro-motrice inverse de celle du courant qu'on cherche à établir. Il est facile de manifester l'effet total qui en résulte :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en i, sur le trajet d'une dérivation, on établit un galvanomètre dont on laisse l'aiguille se fixer dans la position d'équilibre qui lui convient sous l'influence du courant dérivé, pendant l'état permanent ; cela fait, on dispose un obstacle qui empêche l'aiguille de revenir au zéro, puis on interrompt le courant en supprimant l'un des contacts avec la pile. Or, au moment où l'on vient à rétablir ce contact, on voit l'aiguille vivement déviée au delà de la position qu'elle occupe. Il faut donc conclure de cette expérience que le courant dérivé est plus fort pendant le temps de l'établissement du courant que pendant l'état permanent, car le courant qui traverse la dérivation peut, pendant le temps très-court de cet établissement, mener l'aiguille plus loin que ne peut le faire, pendant un temps aussi long que l'on veut, le courant permanent. Ainsi l'action de la bobine est bien celle que nous avons annoncée.

16. — Des effets du même genre, mais d'un sens différent, se produisent lorsqu'on rompt le circuit ; alors la bobine se comporte comme si sa résistance diminuait, et en même temps la force électro-motrice induite change de sens et prend celui du courant inducteur, il faut dans ce cas changer le sens des petites flèches non empennées. Si on avait arrêté au zéro l'aiguille du galvanomètre placé en i de manière qu'elle ne pût se mouvoir que dans le sens inverse de celui où la pousse le courant dérivé pendant l'état permanent, on verrait, au moment où l'on interrompt le contact avec la pile, l'aiguille vivement déviée par l'effet du courant dont la bobine est le siége.

Le courant induit qui prend ainsi naissance dans un circuit au moment de sa rupture porte le nom d'*extra-courant*.

Si, au lieu de placer en i un galvanomètre, on y place une partie du corps humain, on éprouve des secousses plus ou moins intenses.

Si la discontinuité en i est assez petite, la disposition de la bobine convenable, et l'intensité de la pile suffisante, la tension de l'extra-courant peut être assez grande pour vaincre la résistance de l'air, et une étincelle jaillit en i.

17. — Les effets de l'extra-courant peuvent s'observer sans avoir recours à un courant dérivé : étant donnés une pile et un conducteur rectiligne d'une certaine longueur, si on fait passer le courant dans ce conducteur et qu'on l'interrompe en un point I (fig. 6), on voit une étincelle qui est d'autant plus faible que le conducteur est plus long ; mais si on enroule en hélice ce même conducteur, l'étincelle devient beaucoup plus vive, et cet effet augmente dans une certaine limite avec la longueur du conducteur. Dans ce cas l'extra-courant traverse la pile et s'ajoute au courant de celle-ci pour franchir l'interruption et entretenir pendant un temps qui devient facilement appréciable le petit arc voltaïque qui constitue l'étincelle.

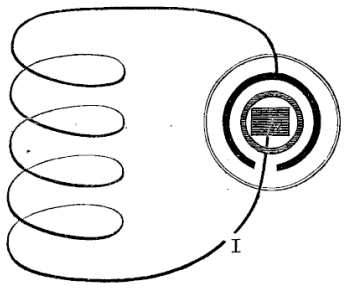


Fig. 6.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

18.— Il n'est peut-être pas inutile de résumer par des figures la comparaison à établir entre la manière dont un circuit se comporte vis-à-vis d'un courant pendant les périodes d'établissement et de cessation suivant qu'il est disposé ou non de manière à faire naître des actions inductrices entre ses diverses parties, c'est-à-dire lorsqu'il est rectiligne ou enroulé en hélice.

La force électro-motrice de la pile et la résistance du circuit étant supposées les mêmes dans les deux cas, l'intensité du courant a la même valeur pendant l'état permanent, mais cet état permanent doit être plus long à atteindre dans le second cas que dans le premier, en supposant du moins que la quantité d'électricité nécessaire pour charger le fil soit la même dans les deux cas. On comprend en effet que la force électro-motrice inverse résultant de l'induction venant diminuer à chaque instant l'intensité du courant, il en résulte que dans le second cas il faudra plus de temps pour laisser passer la même quantité. Dans la période de cessation, comme aucune force extérieure

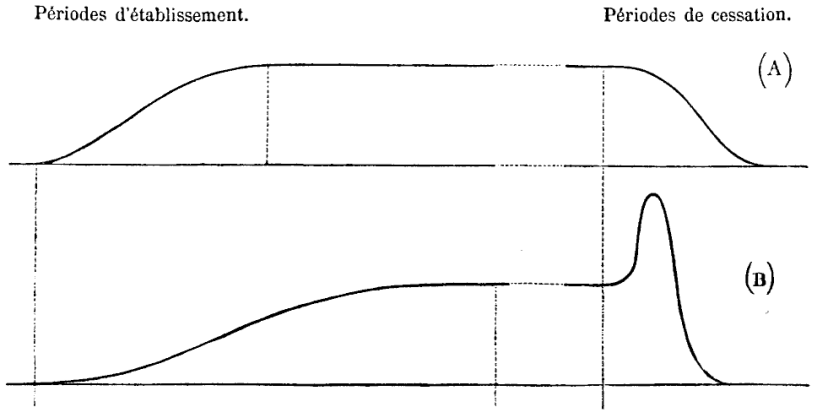


Fig. 7.

(A) Cas du circuit rectiligne.
(B) Cas du circuit enroulé en hélice.

n'intervient, et qu'on ne peut pas imaginer que l'induction crée de l'électricité, il faut admettre que la quantité d'électricité qui s'écoule pendant cette période est la même dans les deux cas et comme la force électro-motrice d'induction qui prend naissance dans le second cas favorise cet écoulement, on doit admettre aussi qu'il sera plus rapide que dans le premier. L'intensité pourra même devenir plus grande à un certain moment que celle du courant à l'état permanent. C'est ce que nous avons essayé de figurer par les courbes ci-dessus (fig. 7).

En rapprochant ces figures de celles de la page 210, qui indiquent le mode de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

filiation des courants induits des divers ordres, on voit quelle modification profonde on apportera dans l'économie de ceux-ci en substituant au courant inducteur [A] un inducteur [B], modifié lui-même par les réactions de ses diverses parties. Il arrivera, en effet, que tous les induits d'établissement subiront une sorte d'aplatissement, tandis que ceux de rupture, en même temps qu'ils se doubleront, éprouveront une véritable exacerbation. Dans la figure 8 nous nous sommes proposé de représenter l'induit de premier ordre d'un extra-courant de rupture.

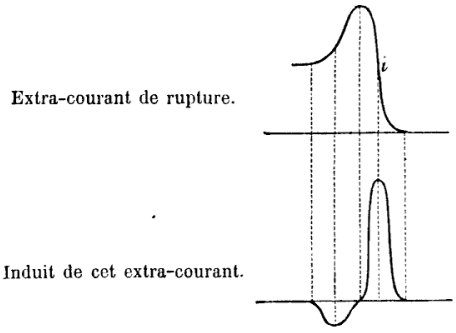


Fig. 8.

19. — Il faut, toutefois, se prémunir contre une induction erronée de ces raisonnements, qui pourrait faire croire à la possibilité d'augmenter, pour ainsi dire indéfiniment, l'intensité des induits. Il n'en est rien, car un circuit qui modifie son propre courant d'une manière aussi marquée que nous venons de le voir dans le cas où il est seul à agir sur lui-même, tend à se rapprocher de l'état d'inaction sur lui-même lorsqu'il est avoisiné par un conducteur parallèle, dans lequel l'effet d'induction peut se manifester au même titre que sur lui-même. On a une preuve très-manifeste de cette différence de distribution en prenant deux fils de même longueur que l'on enroule ensemble en hélice : appelons-les C et C_1. Si dans C on fait passer le courant d'une pile, le circuit de C_1 restant ouvert, on observe une augmentation de l'étincelle de rupture due à l'extra-courant; mais elle diminue très-notablement lorsque le circuit C_1 est fermé de manière à pouvoir laisser le passage libre à l'induit qui s'y développe.

20. — Il n'est pas sans intérêt d'essayer de se rendre compte de cette différence d'action au premier abord si mystérieuse, d'un circuit induit sur un inducteur suivant qu'il est ouvert ou fermé.

Raisonnons dans le cas de l'établissement du courant dans l'inducteur.

Lorsqu'il est ouvert, le circuit induit n'en éprouve pas moins l'influence de l'inducteur; cette influence se traduit à ses extrémités par des tensions d'électricités contraires,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tensions que l'électroscope peut manifester, et qui sont telles dans certains cas que si la distance qui sépare les deux extrémités du conducteur n'est pas trop grande, la résistance de la couche d'air interposée peut être vaincue, et que le courant s'établit sous forme d'étincelle. Si la recomposition n'a pas lieu par cette voie, lorsque la force inductrice a dépassé son maximum, les électricités se recombinent à l'intérieur du fil induit et y déterminent un courant finissant de sens contraire au courant inducteur, lequel à son tour induit dans le circuit inducteur un courant de même sens que le courant primitif, qui se trouve ainsi plus ralenti que si le circuit induit eût été fermé, mais moins cependant que si ce circuit voisin n'eût point existé.

On analyserait de même le cas de la cessation.

21. — Pour produire cette altération de l'économie des courants induits il n'est pas nécessaire que la masse accessoirement induite ait la forme d'un fil enroulé parallèlement au fil inducteur, il suffit que celui-ci soit avoisiné d'une masse dans laquelle l'induction puisse en quelque sorte se choisir la route qui lui convient le mieux. Ainsi, étant donnée une hélice inductrice, il suffit de placer dans son intérieur un tube de métal qui la remplisse exactement, ou de l'envelopper d'un tube du même genre, pour voir cesser en grande partie les effets de tout genre que pourrait produire cette hélice inductrice.

Cette circonstance est mise à profit dans la plupart des appareils électro-médicaux afin de permettre de graduer facilement l'intensité des courants induits ; il suffit en effet de rendre mobile la masse perturbatrice, qui est ordinairement un tube de cuivre, de manière à en mettre une plus ou moins grande longueur en prise avec l'hélice inductrice.

D'un autre côté, quand on veut utiliser autant que possible les effets de l'induction, il faut éviter de faire entrer dans la construction des appareils des masses métalliques pouvant offrir des circuits fermés ; ainsi, les bobines doivent de préférence être en substances non conductrices de l'électricité, telles que le bois, le verre, le caoutchouc durci, le carton, etc. Si, pour des raisons de solidité, on est obligé d'employer des pièces métalliques, on doit avoir soin d'y pratiquer des solutions de continuité qui interrompent spécialement les circuits qu'on pourrait dessiner dans ces masses parallèlement aux spires inductrices. C'est ainsi que si des bobines sont construites avec des rondelles terminales de métal, on doit fendre celles-ci dans le sens d'un rayon ; les machines magnéto-électriques qu'on a construites sur le principe de celles de Clarke, pour la production industrielle de l'électricité (1), offrent un exemple de cette disposition.

22. — *De l'induction par les aimants.* — Nous avons dit ci-dessus que le sens des effets des actions inductrices était prévu, dans tous les cas, par une loi due au

---

(1) Voir *Les machines magnéto-électriques françaises, et l'application de l'électricité à l'éclairage des phares,* par F. P. Le Roux; Paris, Gauthier-Villars, **1868,** et *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale,* année **1867,** p. **677.**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

physicien russe Lenz, et qui se formule ainsi : « Toutes les fois qu'on produit un déplacement relatif entre un courant et un circuit fermé à l'état naturel, le sens du courant d'induction qui s'établit dans ce dernier est tel qu'il tend, en vertu des lois de l'électro-dynamique, à s'opposer au mouvement qui donne lieu à l'induction. »

Cette loi n'est évidemment qu'un cas restreint d'un principe plus général applicable à toutes les actions qui peuvent exister entre les conducteurs parcourus par des courants et des systèmes quelconques; tel est le cas des aimants dont les rapports avec les courants constituent l'*électro-magnétisme*. D'après cela, le mouvement relatif entre un aimant et un circuit fermé à l'état naturel devra engendrer dans ce dernier un courant d'induction, dont le sens sera tel qu'il tendra à déterminer un mouvement de sens contraire à celui dont l'existence détermine l'induction.

Tout problème d'induction par les aimants se ramène donc à un problème d'électro-magnétisme. Nous pourrions alors étudier l'induction magnétique en partant des lois de l'électro-magnétisme. Mais Ampère a rattaché par des hypothèses fort heureuses, qui jusqu'ici n'ont pas été trouvées en défaut, le magnétisme à l'électro-dynamique; on peut donc rattacher l'induction magnétique à l'induction électrique. C'est la voie qui me paraît la plus appropriée au but spécial de cette étude, dans laquelle nous avons à considérer des appareils où l'on voit sans cesse ces deux genres d'induction tendre simultanément au même but.

23. — On sait, et c'est à Arago qu'est due cette belle découverte, que des tiges de fer doux placées dans l'intérieur d'une hélice parcourue par un courant électrique prennent une aimantation qui cesse avec le passage du courant ; si ces tiges sont d'acier trempé, elles s'aimantent de même, mais d'une manière permanente. L'action d'un barreau ainsi aimanté sur un système extérieur, soit magnétique, soit électro-dynamique, est de même sens que celle de l'hélice dans laquelle il est placé, mais elle est plus énergique. L'idée d'Ampère a été de ramener l'aimantation à une orientation de courants parallèles, d'après ce principe que l'action mutuelle de deux courants, dont l'un au moins est mobile dans tous les sens possibles, tend à les ramener au parallélisme et à la même direction. Son hypothèse, c'est qu'il existerait dans l'intérieur des corps magnétiques des courants élémentaires circulant autour de certains groupes d'atomes. Dans les corps magnétiques non aimantés, dans un barreau de fer doux, par exemple, ces courants seraient orientés dans toutes les directions ; mais le voisinage d'un aimant ou bien d'un courant pourrait donner à ces courants particulaires une orientation déterminée, de telle sorte que la résultante de leurs actions sur un point extérieur ne serait plus nulle comme avant leur orientation ; le barreau de fer doux deviendrait aimanté.

D'après cette hypothèse d'Ampère, une section faite dans un barreau aimanté perpendiculairement à la ligne des pôles serait représentée, comme dans la fig. 9, par une certaine quantité de courants fermés, que nous représentons circulaires, et qui seraient tous dirigés dans le même sens, comme l'indiquent les flèches qui sont figurées à côté de chacun d'eux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais d'après une loi expérimentalement démontrée par Ampère, les actions de deux courants infiniment voisins sur tout autre système de courants ou d'aimants, se détrui-

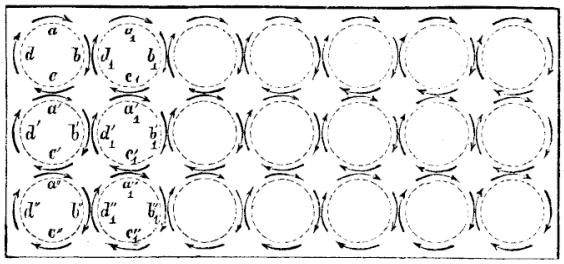


Fig. 9.

sent si ces deux courants voisins sont de sens contraire et de même intensité. On voit donc que les portions a et a' de deux courants particulaires contigus vont s'annuler; il en sera de même des portions c' et a''; il n'y aura donc d'efficaces, dans toute cette première pile verticale, que les parties extérieures a, d, d' d'' et c'', car les parties intérieures b, b' b'', dont nous n'avons pas encore parlé, sont détruites par les portions voisines d_1, d_1', d_1'' de la pile voisine; de cette pile, il n'y aura d'ailleurs d'efficaces que les parties extérieures a_1 et c_1''.

En continuant de raisonner ainsi, on voit facilement que les parties extérieures seules de tout le système seront efficaces, de telle sorte que l'effet de l'orientation des courants particulaires équivaudra (fig. 10) à la création d'un courant qui parcourrait le

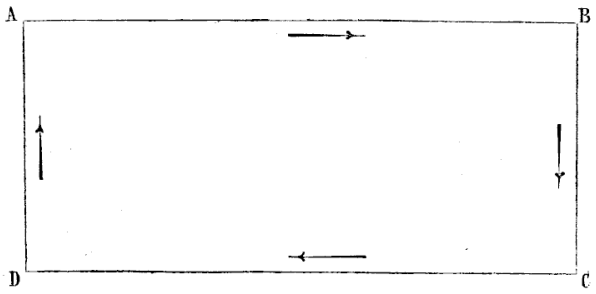


Fig. 10.

périmètre ABCD de la section considérée. Deux côtés opposés AB et CD de cette section étant de sens contraire, leurs actions sur un système extérieur seront contraires. Mais

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

si nous supposons que ce système extérieur soit placé sensiblement dans le plan ABCD, et du côté de AB, par exemple, l'action de cette partie sera prédominante, et cela d'autant plus que AB et CD seront séparées par une plus grande distance, car toutes ces actions sont régies par la loi de la raison inverse du carré des distances. L'action de l'aimant sera donc d'autant plus forte que AB et BC, c'est-à-dire les deux dimensions de la section seront plus grandes. Les mêmes considérations s'appliqueraient évidemment à une section de toute autre forme.

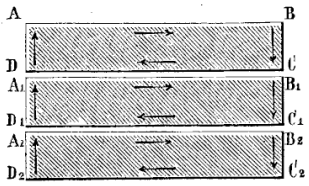


Fig. 11.

24. — Quand on place à côté l'un de l'autre divers barreaux aimantés, les actions de deux parties voisines CD et A_1B_1 se détruisent, car elles sont de sens contraires et supposées égales ; l'effet d'un faisceau tel que celui dont la fig. 11 représente la coupe sera donc le même que celui d'un barreau unique qui aurait pour section ABC_2D_2.

25. — Dans un grand nombre d'appareils où l'on emploie des aimants soit permanents, soit temporaires, on trouve commode de replier ceux-ci en forme de fer à cheval. Cette forme ne change rien aux propriétés fondamentales de ces aimants, elle ne fait que rendre plus facilement réalisables certaines dispositions qui ont pour objet de faire agir les aimants sur des systèmes extérieurs en rapprochant l'une de l'autre les extrémités, qui sont les parties dont l'action doit être prédominante ; c'est ce que montre clairement la figure 12 où on a représenté un aimant rectiligne, puis le même

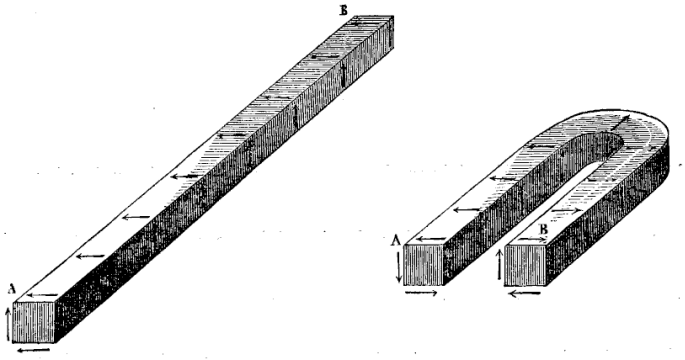


Fig. 12.

supposé recourbé en fer à cheval. On voit de plus, et cette circonstance est à noter, que dans ce dernier les courants d'Ampère sont symétriques par rapport à un plan

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

équidistant des branches du fer à cheval et perpendiculaire à son plan, et que par conséquent ces courants tournent en sens inverse.

26. — On conçoit maintenant qu'il doit être facile de ramener l'action inductrice des aimants à celle des courants : si on approche un aimant d'un courant, c'est comme si on en approchait un solénoïde (1) traversé par un courant; si on fait naître l'aimantation dans un fer doux mis en présence d'un circuit, c'est comme si on faisait naître un courant dans le solénoïde à cercles infiniment rapprochés qui peut être, suivant l'hypothèse d'Ampère, substitué à ce fer doux au moment où il est aimanté; si on fait varier l'aimantation dans un barreau préalablement aimanté, c'est comme si on faisait varier l'intensité des courants qui le constituent, etc.

27. — On peut classer de la manière suivante les différents cas de l'induction magnétique :

1° On approche un aimant d'un circuit conducteur; généralement ce circuit a la

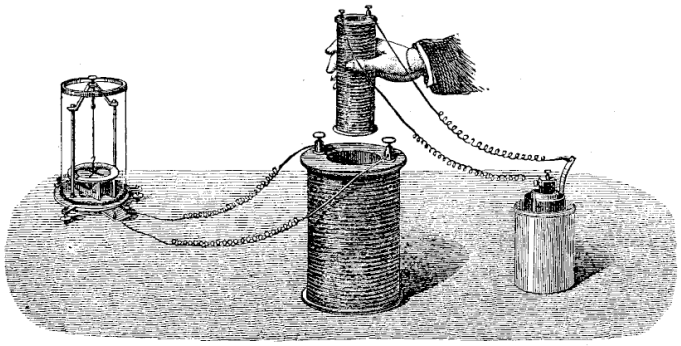


Fig. 13.

forme d'une hélice dans l'intérieur de laquelle on fait pénétrer le plus rapidement possible un barreau aimanté.

La figure 13 montre la disposition de l'expérience en supposant que l'on intro-

---

(1) Ampère a donné le nom de *solénoïde* à un conducteur replié de manière à présenter la forme d'une série de cercles consécutifs dont les centres sont disposés suivant une courbe quelconque; une hélice dont les spires sont rapprochées remplit dans la pratique le même but que la disposition d'un solénoïde rectiligne; c'est le seul genre qui intéresse l'étude des applications de l'induction. On peut d'ailleurs concevoir des solénoïdes dont la section soit d'une forme quelconque autre que le cercle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

duise un solénoïde ou mieux encore une bobine, c'est-à-dire un solénoïde multiple, dans une autre bobine.

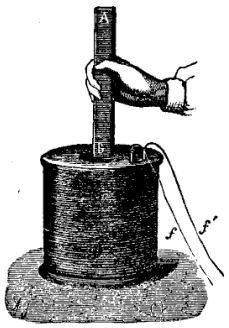


Fig. 14.

Si on introduit dans celle-ci (fig. 14) un aimant de mêmes pôles que celui qui résulterait de l'action de la bobine mobile du cas précédent l'effet est de même sens.

Ce cas n'intéresse pas les applications, on ne le réalise que pour les besoins de la démonstration.

2° On place dans l'intérieur d'une hélice un barreau de fer doux, et alors (fig. 15) on aimante ou on désaimante ce barreau de fer doux en en approchant un aimant.

Dans les applications, ce barreau de fer doux est généralement contourné en forme de fer à cheval, et l'aimant lui-même l'est aussi de manière à faire agir à la fois les deux extrémités du premier sur celles du second.

Les machines de Pixii, de Clarke, et toutes celles qui en dérivent sont dans ce cas ; nous les étudierons ci-après.

3° On place, comme ci-dessus, un barreau de fer doux dans l'intérieur d'une bobine formée de deux hélices superposées, l'une se compose d'un fil long et fin destiné à être induit ; l'autre, d'un fil gros et court, dans lequel on fait passer un cou-

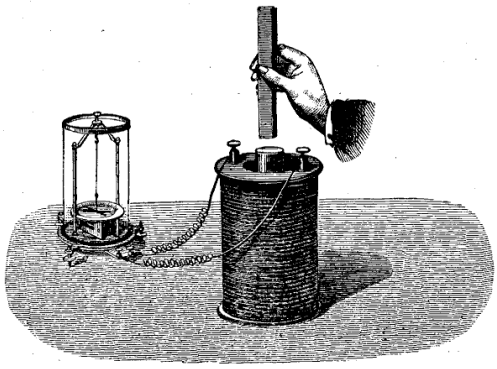


Fig. 15.

rant fourni généralement par une pile, et qui est destiné à déterminer l'aimantation du fer doux ; on fait cesser cette aimantation en interrompant ce courant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tous les appareils électro-magnétiques proprement dits appartiennent à ce type, tels sont les appareils de Masson, de la Rive, Neef, Ruhmkorff, etc., etc.

4° On enroule un conducteur autour des parties extrêmes des branches d'un aimant permanent recourbé en fer à cheval, et, en approchant ou éloignant des pôles de cet aimant un contact en fer doux, on détermine une nouvelle distribution du magnétisme dans les branches de l'électro-aimant.

La machine de Page peut être considérée comme le type de cette sorte d'appareils.

28. — Pour prévoir l'action inductrice d'un aimant temporaire ou permanent, il suffit de rechercher quel est le sens dans cet aimant des courants hypothétiques d'Ampère, et d'appliquer les règles ci-dessus établies de l'action des courants sur les circuits.

On trouve ainsi que

un circuit { s'approchant / s'éloignant } d'un aimant
est induit { contrairement / semblablement } aux courants hypothétiques de l'aimant vers lesquels il marche parallèlement,

Et dans le cas où il s'agit d'une variation d'intensité de l'aimant,

un aimant qui { se renforce / s'affaiblit } induit dans un circuit
un courant de sens { contraire / semblable } à celui des courants hypothétiques de cet aimant.

29. — Comme les courants qui constituent l'aimantation sont, d'après l'hypothèse même d'Ampère, parallèles au courant aimantant, il s'ensuit que quand un courant qui s'établit vient aimanter un fer doux, la présence de ce fer doux ne fait, en quelque sorte, que renforcer l'action inductrice du courant qui s'établit, puisque ces deux actions conspirent; il en est de même encore au moment où l'interruption du courant vient mettre fin à l'aimantation.

L'aimantation finissante paraît se faire avec plus de rapidité que l'aimantation commençante, car les différences d'intensité de l'induit d'établissement et de l'induit de cessation que nous avons signalées ci-dessus à propos de l'induction d'un circuit sur lui-même se manifestent encore plus remarquablement quand on place dans une hélice un barreau de fer doux.

30. — Il y a lieu d'étudier maintenant quelles sont les conditions les meilleures, dans les différents cas, pour les dispositions à donner aux masses de fer doux qui servent ainsi à renforcer l'induction. Elles agissent d'une double manière : 1° comme corps magnétiques et leur action est celle que nous venons d'analyser, 2° comme corps conducteurs présentant des circuits fermés dans l'intérieur desquels s'induisent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des courants dont l'effet est, ainsi que nous l'avons remarqué plus haut, de réagir sur ceux que l'on veut utiliser et d'en diminuer la quantité et surtout l'intensité.

M. Dove, à l'aide de son inducteur différentiel, a mis pleinement en évidence cette double action des masses de fer intérieures aux hélices et l'inégalité d'action qu'elles présentent au point de vue des divers effets qu'on veut obtenir des courants d'induction. Cet appareil, dont la fig. 16 donne une coupe, se compose de deux bobines inductrices A et B aussi identiques que possible et enveloppées de deux bobines induites C et D également identiques. Ces deux bobines inductrices sont creuses, on peut mettre dans leur intérieur, en M par exemple une masse compacte de fer doux, et en N des tiges de diverses nature ou grosseur, en nombre plus ou moins grand. En faisant passer un courant de même sens dans les deux bobines inductrices vides on obtient dans les deux bobines induites des courants identiques, ce qu'on vérifie en les réunissant par des pôles opposés c et d' et interposant entre les fils c' et d soit un galvanomètre, soit un voltamètre, soit le corps humain. Cette égalité cesse à l'avantage de la bobine de gauche lorsqu'on y introduit un barreau compacte de fer doux M, la bobine de droite restant vide. Au contraire celle-ci arrive à l'emporter sur la première si on la remplit d'un faisceau de fils de fer.

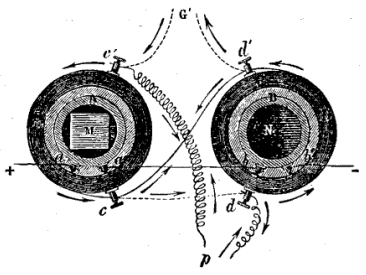


Fig. 16.

Les conditions d'égalité sur le galvanomètre ou sur le corps humain ne sont pas les mêmes. Ainsi M. Dove a reconnu que, pour équilibrer sur le galvanomètre l'action des deux hélices induites, il fallait, lorsque l'une d'elles contenait un cylindre de fer forgé, plus de 110 morceaux d'un certain fil de fer, tandis que 15 suffisaient pour équilibrer l'action physiologique. Avec un cylindre d'acier trempé, 28 et 7 fils suffisaient dans les mêmes circonstances ; avec un cylindre d'une certaine fonte grise, 27 et 11.

Il a également soumis à ces expériences comparatives différentes espèces de fer, et le classement résultant de l'action galvanométrique n'a pas été le même que celui résultant de l'action physiologique. On a trouvé que la fonte brute grise était, de toutes les espèces de fer, celle qui se rapprochait le plus des paquets de fils quant aux effets d'induction, ce qui tient, sans doute, à la discontinuité des molécules de fer susceptibles d'aimantation.

Des tubes de fer non fendus et d'une certaine épaisseur, comme des canons de fusil, agissent de la même manière que des cylindres pleins et annulent l'effet des fils qu'on peut mettre dans leur intérieur; il n'en est plus de même, s'ils sont fendus suivant leur longueur ; et ce qu'il y a de curieux, c'est que, dans ce cas, l'introduction d'un certain nombre de fils de fer augmente l'effet physiologique, mais ne change

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas l'action sur le galvanomètre. Si les tubes sont minces et fermés, des fils placés dans leur intérieur augmentent les deux genres d'action ; mais, s'ils sont fendus, l'accroissement de l'action physiologique est beaucoup plus marqué.

La conclusion générale à tirer de ces expériences, c'est que la quantité du fer augmente la tension du courant induit parce qu'il agit comme corps magnétique, tandis que s'il peut agir comme corps conducteur, il diminue la tension ; en divisant sa masse on annule à peu près complétement son effet comme corps conducteur, et on conserve la tension.

31. — En résumé, on voit qu'à tous les points de vue il y a avantage à former les masses de fer qui servent à renforcer l'induction en les composant de fils de fer doux, recouverts d'un vernis pour les isoler les uns des autres. C'est une précaution que les constructeurs ne manquent généralement pas de prendre dans tous les appareils où l'induction est produite par des alternatives d'établissement ou de cessation d'un courant électrique. On la néglige ordinairement dans les petits appareils magnéto-électriques, parce qu'elle offre quelques difficultés de construction ; on pourrait aisément, cependant, former les noyaux de fer doux avec des tubes fendus.

(*La suite prochainement.*)

AGRICULTURE.

Rapport *fait par* M. Chatin, *au nom du comité d'agriculture, sur les* conditions de la production truffière *et sur les procédés de culture de* M. Rousseau, *à Carpentras.* (*Suite.*) (1)

§ 7. — *Du sol des truffières.*

Le sol est l'un des éléments les plus importants, on peut dire même l'élément prépondérant, dans la production truffière. On discute depuis longtemps sur son influence quant à la qualité des truffes, mais on est d'accord sur ce point que jamais on n'a vu, que, sans doute, jamais on ne trouvera de truffes sur certains terrains.

La truffe ne vient pas, ou que bien exceptionnellement, dans les terrains *essentiellement siliceux,* tels que les sables proprement dits, les schistes, les granits et terrains cristallisés de toutes sortes. Quand on dit de localités truffières du Dauphiné et de la Provence, par exemple, que le sol en est sableux, il faut entendre d'une terre légère, par opposition aux terres argileuses de beaucoup de truffières des environs de Périgueux, de Cahors, etc.

(1) Voir le cahier de mars, p. 163.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D'ailleurs, dans un grand nombre de localités du Périgord, du Languedoc, du Poitou, de la Provence, etc., le sol, non argileux, n'est pas toujours rendu léger par le mélange d'une assez grande proportion de sable, mais quelquefois par les détritus de la roche calcaire.

Une autre influence capitale du sol, c'est sa trop grande humidité. Telle vallée, dont la terre est de même nature que celle des collines qui l'encaissent, ne produira pas de truffes si l'humidité y est stagnante, tandis que les pentes bien égouttées de ces collines donneront en abondance le précieux tubercule.

C'est aussi l'humidité qui décidera de la présence ou de l'absence de truffes sur les plateaux. Avec un sous-sol imperméable retenant l'eau, point de truffes; avec un sous-sol perméable, tel surtout celui qui résulte de la désagrégation, du brisement de la roche sous-jacente à la terre arable, état très-ordinaire dans les départements du Périgord, de la Guienne, du Poitou, etc., où la fissilité, la fragmentation de la roche produit ce qu'en Poitou on nomme les terrains *galucheux,* conditions, au contraire, excellentes pour la production truffière (1).

J'ai vu, en d'autres pays truffiers, la perméabilité du sol due à une épaisse couche de galets, comme en beaucoup de lieux des Basses-Alpes, de Vaucluse, de la Drôme et de l'Isère. Ces galets, qui couvrent les plaines du bassin du Rhône, forment aussi, contre le Ventoux et la longue chaîne du Vercors, des contre-forts ou collines pouvant s'élever à plusieurs centaines de mètres de hauteur. Les riches truffières de la plaine de Carpentras et du haut plateau de Montagnac (Basses-Alpes) reposent sur ces masses perméables de galets. Au-dessus de Tullins (Isère), où les galets sont soudés en un poudingue imperméable, les truffières ne se montrent que sur les pentes, non sur les plateaux et les points divers où l'eau séjourne (2).

Mais si les terres essentiellement siliceuses et les terres humides sont contraires à la production de la truffe, quelles sont donc celles favorables à cette production? On le prévoit, ce sont les terres sèches et calcaires. Si, partant de Poitiers, on se rend à Périgueux en passant par Limoges, on peut s'assurer que des truffières existent de Poitiers aux environs de Montmorillon, où se montrent sans interruption des roches calcaires; peu après Montmorillon commencent les terrains granitiques (qu'on devinerait au besoin à l'abondance des châtaigniers, de la grande fougère (*Pteris aquilina*) et des bruyères), qui s'étendent jusqu'à Limoges, et de Limoges aux approches de

(1) On nomme *cosse,* dans le Loudunois, le sous-sol à roche fissile ayant ses segments dressés. Ce sous-sol à tranches relevées, et qui correspond aux *lauzes* du Dauphiné, est le plus propre à la production des truffes. On sait que les couches redressées et fissiles sont presque un attribut des roches jurassiques, de toutes les plus répandues dans les contrées truffières.

(2) C'est auprès de Tullins que la formation des galets atteint à la plus grande puissance. Au mas de l'Élinard, à environ 300 mètres d'altitude, on voit, dans le lit du ruisseau, un bloc erratique gigantesque jusqu'ici ignoré des géologues.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Thiviers; or, les truffières, qui ont disparu dès que s'est montré le granite, apparaissent de nouveau entre Thiviers et Périgueux, d'où elles s'irradient sur les terrains calcaires pour s'arrêter de nouveau contre les massifs granitiques et volcaniques de l'Auvergne, du Vivarais et de la Vendée. D'un côté de Brives sont des granites et point de truffes, de l'autre côté s'étendent les calcaires recouverts de riches truffières. Des faits analogues se présentent quand on compare, en Bourgogne, les formations granitiques aux terrains calcaires, et, plus près de nous, à Fontainebleau, à Étampes, à Charenton et à Meudon, les collines calcaires aux collines de sable.

La nature géologique des roches calcaires, sur lesquelles reposent généralement les truffières, n'est pas indifférente à considérer. Il est, en effet, bien digne de remarque que c'est sur les terrains jurassiques, et principalement sur les oolithes, que les truffes croissent en plus grand nombre. Je citerai le Poitou, le Périgord, la Guienne, le Languedoc, la Bourgogne, pour les terrains oolithiques; une partie du Dauphiné et de la Provence, pour le terrain néocomien ou jurassique supérieur. Suivant M. de Longuemar, auteur de la *Carte géologique du département de la Vienne,* tous les affleurements des calcaires jurassiques inférieurs, au contact des argiles sableuses rouges du lias, sont propres aux truffières.

Cependant des truffes se montrent sur la craie et quelques calcaires des étages tertiaires, et, surtout dans les plaines et sur les petites collines du bassin du Rhône, sur les terrains de transport assez modernes et composés de cailloux calcaires mêlés en proportions variables à des cailloux granitiques descendus des grandes Alpes (1).

Il est à peine besoin de faire remarquer que la roche influera d'autant plus sur la composition du sol qu'elle sera plus friable, plus gélive, plus superficielle, ou que la couche arable sera plus faible; que, par conséquent, avec une même roche sous-jacente, la terre aura une constitution d'autant plus indépendante que son épaisseur sera plus considérable. Il est vrai de dire que, le plus souvent, la truffe vient dans un sol maigre, rocheux, peu profond et impropre à toute culture, ce qu'exprime M. Guitteau dans ces lignes sur les truffières du Poitou : « Le sol sur lequel vient la « truffe est aride, de peu de profondeur, 10 centimètres à peine, toujours graveleux; « l'argile, le calcaire et le sable s'y trouvent constamment réunis, mais en proportions « très-diverses : calcaire ou argilo-calcaire à Chauvigny, à Saint-Savin, aux environs « de Poitiers et dans l'arrondissement de Civray, il paraît plus spécialement siliceux « près de Lencloistre, où l'élément constant, celui qui donne à ces terres une sorte « de physionomie spéciale, c'est l'oxyde de fer. Tous les terrains à truffes sont fran- « chement ferrugineux, ainsi que l'indique leur couleur d'un rouge plus ou moins « foncé (2). »

(1) La truffe n'est pas rare dans l'Isère et la Drôme, sur les formations (cependant très-siliceuses) de la Molasse.

(2) Professeur Guitteau, de Poitiers (mémoire encore inédit).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Toutefois, il y a des terres à truffes profondes; d'autres qui, loin d'être rouges, sont jaunâtres, noirâtres, grises ou même blanches (environs de Digne, suivant M. Ravel; de l'Ile-Bouchard, en Touraine).

Mais, au lieu de m'en tenir à des considérations générales sur les caractères physico-chimiques des terres, j'ai cru devoir éclairer la composition de celles-ci par l'analyse elle-même. Le tableau suivant fait connaître la composition de terres à truffes, variant autant par leur aspect que par les contrées qui les ont fournies.

TABLEAU A.

COMPOSITION DE LA TERRE DES TRUFFIÈRES (*a*).

	(1) Thiviers (Dordogne).	(2) Cahors (Lot).	(3) Cahors (Lot).	(4) Montagnac (Basses-Alpes).	(5) Carpentras (Vaucluse).	(6) Sainte-Colombe (Vaucluse).	(7) Grignan (Drôme).	(8) Tullins (Isère).	(9) Tullins (Isère).	(10) Loudun (Vienne)	(11) Loudun (Vienne)	(12) Loudun (Vienne).
A. Produits volatils ou combustibles :												
Eau	3,95	9,90	2,60	2,05	2,30	3,80	2,30	2,60	2,55	2,95	2,75	1,80
Matières volatiles ou combustibles, non compris l'azote	5,90	3,85	7,04	6,60	2,63	4,11	4,13	3,51	13,38	3,65	5,23	3,42
Azote	0,15	0,25	0,16	0,10	0,07	0,09	0,07	0,09	0,07	0,15	0,19	0,12
B. Matières minérales :												
Résidu insoluble dans les acides	61,86	45,37	51,46	47,96	80,61	63,07	69,54	80,57	74,13	50,21	30,07	90,54
Alumine et peroxyde de fer	21,18	13,93	10,06	8,22	5,84	7,04	7,96	6,75	6,72	6,67	6,15	2,22
Acide phosphorique	traces	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	traces	0,05	0,08	0,09	0,05	traces.
Chaux	2,13	15,09	16,64	20,46	4,61	12,24	8,30	3,61	1,55	18,97	28,79	0,33
Magnésie	0,17	0,39	0,36	0,37	0,48	0,46	0,47	0,38	0,38	0,33	0,44	0,19
Acide carbonique et produits non dosés	1,66	11,18	11,63	14,19	3,41	9,14	7,23	2,44	1,14	16,22	25,37	0,48
Alcalis	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,76	0,98	0,90
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(*a*) Les terres comprises sous les nos 1 à 12 ont été analysées à l'École des ponts et chaussées sous la direction de M. le professeur Hervé Mangon, que je remercie de son concours amical.

(1) Terre rouge argileuse sur calcaire oolithique. Truffes estimées.

(2) Terre jaune, assez forte, reposant sur l'oolithe. Propriété de M. Caviol, juge à Cahors. Truffes très-estimées.

(3) Terre jaune, assez forte, reposant sur l'oolithe. Ferme-école de la Montat, bois au nord.

(4) Terre jaune, assez légère, sur diluvium. Cultures de M. Martin-Ravel. Truffes estimées.

(5) Terre jaunâtre, assez légère, sur diluvium. Cultures de M. Rousseau. Truffes estimées.

(6) Terre jaunâtre, sur calcaire neocomien.

(7) Terre de couleur grise, légère, sur calcaire néocomien. Truffes estimées.

(8) Terre jaunâtre, légère, sur poudingue des molasses. Mas du Château. Truffes assez estimées

(9) Terre de couleur grise, sablonneuse, sur molasses. Châtaigneraie séculaire entre la Méarie et Seurat.

(10), (11), (12) Terres de Beuxe, près Loudun, route de Chinon. Le no 10 provient d'une jeune truffière en plein rapport; le no 11, d'une vieille truffière ayant presque cessé de produire; le no 12, du fond d'un vallon qu'encaissent les plateaux ayant fourni les nos 10 et 11. Les terres des nos 10 et 11 reposent sur un calcaire jurassique (oxfordien) fendillé et à assises relevées; celle du no 12 occupe la surface d'une alluvion. Cette dernière, très-siliceuse, peu ferrugineuse, à peine calcaire et phosphatée, ne porte que du chêne blanc (*Quercus pubescens pedunculata*) et est reconnue impropre à la production truffière, laquelle ne prospère pas, d'ailleurs, dans les fonds humides. On remarque, en outre, que l'acide phosphorique, qui entre pour une forte part (environ le tiers de leur poids) dans la constitution de la cendre des truffes, est en moindre proportion dans la terre de la truffière regardée comme usée que dans celle de la jeune truffière. Ces faits ne peuvent manquer de fixer l'attention.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU B.

COMPOSITION DE LA TERRE DES TRUFFIÈRES (*a*).

	(13) Valensolle (Basses-Alpes).	(14) Sorges (Dordogne).	(15) Cahors (Lot).	(16) Castelnau (Lot).	(17) La Roynedes-Arcs (Lot).	(18) Nérac (Lot-et-Gar.).	(19) Beuxe (Vienne)	(20) Cheptainville (Seine-et-Oise).	(21) Montfermeil (Seine-et-Oise).	(22) Montreuil (Seine).	(23) Paris (Seine).	(24) Essarts-le-Roi (Seine-et-Oise).
Matières organiques, non compris l'azote	1,84	1,88	2,20	3,43	3,30	0,90	1,67	1,80	3,50	2,65	3,40	2,10
Azote	0,11	0,12	0,15	0,12	0,10	0,02	0,08	0,10	0,18	0,15	0,16	0,08
Sable et petits graviers siliceux	36,80	36,80	7,90	7,85	24,60	94,68	24,80	38,10	27,20	51,90	39,25	54,05
Argile (*b*)	25,20	39,50	47,80	54,20	43,60	2,85	34,41	45,20	36,84	25,50	25,70	31,60
Peroxyde de fer	9,30	9,10	10,64	9,30	9,20	0,65	8,50	2,60	4,10	4,13	3,70	5,10
Alumine	5,60	8,10	9,20	10,10	10,53	0,45	7,80	6,80	6,40	7,80	7,74	6,41
Carbonate de chaux	20,20	3,90	21,10	14,20	8,25	0,45	21,80	4,50	19,70	6,20	17,75	0,60
Carbonate de magnésie	0,50	0,40	0,65	0,55	0,25	traces	0,35	0,63	0,80	0,50	0,60	traces
Phosphate de chaux	0,05	0,08	0,06	0,05	0,07	traces	0,04	0,07	0,08	0,07	0,90	0,06
Sulfate de chaux	0,40	0,12	0,30	0,20	0,10	0,00	0,55	0,20	1,20	1,10	0,80	traces
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(*a*) Les terres analysées pour ce travail ont toujours été débarrassées préalablement, par le passage au tamis à mailles d'un millimètre, des fragments rocheux, dont la proportion est souvent plus considérable que celle de la terre proprement dite.
(*b*) L'argile est représentée par la portion de la terre insoluble dans les acides et assez légère pour être séparée du sable par lévigation. On sait qu'elle se compose d'environ 2/5 d'alumine et 3/5 d'acide silicique.
(13) Terre rouge, assez forte, sur calcaire néocomien (?). Truffes abondantes et estimées.
(14) Terre jaune fauve, assez forte ou argileuse, sur l'oolithe.
(15) Terre rouge forte, prise au Mas dit de Terre-Rouge, sur l'oolithe. Truffes très-estimées et abondantes.
(16) Terre d'un gris-noir, argileuse, venant de l'Oustal-Nébé, propriété de madame veuve Pons. Truffes rares et peu estimées; les matières organiques sont en forte proportion.
(17) Terre de couleur brune. Les truffes en sont moins estimées à Cahors que celles de Terre-Rouge.
(18) La terre est tout à fait arénacée, de couleur grise. Elle m'a été envoyée par M. le marquis de Pompignan avec une demi-douzaine des truffes qui y étaient venues. La présence de truffes dans ce sable, contenant à peine 1/2 p. 100 de calcaire, est un fait très-anormal. Les truffes, assez rares, sont très-petites (du poids de 6 à 10 grammes en moyenne), rondes, fermes, à diamant fin et parfumées. La proportion de l'oxyde de fer est très-faible.
(19) Terre prise au Grand-Poncé, entre Loudun et Chinon. Elle est jaune fauve, assez légère, et repose sur un calcaire oxfordien fissile. Truffes abondantes et estimées.
(20) Terre gris brun, assez argileuse (propriété de M. Pomme). Truffes plus rares qu'à Étampes, placé à 15 kilomètres de là.
(21), (22), (23) Ces terres, de Paris et environs, sont assez calcaires (et assez ferrugineuses) pour convenir à la culture de la truffe.
(24) Je tiens cette terre, placée sur un terrain de meulières, comme impropre à la production de la truffe, à moins qu'elle n'ait reçu un fort marnage, soit de 4 à 8 m. c. de marne par are. Je viens de faire un semis de chênes truffiers sur cette terre : *a*, sans addition de marne; *b*, avec 4 m. c. de marne; *c*, avec 8 m. c. de marne par are. La marne dosait 95 p. 100 de carbonate de chaux. On a fait choix d'une pente à l'exposition du midi, la seule convenable dans le nord de la France.

On peut estimer que la petite quantité de calcaire (**1 1/2** pour **100**) donnée par la terre n° **9** approche de la proportion minimum nécessaire à la truffe, et que nous avons ici un de ces terrains-limites pour la végétation du châtaignier et celle de la truffe : un peu plus de calcaire, et la culture du châtaignier était impossible; un peu moins de calcaire, et la truffe ne trouvait plus ses conditions de développement. C'était d'ailleurs une pauvre truffière que celle de cette châtaigneraie. Il n'est peut-être pas inutile de dire que j'ai récolté moi-même (avec le truffier Pierre Achard) des truffes sur le point même de la châtaigneraie où a été prise la terre analysée. Autour de la châtaigneraie croissent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'*Artemisia campestris*, silicicole, et le *Teucrium Chamædrys*, calcicole (1).

On remarquera, dans les tableaux ci-dessus, après les proportions très-variables, et le plus souvent fort considérables, de calcaire :

1° La proportion des détritus organiques, d'environ 2 pour 100 à peine dans les cultures truffières de plusieurs localités, et de plus de 13 pour 100 dans la châtaigneraie de Tullins;

2° Celle de l'azote, en moyenne deux fois moindre dans les truffières de la Provence et du Dauphiné que dans celles du Périgord et du Poitou ;

3° La quantité de la silice, portée au maximum (de 74 à 80 pour 100), sur les alluvions anciennes de Tullins et de Carpentras (2) ;

4° La proportion de l'oxyde de fer (et de l'alumine), deux ou trois fois plus considérable dans les terres rouges de Périgueux et de Cahors que dans celles, parfois grises ou blanchâtres, de la vallée du Rhône ;

5° L'acide phosphorique et la magnésie, dont les proportions, généralement indépendantes de celles de la chaux, sont considérables dans la terre n° 9 (châtaigneraie), où la chaux tombe au plus bas, tandis que les matières organiques sont au maximum (3).

M. de Gasparin avait donné, en 1856, l'analyse suivante de la terre des truffières de Carpentras :

Élément pierreux (calcaire siliceux).	56,3
Élément terreux.	43,7
	100,0

L'élément terreux se composait de :

Calcaire.	4,0
Silice.	57,1
Argile.	38,9
	100,0

§ 8. — *Du climat propre à la truffe. — Acclimatation.*

Essentiellement française, un peu italienne et espagnole, la truffe recherche les climats doux. Le centre et le midi de la France sont sa patrie préférée. A quelques écarts

(1) et (2) Le sol essentiellement arénacé (analysé sous le numéro 18) des truffières de M. le marquis de Pompignan ne doit être regardé que comme un cas très-exceptionnel.

(3) Il sera établi plus loin que la proportion de l'acide phosphorique et celle de la magnésie sont considérables et assez constantes dans la truffe, quels que soient leurs rapports de quantité avec le calcaire du sol.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

près (relevés à l'article 1er de cet écrit), la truffe habite au delà de la Loire. Voilà, à grands traits, pour sa *latitude*.

Quant à l'*altitude* à laquelle elle s'élève, on la trouve limitée par sa préférence pour les climats tempérés.

Au midi, dans les Pyrénées-Orientales et sur le mont Blanc de Provence (le Ventoux), elle montera au-dessus de 800 mètres (1); mais plus au nord, dans les Alpes du Dauphiné et de la Savoie, 500 à 600 mètres marqueront sa limite supérieure. On peut dire qu'elle suit, mais un peu en contre-bas et plus au sud, les limites des cultures de la vigne.

L'*exposition* est à considérer suivant les lieux. En Provence et dans la partie méridionale du Périgord, la truffe croît sur les pentes du nord aussi bien que sur celles du sud, et ses produits y sont semblables au centre; elle croît encore au nord (2); mais elle est plus parfumée au sud; dans le nord de la France, on ne la voit guère que dans les expositions chaudes.

Les auteurs qui ont écrit que la truffe ne prospérait qu'aux expositions méridionales ont donc été trop exclusifs (3). J'en dirai presque autant de l'opinion de ceux qui assurent qu'elle ne vient bien qu'à l'ouest et à l'est, soit qu'il s'agisse d'orientations générales ou de l'ombre des arbres. Ici, toutefois, j'inclinerais vers l'influence favorable des ombres ouest.

Plusieurs truffiers de l'Isère et de la Drôme m'ont assuré que les collines exposées au levant et au midi, savoir celles qui donnent les bons vins, avaient de meilleures truffes que celles exposées au nord; ces dernières produisant, d'ailleurs, de préférence, des *messigeonnes*, ou truffes blanches d'été, et des truffes musquées ou sauvages, espèces communes au Pont-en-Royans et sur toute la longueur de la pente ombragée du Vercors.

C'est aussi une opinion populaire en Périgord, que la bonne truffe ne se rencontre que dans les cantonnements qui donnent du bon vin.

Une chaleur trop grande est défavorable à la truffe, et c'est par ce motif qu'elle est limitée au sud par la chaleur, comme elle l'est au nord par le froid. Mais, là même où la truffe croît habituellement, elle souffre dans les années chaudes, surtout lorsqu'elle est placée près de la surface du sol. Alors, surtout par un temps sec, elle se

---

(1) On la trouve encore à 900 mètres et même à 1 000 mètres, mais petite, peu colorée et, dit-on, à parfum affaibli.

(2) Si l'on remonte la vallée de l'Isère, de Romans à Tullins, on constate que la truffe est moins parfumée sur les pentes nord-ouest de la rive gauche que sur celles exposées au sud-est de la rive droite.

(3) J'ai vu récolter d'excellentes truffes, en plein nord, à Cahors, près la ferme-école, et dans les Basses-Alpes, entre Gréoux et Riez.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

boise, suivant l'expression des truffiers. La truffe boisée est dure, comme ligneuse, ou même pierreuse, peu colorée, sans parfum; c'est un produit de nulle valeur. Aussi, lorsque l'élévation prolongée de la température la menace de ce genre d'altération, les paysans soigneux ne manquent-ils pas d'abriter le sol des truffières par un paillis de feuilles ramassées dans le voisinage.

La culture diminue, assure-t-on, les chances de boisement de la truffe.

Un froid trop considérable, il est à peine besoin de le dire, détruit la truffe en la congelant, et son effet est d'autant plus prompt que la truffe est plus près de la surface du sol. Le dernier hiver (1867-1868), qui a été exceptionnellement froid, a gelé plus des trois quarts des truffes du Périgord, où le thermomètre s'est abaissé à — 16°. Les truffes placées à 20 centimètres au moins de la surface du sol ont presque seules résisté à la gelée.

La truffe qui a subi la gelée est sans arome, en partie décolorée, cède à la pression du doigt et rend de l'eau quand on la coupe ou la casse. Elle se ramollit et se décompose vite (1).

En dehors des indications générales qui précèdent, ce n'est qu'avec beaucoup de réserve que je fixerais les limites de température entre lesquelles la production truffière sera prospère. On pourrait indiquer peut-être — 10° et + 36°, tout en faisant remarquer que cette année même le Périgord a eu, en hiver, des froids de — 16° (qui ont, il est vrai, frappé de gelée la plus grande partie des truffes), tandis qu'en été la chaleur a dépassé + 40° au soleil.

Je ne tairai pas l'opinion, quelque singulière qu'elle puisse paraître, de plusieurs habitants de la Provence. Pour eux l'influence solaire est nulle, et c'est la *lune,* quelque peu aidée des *étoiles,* qui préside à la répartition des truffes (dans les clairières, les bordures des bois, etc.), et à leur évolution ou développement, qui serait de trente jours, comme la période lunaire, et à son apogée à l'époque de la pleine lune.

Un sol qui garde l'humidité ne convient pas à la truffe; mais, d'autre part, les terres saines ou étanches dans lesquelles elles prospèrent ne peuvent se passer de pluie, au moins vers les mois de juillet et d'août. Si ces pluies bienfaisantes manquent (comme nous en sommes menacés cette année), le développement du tubercule est entravé et la disette menace nos marchés (2).

---

(1) Elle détermine l'altération des volailles, pâtés, etc. Je tiens de M. La Salvetat, de Périgueux, qu'ayant à livrer, au mois de février, six dindes truffées à un personnage de Paris (le ministre de la justice), il avait dû choisir une à une, dans plus de 100 kilog. de truffes, celles qui lui étaient nécessaires.

(2) Est-il besoin de faire remarquer que l'influence bienfaisante des pluies sur la production de la truffe, si pareille à ce qu'on observe pour une foule d'autres champignons, ne se comprend plus dans l'hypothèse de la truffe-galle ?

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un sol humide paraît être moins défavorable à la truffe musquée qu'à la truffe noire.

Étant connus le *sol* que recherche la truffe, les *essences forestières* les plus favorables à sa production, les *conditions climatologiques* qui favorisent son développement, on a tous les éléments pour son acclimatation, ou mieux, sa *naturalisation* dans les pays qui ne la possèdent pas encore.

C'est principalement dans les contrées où croissent des espèces voisines de la truffe noire, que le succès peut être regardé comme assuré d'avance à la naturalisation de cette dernière. Telles sont les localités de la Champagne et de la Bourgogne qui produisent la truffe rousse (*Tuber rufum*).

§ 9. — *Signes de l'existence des truffières.*

La présence des truffes dans la terre est indiquée par des caractères révélateurs auxquels les truffiers prêtent une attention d'autant plus sérieuse qu'ils les trompent bien rarement. Ces caractères sont empruntés : les premiers, qu'on peut dire absolument sûrs pour les gens du métier, à l'état du sol ; les seconds, manquant le plus souvent, et quand ils se manifestent, moins constants dans leurs indications, à la présence de mouches qui voltigent au-dessus de la truffière (1).

1° *Le sol.* — Les truffières, qui ne doivent jamais être cherchées sous le fourré ombragé des bois, mais dans leurs clairières, se signalent de loin au truffier par l'état appauvri de la végétation herbacée ou même par l'absence complète de celle-ci. L'herbe manque ou se présente desséchée ; les mousses elles-mêmes périssent ou sont maladives, à peine fixées au sol dont on les détache au moindre effort.

En approchant de la truffière on trouve la terre sèche, douce, comme effritée ou réduite en poussière ; on dirait, suivant l'expression des truffiers, d'une terre brûlée ou frappée par la foudre qui l'aurait réduite en cendres. J'ai vu ceux qui cherchent la truffe à la pioche se guider par ce sol friable, abandonnant leurs fouilles dès qu'ils arrivaient à la terre plus compacte qui limite la truffière. Souvent d'ailleurs la truffe repose sur le sol compacte ou même sur la roche (2), la couche friable s'étendant seule au-dessus d'elle. Jamais, du reste, la truffe n'est complétement engagée dans le second lit, ou couche non encore effritée.

---

(1) Une galle particulière est regardée, en Vaucluse, comme indiquant la présence de truffes sous l'arbre qui la porte.

(2) J'ai trouvé, à Tullins (Isère), des truffes engagées par leur portion inférieure dans les anfractuosités d'un poudingue de la molasse, connu des paysans sous le nom de *pière à fi* (pierre à feu).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les signes ci-dessus précèdent même ce qu'on peut appeler la maturation des truffières, annonçant leur formation plusieurs années d'avance ou signalant leur migration. Il n'est pas rare, en effet, de voir des truffières se déplacer, quittant un côté pour se porter du côté opposé; alors l'herbe repousse sur le côté abandonné et se dessèche dans la direction suivie par la truffière dans sa marche. Parfois cette migration se constate sans que la cause (peut-être la vétusté de la truffière qui finit par épuiser la place) soit apparente; d'autres fois elle serait due, suivant M. Vergnes, pharmacien à Martel, à ce que l'arbre truffier ayant été coupé, la truffière s'est reportée (?) sous un arbre voisin.

Parfois la terre des truffières est fendillée (1). Si les truffes sont très-superficielles, ce qui s'observe principalement pour celles qui mûrissent au commencement de l'hiver, des relèvements du sol sous forme de petites taupinières signalent directement la présence des truffes.

Les signes qui précèdent perdent beaucoup de leur valeur quand la truffière, au lieu de se montrer dans les clairières des bois, existe dans un sol soumis à la culture, comme sur la bordure des vignes, etc., ou dans les champs truffiers, tels qu'on en a formé à Carpentras et à Montagnac. Il est clair que moins la culture laissera croître d'herbes, moins les indications de celles-ci pourront être consultées. Dans ces cas, où notre perspicacité est en défaut, l'*ultima ratio* appartiendra au chien et au cochon.

2° *Les mouches.* — Nous avons dit, en parlant de l'origine des truffes, que les ouvriers truffiers donnent le nom de mouches des truffes ou des rabasses à certains diptères, dont la présence est commune sur les truffières vers la fin de l'été et en automne. Ces observations, faites dans tous les pays producteurs de la truffe par des paysans qui n'avaient point eu de relations entre eux, empruntent à cela même un haut degré de vérité. Elles ont, d'ailleurs, été répétées par des savants dignes de toute confiance.

Dès le commencement du XVIII^e^ siècle, Garidel de Manosque, qui professa avec distinction la botanique à Aix, dit expressément, après avoir indiqué la recherche des truffes par les truies : « Il y a une autre manière de découvrir les truffes qui est connue de peu de gens, et que j'ai moi-même observée : c'est lorsque le jour est serein et calme et que le soleil reluit sur ces endroits, on s'aperçoit d'une nombreuse quantité de moucherons qui s'élèvent, de l'endroit où est cachée la truffe, à la hauteur de 2 ou 3 pieds. Si l'on creuse justement au point de la terre d'où s'élèvent les moucherons, on découvre ordinairement la truffe, qui est souvent gâtée; c'est ce qui m'oblige de croire que les vers que l'on trouve ordinairement dans les truffes que l'on creuse

(1) Le fendillement du sol a lieu surtout en septembre, époque du plus grand accroissement des truffes. J'ai vu, en octobre, M. Foucault, du Grand-Poncé (Beuxe, près Loudun), trouver aisément des truffes avec le bout du doigt indicateur qu'il engageait sous le sol fendillé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'été sont les œufs éclos de ces insectes. Ces vermisseaux, d'une couleur blanche, sortent, dans la suite, des trous de la truffe et de la terre en forme de moucherons. Les truffes où l'on trouve ces vers n'ont ni l'odeur ni le goût des autres; je parle de celles de l'été sur lesquelles j'ai fait plusieurs fois ces observations. »

M. le docteur Laboulbène pense qu'il s'agit ici d'une *Tipulaire* vivant dans la truffe d'été.

En 1780, le comte de Borch, dans ses lettres à Morozzo sur les truffes du Piémont, parle de deux insectes indicateurs des truffes : « Lorsque, dit-il, les truffes sont mûres, on voit voltiger autour de l'endroit qui les produit des mouches bleues (?), que remplacent des mouches noires quand la truffe entre en putréfaction. » Mal figurées et mal décrites, les mouches vues par M. de Borch seraient pour Bosc, la noire du moins, des tipules. Vittadini et M. Laboulbène n'osent se prononcer sur leur nature; mais le fait de l'observation de mouches par de Borch ne saurait être contesté.

Bosc raconte, à l'article Truffe du Dictionnaire de Déterville, que, lorsqu'il habitait la chaîne calcaire située entre Dijon et Langres, il avait souvent reconnu vers la fin de l'automne la place des truffes mûres, à la présence de petites tipules. Il suffit, dit-il, de se pencher et de regarder horizontalement la surface de la terre pour voir, quand le soleil luit, une colonne de ces petites tipules s'élever de dessus la truffe, que quelques coups de pioche feront découvrir. L'heure la plus favorable serait vers neuf heures du matin.

Des observations de même ordre ont été faites ou rappelées par MM. Tulasne, Léveillé, Goureau, Gubler, etc.

J'ajoute qu'un intelligent truffier de Saint-Quentin-sur-Isère, Borel-Faure, qui fait métier de rechercher la truffe sans l'aide de truie ni de chien, m'a dit avoir souvent vu sur les truffières des essaims de petites mouches, au corps jaunâtre et aux ailes grises, indications qui répondent singulièrement aux *Helomyza,* représentés coloriés par M. le docteur Laboulbène dans la planche de son intéressant mémoire sur les insectes tubérivores. (*Ann. de la Soc. Entom. de France,* 1864.)

Disons donc, avec M. Laboulbène, qu'il est aujourd'hui incontestable, malgré les dénégations de Vittadini, que des mouches voltigent souvent, du moins avant la saison froide, au-dessus des truffières dont elles sont sorties ou qu'elles recherchent pour y déposer leurs œufs, et que les habitudes de ces diptères sont mises à profit en beaucoup de lieux pour découvrir la place des truffes.

Galles, écorce. — Ce n'est que pour mémoire que je mentionne l'opinion de M. Fermond, suivant laquelle les paysans de la Charente reconnaîtraient la présence des truffes au pied d'un chêne à la couleur de l'écorce de celui-ci, et la croyance, répandue en quelques communes de Vaucluse, que certaines galles sur les arbres correspondent à des truffes au-dessous de ceux-ci. Toutefois Carême dit formellement que les truffes se trouvent sous les chênes gallifères, et j'ai ouï dire que ce serait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une habitude des paysans de l'Aveyron de faire dès l'été une marque aux chênes portant des noix de galle?

§ 10. — *Maturation.*

La maturation de la truffe doit être complète au moment de la récolte, sous peine de mettre dans la consommation des produits n'ayant pas acquis toutes leurs qualités.

La truffe n'est pas noire et parfumée à toutes les périodes de son évolution; c'est même fort tardivement que se complète sa coloration et se développe son arome.

Elle est d'abord blanche et molle, puis successivement gris brun, brun violet et violet noir.

Le développement de l'arome est parallèle à celui de la coloration; mais ce n'est, toutefois, qu'à l'extrême limite de cette coloration qu'il se prononce fortement et brusquement. Les animaux employés à sa recherche, qui la veille ne la sentaient pas, la découvrent le lendemain.

Voici, d'ailleurs, sous la responsabilité de leurs auteurs, quelques citations touchant la maturation de la truffe :

« La truffe noire commence à poindre grosse à peine comme une tête d'épingle; elle passe au volume d'un pois, d'une noisette, etc. Elle est déjà grosse, mais encore blanche, en septembre, puis noire et marbrée vers la fin de novembre. Un peu d'eau en juin favorise son développement. » (Lettre de M. Laporte, propriétaire de la terre de Vauroux, près Étampes, d'après les observations du père Détruit, son truffier.)

« La jeune truffe est blanche, aqueuse, fade, avec un goût de terreau ou de plantes pourries; elle se colore aux approches de l'hiver. Après sa maturation, elle pourrit, exhalant alors une odeur forte et repoussante; dès que les vers y paraissent, elle est amère et âcre. » (A. Martin.)

« La truffe est petite et blanche à l'intérieur en juillet; en octobre, elle est un peu grise; en novembre, elle est marbrée, et noire de décembre à mars. Quant à la truffe blanche ou d'été, elle commence à se former en automne, reste blanche l'hiver, devient d'un blanc gris en juin et juillet, époque de sa récolte (1). » (Ravel.)

Je peux ajouter l'observation suivante, qui m'est personnelle.

Le 25 et le 26 octobre de cette année (1868), je recueillais dans les truffières de M. Foucault, au Grand-Poncé, commune de Beuxe, entre Loudun et Chinon, quatre truffes paraissant avoir atteint leur grosseur (elles pesaient, en moyenne, 65 grammes); elles étaient d'un beau noir au dehors, mais encore blanches à l'intérieur, et presque inodores. Les ayant mises avec de la terre dans un petit sac, elles furent laissées au fond de ma malle jusqu'à mon retour à Paris, qui eut lieu le 10 novembre. Je vis alors

(1) La truffe blanche d'hiver n'est pas la même que celle d'été; j'ai constaté que celle-là seule a les spores hérissées de papilles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que deux des truffes, sans doute moins avancées en maturation au moment de la récolte, étaient restées blanches, tandis que les deux autres avaient pris une teinte brun foncé et étaient assez odorantes. La maturation s'était évidemment continuée après la récolte, et l'on peut croire que la terre qui entourait les truffes l'avait favorisée, au moins en s'opposant à la dessiccation de celles-ci.

Il résulte des recherches de M. Tulasne que l'apparition de la truffe, véritable appareil de fructification, comme le champignon (*Agaricus campestris*) apporté à nos halles par les maraîchers, est, ainsi que ce dernier, toujours précédée de la production, dans le sol, de filaments blancs qui en constituent le mycelium ; seulement ce dernier, permanent dans l'agaric, est transitoire ou temporaire dans la truffe, qui, à un certain âge, tire directement du sol, par sa surface, les matériaux nécessaires à son développement.

J'ai constaté, moi-même, en octobre, l'existence de quelques filaments blancs dans les truffières du Poitou ; mais à ce moment n'existait plus, autour des truffes, l'enveloppe signalée par M. Tulasne.

Un point acquis depuis longtemps, c'est que les truffes d'une même truffière mûrissent successivement; les premières mûres peuvent être récoltées dès le mois de novembre, même à la fin d'octobre, tandis que la maturation des autres s'étage durant toute la saison d'hiver, assez souvent jusqu'en avril. M. Ravel compare cette maturation successive des truffes à celle des figues sur l'arbre qui les porte, en ajoutant que, en général, ce sont les truffes les plus superficielles qui mûrissent les premières.

Les truffes se forment-elles successivement, comme on peut être conduit à le supposer d'après l'ordre successif de leur maturation ? Ce n'est pas improbable; mais l'observation directe fait défaut. Rappellerai-je, à l'occasion de la maturation des truffes, que, suivant l'opinion de quelques truffiers de Provence dont l'opinion ne peut être soutenue en présence de tous les faits contraires, le développement de la truffe se compléterait en trente jours, durée de la période lunaire?

Un climat chaud hâte-t-il la maturation de la truffe? On serait disposé à l'affirmer; mais l'examen des faits n'est pas concluant à cet égard; parfois même ceux-ci paraissent être opposés aux prévisions. C'est ainsi que la récolte ne commence pas plus tôt en Provence que dans le Périgord, et que la truffe de Bourgogne compléterait, dit-on, sa maturation dans les premiers jours de l'hiver, de novembre à janvier, époque passé laquelle ce pays, qui suffisait à sa consommation et expédiait même sur Strasbourg, s'approvisionnerait dans le bas Dauphiné et la Provence. Notons, toutefois, que la truffe de Bourgogne serait la truffe rousse, suivant MM. Passy et Tulasne.

L'essence des arbres truffiers aurait-elle quelque influence sur la date de la maturation? Plusieurs truffiers, dans le Dauphiné surtout, m'ont assuré qu'ils trouvent la première truffe sous les charmilles, puis sous les noisetiers, et seulement en troisième lieu sous les chênes. Toutefois, charmilles et noisetiers surtout donneraient des produits tout l'hiver, mais, ici encore, on peut se demander si la truffe noire musquée (*Tuber*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

brumale), qu'on trouve fréquemment sous la charmille, n'est pas pour quelque chose dans ces observations.

§ 11. — *Culture de la truffe.*

Bien des personnes habituées à croire que la truffe est toujours une production spontanée ou sauvage, seront étonnées d'entendre parler de sa culture. Et cependant cette culture est ancienne, elle est pratiquée en France dans des pays divers, et ses méthodes sont assez variées.

De grande importance par elle-même, la question de la culture de la truffe l'est plus encore par l'influence qu'elle est appelée à exercer sur la question si capitale du reboisement, les propriétaires étant assurés d'un important revenu, dans les sols calcaires, dès que leurs semis atteindront l'âge de 6 à 10 ans.

Il est vraisemblable que la première méthode de culture de la truffe consista à essayer de sa reproduction par elle-même, en la mettant en terre soit entière, soit divisée en fragments, ou même, comme on le fait encore en quelques pays pour la pomme de terre, en en réservant les épluchures pour la reproduction.

Des écrits assez anciens traitent de cette culture, quelquefois perfectionnée, dans la pensée des auteurs, par une préparation minutieuse du sol à convertir en truffières, et par l'enlèvement, dans les truffières naturelles, des truffes qu'on laissait entourées de grosses mottes de terre. De grandes précautions étaient recommandées, quant à l'âge auquel les truffes de reproduction devaient être prises, quant au mode d'emballage et de déballage des mottes, au choix des journées (un ciel couvert étant de rigueur) pendant lesquelles l'opération devait être faite, aux abris (des branches feuillées) et aux engrais (des feuilles de chêne, pratique à conserver). En ces dernières années, un savant naturaliste du Midi, M. Fabre, a spécialement recommandé la formation des truffières par le transport du mycelium pris dans les truffières naturelles (1).

Tout cela était peut-être rationnel, mais en pratique l'échec en a été général, complet. Faut-il, en effet, mettre au compte des succès de cette méthode la formation d'une truffière qu'aurait obtenue le cuisinier de M. le comte de Noé en jetant sous une charmille des épluchures de truffes.

Théoriquement cela ne paraît pas impossible; en fait, on peut croire que la truffière existait antérieurement (les truffières ne sont pas rares sous les charmilles), attendu que c'est, dit M. de Noé, *trois ans* après le semis par les épluchures que commença la récolte des truffes, et l'on sait que la formation des truffières demande, en général, un

(1) Pline admettait aussi l'ensemencement des truffes par elles-mêmes, quand il assurait, au rapport d'Athénée, qu'il n'y aurait pas de truffes à Mitylène (Médelin, capitale de l'île de Lesbos) si le débordement des rivières n'en apportait pas les semences de Tiard, où elles croissent abondamment.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

temps plus considérable. Cette sorte d'expérience se faisait, d'ailleurs, à l'Ile-de-Noé, département du Gers, dans une contrée où les truffières ne sont pas inconnues. Je donne, d'ailleurs, en note, comme pièce au procès, la lettre écrite par M. de Noé à M. Vilmorin sur ce sujet (1).

Quoi qu'il en soit des résultats réellement obtenus chez M. le comte de Noé, toujours est-il acquis qu'on n'exploite nulle part, même en petit, des truffières obtenues par la méthode du semis ou de la transplantation de la truffe elle-même. Il est douteux qu'une exception doive être faite pour quelques truffières venues, assure-t-on, par semis de la truffe entre Barbantane et Graveson, vers Charrasson et Alphandery.

Mais il en est autrement de ce qu'on peut nommer la culture de truffe sans truffes, culture indirecte qui consiste à semer des glands pour récolter des truffes (2). Cette méthode n'est pas elle-même tout à fait moderne, puisque sur deux points opposés de la France, dans la Provence et le Poitou (nullement en Périgord, comme on eût pu le penser), les paysans récoltent, depuis un temps éloigné, des truffes là où ils ont semé des glands!

En 1834 M. Delattre, savant botaniste, signala au congrès de Poitiers le succès, déjà ancien, de plantations de bois de chênes, faites peut-être moins en vue du bois que de la récolte de la truffe.

---

(1) SUR LA CULTURE DES TRUFFES.

(*Extrait d'une lettre de M. le comte de Noé à M. Vilmorin.*)

Voici les explications que j'ai à vous donner à ce sujet :

En allant chez moi, il y a trois ans, en automne, je pris à Cahors une assez grande quantité de truffes. Arrivé à l'Ile-de-Noé, département du Gers, je les fis bien nettoyer; et, d'après les ordres que j'avais donnés, la terre et la pelure de ces truffes furent jetées dans une charmille, tout près de mon château, et sous les chênes.

C'est dans cet endroit, que l'on avait nettoyé, que l'on jeta ces résidus de truffes, et ensuite l'on couvrit ces résidus de terres et de feuilles mortes.

L'année dernière, on a trouvé des truffes, et j'ai vu par moi-même que la terre que l'on en avait enlevée offrait des marques évidentes qu'il existait beaucoup de germes (?) de truffes, semblables à celui des champignons. Cette année, on m'a écrit en avoir trouvé d'assez grosses, on les a mangées et on les a trouvées aussi bonnes que celles de Quercy et ayant autant de goût. On n'avait rien fait depuis que l'on avait déposé ces résidus sous cette charmille, et aucun soin n'avait été donné à cette expérience. Mais, d'après les recherches faites, il paraît que les truffes s'étendent, et que, dans quelque temps, il y a espoir que l'on pourra en trouver une assez grande quantité. Depuis, on a grand soin de ne pas perdre ce que l'on retire des truffes que l'on achète, et on jette la terre, les pelures et l'eau dans laquelle on les lave, dans l'endroit que j'ai indiqué.

Voilà tous les détails que je puis vous donner à ce sujet; ils prouvent que l'on peut parfaitement réussir à propager les truffes.

(2) M. Bedel, inspecteur de l'agriculture, a pu dire : « Une truffière artificielle, c'est simplement la création d'un peuplement de chênes dans de bonnes conditions de sol et de climat. » (BEDEL, *Rapport sur les truffières de M. Rousseau.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est d'ailleurs une vieille pratique des ouvriers truffiers, pratique dans laquelle ils cherchent sans doute encore plus leur intérêt que celui des propriétaires, d'enterrer quelques glands aux endroits découverts que, dans leurs tournées, ils reconnaissent convenables à la production de la truffe.

M. Vittoz possédait au Breuil-Mingot, à 2 kilomètres de Poitiers, un bois qui donnait quelques truffes; il lui fait donner un léger labour, et la production décuple. Il achète, moyennant 250 francs, un mauvais champ galucheux (pierreux) voisin de son taillis, y sème du gland, et, *quatre ans* (?) plus tard, il y récolte pour 300 francs de truffes. Un succès analogue aurait couronné les essais du docteur Lepetit dans la commune de Migné.

Mais c'est en Provence, dans le départements de Vaucluse et des Basses-Alpes, que la culture de la truffe fait les plus remarquables progrès. C'est qu'ici, indépendamment du développement, infiniment plus considérable, qu'ont pris les plantations en vue de la truffe, une observation nouvelle et capitale, qui assure la fertilité truffière des semis, a été faite.

Les rabassiers de la Provence, comme les truffiers du Poitou, sèment depuis longtemps des glands pour récolter des truffes; mais, au lieu de prendre les glands au hasard, ils ont soin de choisir exclusivement pour leurs semis les glands venus sur les chênes truffiers, c'est-à-dire sur les pieds de chênes producteurs des truffes. Quant aux glands fournis par des chênes ne donnant pas de truffes, ils les mettent à part pour la nourriture de leurs truies.

Et, comme il y a des degrés dans la fertilité des chênes, ils distinguent même entre ceux-ci les *bons truffiers* des truffiers ordinaires. Ils se gardent surtout de propager les chênes à truffe musquée, car ils savent bien que ceux qui donnent la truffe musquée ne produisent pas de truffe noire, et réciproquement.

Or les paysans du Ventoux, ceux surtout de Croagne, les plus habiles de la Provence dans ces pratiques, pour eux si lucratives et qui reposaient sur de sagaces observations, tenaient soigneusement leurs découvertes et leurs procédés secrets.

Un jour vint, cependant, où M. A. Rousseau, négociant en truffes à Carpentras, qui avait des rapports de chaque jour avec les rabassiers et les visitait parfois dans leur pays, connut leurs cultures et les principes sur lesquelles celles-ci reposaient. Il résolut, dès lors, d'en faire application dans une terre assez étendue qu'il possède aux portes de Carpentras.

Sur cette terre, qui ne produisait que de maigres récoltes de seigle, il sema successivement des glands de chênes truffiers (1) :

---

(1) Les plantations de M. Rousseau sont principalement composées de diverses variétés de chêne Yeuse (*Quercus Ilex*), de chêne pubescent (*Q. pubescens*), et de quelques pins d'Alep (*Pinus halepensis*), le tout entouré d'une haie de chêne kermès ou garrouille (*Q. coccifera*).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En 1847 sur. . . .	2 hectares.
1851.	2,50
1856.	1
1858.	1,50
En tout.	7 hectares.

D'un autre côté, de belles plantations étaient faites sur le territoire de Montagnac, petite commune des Basses-Alpes, par M. Martin-Ravel.

M. Martin-Ravel, qui est, comme M. Rousseau, un gros négociant en truffes, a eu, comme lui, l'intuition de la culture de celles-ci. Il sema de glands truffiers une surface de 6 hectares sur le plateau de Montagnac, dans un sol maigre et caillouteux. A cette première culture, qui date de douze ans et est en bon rapport, il en a ajouté de nouvelles qui ne couvrent pas moins de 30 hectares. Stimulés par son exemple, ses voisins ont, à leur tour, mis en truffières une étendue de plus de 300 hectares.

Comme M. Rousseau, M. Ravel sème et recommande les glands des chênes truffiers; mais il ne s'adresse pas aux mêmes essences. M. Rousseau a donné la préférence aux chênes verts; lui préfère les chênes à feuilles caduques. Peut-être son terrain, plus élevé et un peu plus froid, justifie-t-il ses préférences. Il n'admet pas la supériorité de la truffe de l'Yeuse sur celle du chêne Rouvre (1); et peut-être est-il dans le vrai, le Périgord, qui a fait la réputation des truffes, n'ayant pas de chênes verts. Mais, en supposant encore que la précocité soit la même, en est-il de même quant à la fertilité truffière. J'avoue que le nombre des trous de fouille que j'ai comptés en février à Carpentras et à Montagnac disposerait à penser que la fertilité la plus grande est du côté des chênes verts.

Du reste, tous les pays n'ont pas, comme l'heureuse Provence, le choix entre le chêne vert et les chênes à feuilles caduques; il faut que le Centre, le Nord, et au Sud les altitudes haute et même moyenne, se contentent de ces derniers.

L'évaluation des revenus serait, d'ailleurs, favorable aux chênes verts. En effet, tandis que ce revenu est porté à Carpentras, pour la moyenne annuelle d'une plantation de douze ans environ, à 800 francs l'hectare, elle ne dépasserait pas 600 à 700 francs l'hectare à Montagnac; mais je me hâte d'ajouter que 2 hectares de chênes à feuilles caduques ont produit chez M. de Mallet, à Sorges, des truffes pour une somme de plus de 2 000 francs.

Des cultures truffières régulières, c'est-à-dire établies en vue de la truffe et non du produit des bois, avaient été faites en Provence avant celles de M. Rousseau et

(1) J'évite de me servir du nom de chêne *blanc* donné à tort dans le Midi au chêne noir ou Rouvre, ainsi qu'au chêne pubescent (cette dernière espèce étant toutefois désignée, en quelques localités de Vaucluse, etc., sous le nom de chêne gris).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de M. Ravel. Seulement on ne saurait affirmer que pour ces cultures il ait été tenu compte de la qualité truffière des chênes auxquels étaient empruntés les glands pour semis.

C'est ainsi qu'on traverse, sur le plateau qui précède Montagnac en venant de Riez, un champ à céréales sur lequel sont espacés, à des distances de 20 mètres environ, de gros chênes paraissant avoir de cinquante à soixante ans d'âge (un rabassier de Montagnac était occupé à les fouiller avec sa truie au moment de mon passage).

On cite, pour leur ancienneté et leur importance, les cultures truffières établies, en 1824, par M. le baron d'Éguines, et celles, plus récentes, de M. le marquis des Isnards, de M. de Villeneuve à Valensole.

On peut rapprocher de ces véritables cultures, dans lesquelles, par l'observation de quelques conditions plus loin énumérées, la truffe est le seul objet en vue, les plantations de bois dans lesquelles on se propose à la fois les productions truffière et forestière. Telles sont celles de MM. de Mallet et Martin, en Périgord, des communes du Ventoux, des propriétaires du Poitou surtout vers Loudun et Civray, de la Touraine vers Chinon et Richelieu, de l'Angoumois aux environs de Basses.

M. de Mallet, propriétaire à Sorges, fit planter de chênes environ 2 hectares de son parc, et telle fut la production truffière qu'après huit ou dix ans il avait des récoltes annuelles dépassant une valeur de 2000 francs. Mais, dans la plantation trop serrée, l'ombre vint bientôt couvrir les clairières, et la truffe ne se montrait plus que sur les bordures quand des éclaircies intelligentes viennent de rendre au bois sa fertilité première.

M. Martin, maire de Mazon, rapporte qu'un de ses parents retire plus d'argent d'une truffière formée en lieux arides que du meilleur pré.

Les communes du Ventoux, possesseurs d'immenses espaces caillouteux, se sont mises depuis longtemps à opérer des reboisements dont la truffe sera longtemps le revenu principal.

Quant aux propriétaires du Poitou et des pays limitrophes, la plantation de bois pour truffières dans leurs terres galucheuses est une vieille pratique, qu'ils appliquent régulièrement et successivement, par rotations de vingt-cinq à trente-cinq ans, périodes dans lesquelles leur paraît, à tort, comprise la production des arbres truffiers.

D'ailleurs, en Poitou comme en Provence, la création de truffières par semis de glands prend une nouvelle et grande extension. A quelques kilomètres de Loudun, j'ai vu cette année, chez M. Foucault, près de 20 hectares de jeunes bois ; autant chez ses voisins. Nul doute que cette contrée ne soit appelée à être l'un des grands et bons centres truffiers de la France, le jour où elle aura achevé de couvrir de bois de chêne ses pierreuses et maigres galuches, en disposant les plantations plus en vue de la truffe que de taillis, d'ailleurs toujours mal venant dans les rocailles qui doivent rester le domaine de la truffe.

De tels exemples, de si avantageuses pratiques devraient être plus imités : dans la France méridionale, dont les garigues arides deviendront de riches truffières par les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

semis de chênes verts ou de chêne pubescent (des chênes à feuilles caduques le meilleur truffier et le plus approprié au climat de nos départements du midi), dans les terres calcaires si maigres et à sous-sol si perméable de la Champagne, d'une partie de la Bourgogne, de la Franche-Comté, du Dauphiné, etc. Qu'on ne perde pas de vue que la truffe ne demande que les terres les plus stériles de nos formations calcaires, que les climats propres à la vigne sont ceux qui lui conviennent le plus, et que sa culture, peu coûteuse ou même nulle à la rigueur, puisqu'on peut, jusqu'au jour de la récolte, abandonner (ce que toutefois je ne conseille pas) les plantations après le semis, comptera longtemps parmi les plus rémunératrices. Quelle que soit, en effet, l'extension donnée aux truffières, la France sera pour la truffe, plus encore que pour le vin, le grand marché du monde.

Mais si, au résumé, pour récolter des truffes, il faut semer des glands, et pour plus de sûreté des glands truffiers, ceux surtout du chêne Yeuse, du chêne pubescent et du chêne Rouvre, il faut, en outre, pour hâter la production, la porter au maximum et la rendre durable, observer certaines conditions que nous allons passer rapidement en revue.

Semis. — Il faut considérer, dans les semis, le choix des glands, la saison, les distances, l'orientation.

Bien qu'on ne se rende pas un compte satisfaisant des relations entre la nature des glands choisis et la production des truffières, il sera toujours sage de n'admettre au semis que des glands fournis par les espèces les plus truffières (*Quercus Ilex, Q. pubescens, Q. sessiliflora*), et, de plus, provenant d'arbres ayant une truffière à leur pied. On aura d'ailleurs égard au climat pour le choix entre ces espèces (*Q. Ilex* en Provence, *Q. pubescens* dans le Midi et le Centre, *Q. sessiliflora* dans le Nord). Que les glands ainsi choisis doivent leur qualité truffière à une idiosyncrasie héréditaire, qui rend les individus qui en proviendront plus aptes que d'autres à faire développer des germes venus on ne sait d'où, ou qu'ils aient apporté ces germes avec eux, la pratique a prononcé, et tout planteur prudent devra y avoir égard. Si, comme beaucoup seront portés à le croire, le gland emporte avec lui les germes, les fines spores des truffes attachées par leurs papilles aux aspérités de leur sommet ou de leur base, on se mettra dans les meilleures conditions en employant les glands tombés sur le sol des truffières plutôt que ceux qui pourraient être cueillis à la main sur l'arbre avant leur chute.

La saison la plus favorable aux semis est le commencement du printemps, beaucoup des glands que l'on confie au sol avant l'hiver étant la proie des mulots, des geais, des corneilles, etc. Cependant le semis peut être fait avant l'hiver quand, comme dans le Loudunois, on sème, sur la ligne même du labour frais, par poignées distantes, puis qu'on donne un hersage, rendant la surface du sol homogène, et déroutant ainsi les recherches des animaux glandivores.

Il est inutile de dire que, pour le semis d'après l'hiver, les glands doivent être placés,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

peu après leur récolte, en stratification avec du sable. On évite très-bien alors, à l'époque du semis, les pertes par rupture des radicelles ou des germes en faisant les stratifications dans de mauvais tonneaux, dont on n'a plus qu'à faire sauter les cercles pour retirer les glands sans nul froissement ou dommage. Je peux garantir les avantages de ce mode de stratification, que j'ai pratiqué pour mes semis forestiers (glands, châtaignes, graines de pins) après l'avoir vu en usage chez M. André Leroy, à Angers.

Les semis seront faits en lignes orientées du Sud au Nord, de façon que le plein soleil et l'ombre visitent alternativement les entre-lignes. Ce précepte, bon pour le Midi, doit être, pour le Centre et le Nord, une loi absolue.

Les distances à observer sont les suivantes : 6 à 10 mètres d'une ligne à l'autre (comme le font MM. Rousseau et Ravel), mais seulement 40 à 50 centimètres sur les lignes elles-mêmes.

On pourrait ne mettre d'abord les lignes qu'à 3 mètres l'une de l'autre, mais il faudrait alors en enlever une sur deux ou deux sur trois lorsque la plantation aurait grandi, vers l'âge de 10 et de 20 ans. Par là on ferait, il est vrai, une récolte de bois, mais on jetterait quelque trouble dans les truffières.

Quant à la plantation faite sur les lignes mêmes, on ne la fait si rapprochée que pour se ménager la possibilité d'éclaircies successives qu'on commencera quand le plant *marquera*, vers l'âge de 6 à 8 ans, en ayant soin d'enlever de préférence les jeunes chênes au pied desquels des truffières ne se formeraient pas; si cela est nécessaire, on n'hésitera pas à sacrifier ici la régularité de l'espacement à l'abondance des produits. On peut admettre qu'en moyenne, et sur les maigres sols où doit être surtout cultivée la truffe, l'espacement sur les lignes sera suffisant à 1 mètre pour le plant de 12 ans, à 2 mètres pour le plant de 20 ans, à 3 ou 4 mètres pour les vieux arbres.

Dans le Loudunois, où, convaincu à tort que les chênes ne produisent plus de truffes quand ils ont atteint 30 ans, on a surtout en vue la production forestière, les lignes sont espacées seulement de 1 mètre à $1^{m},50$, et les glands sont placés sur les lignes par groupes de cinq à six et à une distance d'environ $0^{m},60$. Bonne pour le boisement simple, cette pratique amène nécessairement la destruction des truffières, tant par l'ombre des arbres que par leur mise en coupe.

Le semis des glands par groupe, fait en vue des dommages que peut éprouver le semis de la part des animaux ou par toute autre cause, présente un inconvénient grave dans la création des truffières, par la difficulté qu'il oppose au choix des pieds truffiers à conserver, à l'exclusion de ceux qui sont infertiles.

On pourrait remplacer les semis en place par du plant de pépinière âgé de 2 à 3 ans; mais peut-être l'économie de terrain et de frais de culture qu'on ferait ainsi pendant deux ou trois ans serait-elle trop compensée par une diminution de l'aptitude truffière. En l'absence d'essais comparatifs, je pense qu'on devra s'en tenir au semis en place.

(La suite prochainement.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NÉCROLOGIE.

MORT DE M. RIVOT, INGÉNIEUR EN CHEF DES MINES, MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT.

M. Combes a prononcé dernièrement sur la tombe de M. Rivot, si prématurément enlevé à la science, des paroles que le *Bulletin* s'empresse de reproduire, car la Société d'encouragement s'honorait de compter cet ingénieur distingué parmi ses membres, et nul doute qu'elle ne l'eût appelé dans un avenir prochain à faire partie de son Conseil d'administration.

Louis-Édouard Rivot, né le 12 octobre 1820, entra à l'École polytechnique en 1840. Malgré la dureté d'ouïe dont il était atteint dès cette époque, suppléant à cette infirmité par sa puissance d'attention et la pénétration de son intelligence, il se plaça bientôt à la tête de sa promotion, dont il sortit le premier, en 1842, pour entrer à l'École des mines, qu'il n'a plus quittée depuis. Dès 1845, il fut chargé d'y professer le cours préparatoire de chimie générale; il fut nommé professeur de docimasie en 1852.

Des vingt-six années pendant lesquelles Rivot a appartenu au Corps des mines, il n'en est pas une seule qui ne soit marquée par un ou plusieurs mémoires, publiés soit dans les *Annales des mines,* soit dans les *Annales de physique et de chimie.* Les uns se rapportent à la métallurgie, à la description et à l'exploitation des gîtes métalliques et à la préparation mécanique des minerais; les autres, à la chimie analytique. Les premiers contiennent un grand nombre d'observations neuves et d'une grande précision, recueillies dans ses nombreux voyages en France, en Allemagne, en Hongrie et en Amérique, sur les bords du lac Supérieur, que Rivot a visités deux fois. Presque tous sont restés classiques. Je me borne à citer sa description de la préparation mécanique des minerais de plomb dans le Harz supérieur et son travail approfondi sur les filons métalliques de Vialas, dans la Lozère, et du Rouvergue, dans le Gard.

Dans ce dernier travail, Rivot a donné une classification complète des filons de plomb et d'argent de la contrée, la description des croisements, et signalé les différences de composition, de richesse en plomb et en argent, qui sont en rapport avec les directions des filons. Les études faites à Vialas l'ont conduit à la découverte des filons du Rouvergue, qui font partie du même système; ainsi a été confirmée *à posteriori* l'exactitude de ses premières observations et des conséquences pratiques qu'il en avait habilement déduites.

Les nouveaux procédés de dosage donnés par Rivot dans ses mémoires de chimie sont aujourd'hui d'un usage général dans tous les laboratoires où l'on s'occupe d'analyses de substances minérales.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De 1861 à 1866, Rivot a publié un traité complet de docimasie en quatre volumes; il avait antérieurement donné, en 1856 et 1860, deux volumes sur la métallurgie du cuivre, du plomb et de l'argent.

Il poursuivait, depuis plusieurs années, des recherches sur un nouveau mode de traitement des minerais d'or et d'argent d'Amérique. Après de nombreuses analyses des minerais de Californie et du Mexique, il était arrivé à créer une méthode complète, dont le point de départ est l'emploi de la vapeur d'eau. Il avait combiné les dispositions des fours de grillage et des appareils d'amalgamation de l'argent amené à l'état métallique par l'action de la vapeur. Des essais en grand avaient été faits en Californie et, malgré l'inexpérience des personnes chargées d'y procéder, le succès avait été complet. Dans l'opération en grand comme dans le laboratoire, on avait obtenu la totalité des métaux précieux accusés par l'essai en petit de minerais d'une composition très-complexe et rebelles à tous les procédés pratiqués auparavant.

Dans l'été de 1868, Rivot avait écrit la plus grande partie d'un mémoire sur ce sujet; il avait même apporté à sa méthode un dernier perfectionnement, qui la rendait économiquement applicable à des minerais d'une teneur très-peu élevée. L'invasion de la maladie qui vient d'avoir une issue si funeste a interrompu la rédaction de ce mémoire. Espérons que, grâce aux collègues et aux aides de Rivot, ce travail ne sera pas perdu pour la science et pour l'industrie. La maladie a également interrompu des expériences d'un grand intérêt qu'il avait commencées sur la formation artificielle des minéraux cristallisés et pour lesquelles il avait fait établir des appareils destinés à reproduire les circonstances probables de milieu, de température et de pression qui auraient accompagné les dépôts de minéraux dans les filons.

Rivot réunissait à un degré éminent les aptitudes de l'ingénieur à l'érudition du savant circonspect et consciencieux. Sur le terrain de la science pure comme sur celui de la pratique, il avançait lentement, mais sûrement, appuyé sur des observations exactes, des expériences multipliées. Il ne se prononçait et n'agissait qu'après avoir éclairé tous les doutes, levé toutes les objections que son érudition en minéralogie, en chimie et en métallurgie, et la pénétration de son esprit lui faisaient apercevoir. Dans son enseignement clair, méthodique et précis, il ne craignait pas d'entrer dans des détails minutieux; il mettait ainsi ses auditeurs en garde contre le danger des observations incomplètes et des généralisations qui ne seraient pas justifiées par une discussion et une critique sévères.

Rivot, comme ses illustres devanciers Ebelmen et de Sénarmont, a été enlevé à l'École dans toute la force de l'âge et du talent. S'il eût vécu, il nous aurait encore beaucoup appris; mais sa courte vie a été bien remplie, et son nom tiendra une grande place dans l'histoire des sciences et de l'art des mines.

Lorsque nous apprîmes, il y a six mois, l'invasion de la maladie qui mettait en danger la vie de Rivot, la consternation fut générale à l'École, dans le Corps et parmi

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ses anciens élèves, qui tous ont conservé envers lui un profond sentiment de reconnaissance et de respect. Ce sentiment a été partagé par tous les savants qui estimaient à leur juste valeur les travaux de notre éminent camarade.

Dans ses souffrances, il a été entouré des soins les plus tendres par un frère dont la profonde douleur trouvera quelque adoucissement dans l'expression de nos regrets unanimes. Les professeurs, les fonctionnaires, tous les employés de l'École, ceux surtout qui sont attachés au service des laboratoires, lui ont donné les marques les plus délicates d'attachement. Je dois particulièrement remercier ici, au nom de l'École, M. Rigout, des soins empressés, dévoués, incessants qu'il a prodigués au maître auquel il était uni par les liens d'une estime et d'une affection réciproques.

Adieu ! cher Rivot, au nom de l'École et du Corps à l'illustration desquels tu as contribué par tes travaux ! Ton souvenir vivra dans leurs annales. Il restera vénéré parmi nous qui, ayant vécu près de toi, avons pu apprécier, en même temps que l'étendue et la sûreté de ton savoir, les nobles qualités de ton âme, ton dévouement au devoir et au bien, ta franchise, ton désintéressement, ton obligeance infinie pour tes collègues et tes amis, et qui t'avons aimé comme tu le méritais !

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Sur le china-grass en Prusse, par M. Tisserant. — La longueur, la finesse, la blancheur du *china-grass* sont des qualités qui ont, depuis des siècles, provoqué en Chine l'emploi de cette ortie, répandue comme ses pareilles sur le sol du Céleste Empire. L'Europe a voulu à son tour utiliser une substance si libéralement fournie par la nature, et des essais nombreux qui remontent à près de deux siècles se sont succédé sans donner tous les résultats espérés par leurs promoteurs. Ces recherches ont néanmoins doté l'industrie d'un élément susceptible d'applications intéressantes, aussi bien dans les spécialités textiles que dans la fabrication du papier. Prosper Meynier, en France, fut l'un de nos contemporains qui semble avoir le mieux apprécié le parti à tirer du china-grass, et M. Alcan le rappelait récemment à la Société d'encouragement dans une notice nécrologique sur cet éminent industriel (1).

Le docteur Grothe, directeur de la fabrique de Rummelsberg près Berlin, après avoir réuni dans un traité toutes les données qu'il lui a été possible de recueillir sur la cul-

(1) Voir *Bulletin* de 1867, 2e série, t. XIV, p. 345.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ture et le travail des urticées dont il fait remonter les débuts en Allemagne à l'année 1723 (1), vient d'arriver à une solution analogue. Il emploie avec succès pour le *brochage* d'articles nouveautés, fort recherchés des Anglais, des fils de china-grass blancs ou teints de diverses couleurs. Il a obtenu, sur une plantation de la *species divisa*, des rendements de 50 pour 100 de fibres sèches dont 30 pour 100 en filaments longs et extra-fins. Il a observé, en outre, que dans les régions montagneuses, dont le sol et la température rigoureuse constituent de sérieux obstacles à la propagation du lin, les urticées résistent parfaitement. Aussi l'administration des mines en Prusse a-t-elle pris en sérieuse considération une culture qui paraît devoir fournir une ressource accessoire et précieuse aux mineurs du Hartz et du Hanovre. (*Moniteur des fils et tissus.*)

Sur l'emploi du goudron végétal dans la teinture, par M. J. Lefort. — Dans le courant de 1851, M. Pettenkoffer avait remarqué que le vinaigre de bois, exposé à l'action de l'ammoniaque et du perchlorure de fer, se colorait en violet foncé.

A la même époque à peu près, M. Pauli, préparateur de M. Pettenkoffer, chercha à isoler la substance qui donnait naissance à cette réaction; il obtint, en traitant l'acide acétique du bois par l'éther sulfurique, un acide cristallisant en aiguilles fines, très-solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, présentant en un mot tous les caractères de l'acide pyro-gallique. Mais l'étude qui en fut faite ultérieurement a montré que cette matière était la même que celle retirée par la distillation sèche du cachou, et à laquelle on avait déjà donné les noms de *pyrocatéchucine*, d'*acide pyrocatéchucique,* d'*acide pyromoritannique* et enfin d'*acide oxyphénique.*

Plusieurs années après, M. Buchner a confirmé les observations de M. Pauli en ce qui concerne l'existence de l'acide oxyphénique dans le vinaigre de bois, et de plus ce chimiste a reconnu que l'eau de Binelli, qui est le produit de la distillation du goudron végétal avec un grand nombre de plantes aromatiques, se colorait comme le vinaigre de bois lorsqu'on la traitait par les persels de fer.

Les circonstances dans lesquelles se produit l'acide oxyphénique et la coloration très-foncée qu'acquiert l'eau de goudron lorsqu'on y ajoute un sel de sesquioxyde de fer ont fait penser à M. Lefort que le goudron végétal pourrait servir à l'impression des matières textiles soit végétales, soit animales. Les expériences qu'il a entreprises à cet égard ne lui laissant plus de doute, il en présente les résultats généraux, laissant à l'industrie de la teinture le soin de régler les détails de cette nouvelle application du goudron végétal.

---

(1) Les écrivains du temps passé, écrit M. Grothe, ont donné la description d'une fabrique près Leipzig qui, en 1723, consommait uniquement des fils d'urticée pour chaînes et pour trames.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D'après ces expériences, le goudron végétal renferme, en moyenne, 1 pour 100 d'acide oxyphénique et, comme cet acide est très-soluble dans l'eau, il en résulte que plus sa solution est concentrée, plus le bain de teinture est coloré.

Le perchlorure de fer que l'on verse dans de l'eau de goudron y détermine immédiatement une coloration vert sale, qui passe au violet par l'addition de la potasse ou de l'ammoniaque; mais, avec ou sans la présence d'un alcali, l'oxyphénate de fer qui se forme dans cette circonstance se fixe sur les fibres animales et les fibres végétales auxquelles il communique un ton *gris cendré* d'une très-grande solidité.

Pour teindre les matières textiles à l'oxyphénate de fer, voici le moyen à employer :

Les matières sont plongées pendant plusieurs heures dans une solution de perchlorure de fer au 1/20 environ, afin de les mordancer. Dès qu'elles sont suffisamment égouttées, on les met dans un vase contenant de l'eau de goudron filtrée, faite à chaud dans la proportion de 1 partie de goudron végétal pour 10 parties d'eau chauffée à 60 ou 80 degrés centigrades. Après plusieurs heures de macération, on retire les matières, on les lave à grande eau et on leur fait subir un savonnage, afin de les débarrasser des principes aromatiques et résineux du goudron qui les imprègnent. Le lessivage au savon ne réagit en aucune manière sur le principe colorant qui s'est fixé sur les fibres textiles, et l'impression qui en résulte possède toute la solidité que l'on constate généralement dans les pigments dont le fer forme la base.

Une dernière remarque, c'est que la laine et la soie se teignent mieux que le coton et le lin. (*Journal de pharmacie et de chimie.*)

(M.)

Bain propre à platiner le cuivre, le laiton, etc., par M. le professeur Böttger. — M. le professeur Böttger recommande, d'après ses expériences, le bain suivant comme très-propre à platiner électrolytiquement plusieurs métaux. Ce bain présente l'avantage qu'on peut le concentrer, autant qu'on le veut, ce qui permet de le conserver longtemps.

On projette peu à peu, dans une solution de chlorure de platine, du carbonate de soude en poudre fine, jusqu'à ce que l'on n'aperçoive plus de bulles indiquant le dégagement de l'acide carbonique. On y fait dissoudre ensuite une petite quantité de sucre de fécule, puis autant de sel marin qu'il en faut pour que le métal qui se dépose ne paraisse plus noirâtre, et donne, au contraire, une belle couche de platine. Pour platiner ensuite de petits objets, on les place dans une passoire en zinc que l'on plonge dans ce bain, chauffé à environ 60° C.; on les en retire au bout de quelques instants, on les lave dans l'eau, et enfin on les sèche dans la sciure de bois. (*Jahresbericht des physikolischen Vereins in Frankfurt* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

(V.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 12 février 1869.

Présidence de M. le baron *Séguier,* vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Dulaurier,* rue de Laval, 25, à Paris : demande d'avances pour l'organisation d'une société ayant pour objet l'exploitation d'un système d'appareil de pesage appliqué à toutes les voitures. (Commission des fonds.)

M. *Simonet,* à Carling (Moselle), demande quelle suite a été donnée à la communication qu'il a faite à la Société, le 15 novembre dernier, au sujet d'une force motrice neutre, et envoie les dessins d'une force hydraulique active. (Arts mécaniques.)

M. *Second Colombe,* négociant en vins, à Pacy-sur-Eure, fait connaître un serpentin pour chauffer les vins et autres liquides, qu'il a construit et dont il veut mettre l'invention dans le domaine public. (Arts économiques.)

M. *Agnus,* quai Saint-Michel, 21, à Paris, demande à faire fonctionner, devant la Société, un nouvel appareil qui extrait le beurre du lait, plus facilement et plus vite que les barattes ordinaires. (Arts économiques.)

M. *Hunniball* (Edward), rue Saint-Nicolas-des-Aulnes, à Saint-Denis, plombs et baguettes cannelées pour joints et raccords. (Arts mécaniques.)

M. *Mesnard,* rue Fontaine (cloître Saint-Benoît, 3), à Paris, demande que la Société fasse visiter sa fabrique de bourrelets en chenille perfectionnés. (Arts économiques.)

M. *Vinaugé,* rue des Gravilliers, 22, présente un bougeoir à courant d'air. (Arts économiques.)

Il adresse en même temps une demande pour une médaille de contre-maître en faveur d'un de ses ouvriers.

L'*Association des ingénieurs d'Écosse*, par suite de l'échange réglé entre ses publications et le *Bulletin* de la Société, envoie onze volumes de mémoires publiés par elle jusqu'à ce jour.

M. *Chocqueel,* fabricant de tapis et étoffes pour ameublements, rue Vivienne, 18 et 20, l'un des fondateurs de la caisse des artistes industriels près de la Société d'encouragement, envoie une note pour demander qu'une somme soit accordée au jeune *Gabé*, pour lui permettre de continuer ses études. (Commission des fonds.)

La *Société géographique royale de Londres* adresse à la Société d'encouragement le XXXVII[e] volume de son journal.

M. *Fontaine,* fabricant de produits chimiques, rue de la Sorbonne, 24, à Paris,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

adresse à la Société une réclamation au sujet de la communication sur le *picrate de potasse* et son emploi dans la poudre de guerre, qui a été faite il y a quelques mois, au nom de M. *Designolle* (voir cahier de février **1869**, p. **122**).

M. le comte *Zaliwski-Mikorski* demande une annuité pour la prise d'un brevet d'invention relatif au perfectionnement de la pile de Volta. (Arts économiques.)

M. *Houette* (A.), fabricant de cuirs vernis, rue Richer, **23**, fait remettre à la Société, pour être réunie à la caisse fondée pour l'industrie des cuirs, une somme de **258fr,15**, qui est restée libre sur le produit d'une souscription destinée à offrir une médaille à M. *Breval* (L.), inventeur d'une presse pour dessécher la tannée. (Renvoi à la commission des fonds.)

M. *Cabanis,* rue de Reuilly, **93**, présente à la Société diverses inventions qu'il a faites pour éviter les accidents sur les chemins de fer, et demande que la Société envoie chez lui une commission pour voir ses appareils. (Arts mécaniques.)

M. *Letendre* (Eugène), domestique chez M. Lan, avocat, rue Grétry, **2**, à Paris, soumet au jugement de la Société une rôtissoire nouvelle qui offre des avantages spéciaux sur les appareils de ce genre déjà connus. (Arts économiques.)

M. *Nourrigat* (Émile), éducateur de vers à soie, à Lunel, adresse à la Société le prospectus d'une société coopérative séricicole, fondée à Valence (Drôme) pour la commande, au Japon, de graînes de vers à soie du mûrier, destinées aux éducations de **1870**. Il demande pour cette association la bienveillante sollicitude de la Société. (Agriculture.)

M. *Guillelmot,* de Stockholm, rue du Luxembourg, **42**, à Paris, présente à la Société les *allumettes de Suède dites Christine-Nillson,* dont il veut introduire l'usage en France, et qui sont déjà très-répandues en Suède et en Allemagne. Elles ne contiennent ni soufre ni phosphore, s'enflamment par la friction sur un carton enduit de phosphore amorphe, brûlent d'une manière spéciale analogue à la combustion des allumettes-bougies et ont de grands avantages sur les allumettes ordinaires. (Arts chimiques.)

Dans la correspondance imprimée, MM. les *Secrétaires* signalent les ouvrages suivants :

Thomas (Émile), Rapport sur le gisement des pierres lithographiques découvertes par M. *Rencurel* fils, à Menton (Alpes-Maritimes), in-**4** de **4** pages.

Annuaire publié par la Société des anciens élèves des écoles des arts et métiers. **1** vol. in-**8** avec planches en deux tomes. Paris, **1868**, au siége de la Société, rue Vivienne, **36**.

Figuier (Louis). L'Année scientifique et industrielle, **13**e année (**1868**). Paris, **1869**, Hachette, éditeur.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Membres adjoints.* — M. *Tresca* fait, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport pour demander l'autorisation de présenter des pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

positions pour la nomination de deux membres adjoints. Le comité, dit-il, peut, d'après les statuts, avoir neuf membres adjoints, et il n'en a que trois ; l'abondance des affaires exige que le nombre des membres actifs soit augmenté. Le Conseil décide que cette autorisation est accordée au comité des arts mécaniques.

Machine à apprêter les chapeaux. — M. *Victor Bois* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur la machine à apprêter les chapeaux par un travail continu, qui a été projetée par M. *Cornemuse,* et qui a été de sa part l'objet d'une communication à la Société.

Le comité propose de remercier M. *Cornemuse* de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin.* (Ces conclusions sont approuvées.)

Instrument de précision pour les ajusteurs. — M. *Tresca* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport de feu M. *Pihet,* dont la Société déplore la perte récente, au sujet des instruments de précision présentés par M. *Rous* (Ermond), ajusteur-mécanicien.

Le comité propose de publier dans le *Bulletin* la description de ces instruments et de remercier M. *Rous* de la communication qu'il a faite à la Société. (Ces conclusions sont approuvées.)

Cinescope. — M. *Bertsch* lit, au nom du comité des beaux-arts appliqués à l'industrie, un rapport sur un petit appareil d'optique imaginé par M. *Anguier,* et présenté par M. *Langlois*, fabricant.

Le comité propose de remercier l'auteur de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin.* (Ces conclusions sont approuvées. Voir plus haut, p. 200.)

COMMUNICATIONS. — *Purification des eaux d'égouts.* — M. *Peligot* (Eugène) donne communication à la Société des recherches de MM. *Houzeau, Devédeix* et *Holden* pour la clarification des eaux qui proviennent des égouts de la ville de Reims.

Il rappelle d'abord la préoccupation que l'infection produite par ces eaux dans les grands centres de population a causée, à diverses reprises, aux administrations chargées de veiller sur la santé publique. Londres, Paris, Édimbourg, et plusieurs autres villes, s'occupent de ce sujet avec sollicitude, et leurs projets, ainsi que les travaux faits pour les mettre à exécution, sont bien connus de la Société. MM. *Houzeau* et *comp.* ont été amenés à faire des recherches sur une question du même genre, et qui a peut-être plus de gravité que l'assainissement d'aucune autre ville. Il s'agit des égouts de Reims, d'une grande ville manufacturière, dont l'industrie a pris tout à coup un grand essor. Les laveries de laine, les blanchisseries, les teintureries, et plusieurs autres fabriques accessoires, versent continuellement dans la petite rivière de Vesle, qui traverse la ville, des quantités considérables de corps gras, de savons, de colle et de débris de toute espèce très-altérables, qui en dénaturent profondément les eaux. L'infection s'étend à 50 kilomètres de distance; les dépôts qui s'opèrent dans le lit de la rivière en ont obstrué le cours; ils représentent, chaque année, un poids de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

13 000 tonnes de vase, et ils obligent les eaux à se répandre en nappe nauséabonde et malsaine sur les prairies voisines; en été, les animaux refusent de s'en abreuver, et les farines des moulins voisins sont dépréciées par l'odeur particulière qu'elles ont contractée dans une pareille atmosphère.

MM. *Houzeau* et *comp.* ont fait, depuis plusieurs années, des essais nombreux pour purifier le liquide qui sort de ces égouts. Ils ont trouvé qu'on pouvait atteindre ce résultat en y ajoutant séparément du sulfate de fer et du lait de chaux, ou bien du lignite en poudre et du lait de chaux, ou bien encore de la houille pulvérisée, du sulfate de fer et du lait de chaux. Dans le premier mélange, le sulfate de fer est décomposé par la chaux, et l'oxyde de fer libre forme, avec les matières dissoutes ou en suspension, une espèce de laque qui se dépose rapidement, et, après l'opération, l'eau s'écoule limpide et sans odeur.

Le deuxième système est le plus économique à cause du bas prix, à Reims, du lignite où se trouvent naturellement, en proportions convenables, le charbon et le sulfate de fer qui doivent servir à la clarification. Pour un mètre cube d'eau, on emploie 2^{k},374 de lignite et 590 grammes de chaux, qu'on obtient à bas prix dans les usines à gaz. Le dépôt qui se produit est abondant et se fait rapidement; il est d'abord vaseux, mais il prend rapidement de la consistance et forme un excellent engrais recherché par les agriculteurs; d'autre part, le charbon décolore l'eau et retient les gaz nuisibles. A Reims, l'opération peut être faite dans un très-grand terrain divisé en bassins de dépôts, entre le canal de la Marne au Rhin et le chemin de fer de l'Est. Cette double voie permettra d'écouler vers les contrées agricoles environnantes les produits abondants de la clarification.

Le troisième procédé emploie une plus grande quantité de houille pulvérisée avec un peu de sulfate de fer et une quantité de chaux indiquée par l'expérience; il fournit, comme produit, des vases charbonneuses qui sont mises en briquettes et desséchées, et qui peuvent servir comme combustible.

M. *Peligot* a été frappé de ces résultats; il a pensé qu'ils intéresseraient la Société, dont l'attention a déjà été attirée, à plusieurs reprises, sur les moyens de remédier aux inconvénients que causent les égouts des villes et qui avait proposé, il y a deux ans, un prix pour l'utilisation des matières qu'ils charrient. Il fait ensuite une expérience pratique et montre que des eaux très-troubles provenant des égouts de la ville de Reims sont rapidement clarifiées par l'addition d'une certaine quantité de sulfate de fer et de lait de chaux.

Pendant cette démonstration, M. *Jamin* ajoute, à ce qui a été dit, quelques renseignements qu'il a recueillis de son côté sur le même sujet.

M. le *Président* remercie M. *Peligot* de la communication intéressante qu'il vient de faire à la Société, et il renvoie au comité des arts chimiques les documents fournis par MM. *Houzeau, Devédeix* et *Holden*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Télégraphique transatlantique. — M. le comte *du Moncel* expose devant la Société le système télégraphique adopté sur le câble transatlantique, et qui est complétement différent des systèmes usités sur les lignes continentales.

Dans les lignes sous-marines, les transmissions électriques ne se manifestent pas d'une manière aussi simple que sur les lignes aériennes. Il se produit des réactions d'induction à travers l'enveloppe isolante des câbles qui non-seulement rendent plus longue la durée de la propagation électrique, mais encore fournissent des effets de décharges subséquents qui troublent tous les signaux envoyés. On a bien cherché à différentes reprises à conjurer ces difficultés et on y est plus ou moins bien parvenu sur les lignes sous-marines de peu de longueur. Mais, sur une ligne aussi longue que celle qui réunit l'Europe à l'Amérique, la correspondance serait devenue pour ainsi dire impossible pratiquement, si on n'avait pas trouvé un moyen physique de détruire ces effets d'induction et en même temps de diminuer considérablement les temps de chargement et de déchargement du conducteur du câble.

Ce moyen a été découvert par M. *Varley* et, grâce à lui, on peut actuellement télégraphier sur le câble transatlantique, avec une vitesse aussi grande que sur les lignes aériennes, et cela en n'employant qu'une pile de cinq éléments de Daniell, dont l'extrême faiblesse paraît hors de toute proportion avec les résultats obtenus. Certes, si on pense que, pour faire fonctionner les appareils ordinaires sur une ligne terrestre de 400 kilomètres, il faut employer une pile de 70 éléments, on peut, à juste titre, être étonné que cinq suffisent pour faire franchir une distance de 3 540 kilomètres.

Le système de M. *Varley* consiste dans l'introduction, entre la ligne et le manipulateur (qui n'est, d'ailleurs, qu'un simple inverseur de courant à touches), d'un immense condensateur de 40 000 pieds anglais de surface. De cette manière le circuit de la ligne se trouve complétement coupé, et ce n'est que sous l'influence des flux électriques repoussés par le condensateur au moment de sa charge par le courant, que l'action électrique se manifeste à la station opposée. Sans doute ce flux est bien faible, puisque sa tension n'est guère que la centième partie de celle du courant qui la provoque et qu'il ne passe qu'environ 2/100 de ce flux à travers le récepteur, pendant les contacts produits au manipulateur aux moments des transmissions; mais le récepteur est tellement sensible, que la plus petite influence électrique suffit pour le mettre en action. Voici maintenant ce qui résulte de cette disposition :

Au moment du contact du manipulateur, un flux électrique est envoyé à travers le câble pour agir sur le récepteur, et ce flux est positif ou négatif suivant celle des deux touches de ce manipulateur qui est abaissée. Mais, aussitôt que cette touche s'est relevée, une communication se trouve établie entre le condensateur et la terre, et l'électricité condensée peut s'écouler en terre des deux côtés de la ligne. Il arrive alors que la charge de nom contraire à celle qui a fourni le premier flux d'électricité qui agit sur le récepteur rencontre celle-ci à travers le câble et la neutralise instantanément, en détruisant à la fois l'effet d'induction produit par elle dans l'enveloppe du câble.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De cette manière le câble se trouve remis instantanément, pour ainsi dire, à l'état neutre et devient susceptible de fournir immédiatement un nouveau signal.

Pour obtenir des indications avec d'aussi faibles courants il fallait un récepteur tout particulier; celui qu'on emploie n'est autre qu'un galvanomètre de *Thomson* modifié par M. *Varley*. Dans cet appareil, l'organe sensible est un petit miroir lenticulaire dirigé magnétiquement par une petite aiguille aimantée, et celle-ci est rappelée dans une position fixe par un aimant. Un rayon lumineux est projeté sur ce petit miroir et renvoyé par lui sur un écran placé à une distance de 8 pieds. Avec cette amplification le moindre mouvement, imperceptible à l'œil nu, se trouve accusé par le déplacement de l'image projetée, et les positions que cette image occupe successivement à gauche ou à droite d'une ligne de repère fixe peuvent indiquer les points et les traits de l'alphabet Morse. On obtient ainsi toutes les combinaisons nécessaires à l'interprétation des dépêches qui se lisent sur un écran, dans une chambre noire.

M. *du Moncel* entre dans de nombreuses explications sur les avantages qu'il y a, dans les transmissions sous-marines, à n'employer que de faibles tensions électriques et même à n'emprunter aux courants transmis qu'une fraction très-faible (1/200) de leur intensité maxima. C'est surtout dans ces conditions que le condensateur présente les avantages les plus marqués.

Enfin il montre que, grâce à cette disposition et à la lenteur des variations de l'action du magnétisme terrestre, les perturbations que les aurores boréales pourraient causer sur les lignes télégraphiques demeurent sans effet appréciable sur la ligne transatlantique. Il annonce que toutes ces questions sont longuement étudiées et discutées dans un travail spécial qu'il publie en ce moment, et qui formera un appendice très-important de son traité de télégraphie électrique.

M. le *Président* remercie M. *du Moncel* de cette intéressante communication et lui demande d'en faire l'objet d'une rédaction détaillée pour être insérée au *Bulletin*.

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société par un vote au scrutin :

MM. *Nick* (H.), constructeur-mécanicien, à Paris; *Rennes,* manufacturier, à Paris; *Mesnard,* fabricant, à Paris.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

La Société d'encouragement a reçu, dans les séances des 8 et 22 janvier, 12 et 26 février, 12 mars, 9 et 23 avril 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Ouvrages offerts à la Société.

ANNALES des mines. 3e, 4e et 5e livr. de 1868.
ANNALES de l'agriculture française. Nos 23, 24.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ANNALES des ponts et chaussées. Décembre 1868, janvier, février, mars.
ANNALES du commerce extérieur. Décembre 1868, janvier, février, mars.
ANNÉE scientifique et industrielle, par M. L. FIGUIER. 1 vol. in-12, HACHETTE, édit. 1868, 13e année.
ANNUAIRE de la Société des anciens élèves des écoles d'arts et métiers. Année XXI.
BULLETIN de la Société industrielle d'Amiens. Janvier, février, mars.
BULLETIN de la Société industrielle de Mulhouse. Août 1868 à janvier 1869.
BULLETIN du comité des forges de France. Nos 44, 45, 46, 47.
BULLETIN du Musée de l'industrie. Octobre, novembre, décembre 1868, janvier, février.
BULLETIN de la Société libre d'émulation du commerce et de l'industrie de la Seine-Inférieure. No 10.
BULLETIN de la Société protectrice des animaux. Décembre 1868, janvier.
BULLETIN mensuel de la Société des anciens élèves des écoles impériales d'arts et métiers. Décembre 1868 à mars.
BULLETIN de la Société de l'industrie minérale. 4e livr. 1868.
BULLETIN de la Société d'agriculture de la Drôme. Nos 33, 34.
BULLETIN de la Société française de photographie. Janvier, février, mars.
BULLETIN de la Société industrielle de Reims. Novembre, décembre 1868.
BULLETIN de la Société impériale et centrale d'agriculture de France. Nos 1 à 3.
CATALOGUE des brevets d'invention. Nos 7 à 10, 1868.
COMPTES RENDUS hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. Nos 1 à 15.
COSMOS, revue scientifique par V. MEUNIER. Nos 7 à 16.
CULTIVATEUR de la Champagne (le). Novembre à mars.
GÉNIE industriel (le), par MM. ARMENGAUD. Janvier, février, mars, avril.
INVENTION (l') par M. DESNOS-GARDISSAL. Janvier, février, mars.
JOURNAL des fabricants de sucre. Nos 35 à 52, et nos 1, 2 de la 10e année.
JOURNAL de l'agriculture, par M. BARRAL. Nos 59 à 67.
JOURNAL d'agriculture pratique. Nos 1 à 16.
JOURNAL de la Société impériale et centrale d'horticulture de France. Janvier à mars.
JOURNAL d'éducation populaire. Décembre 1868, janvier, février, mars.
JOURNAL des fabricants de papier. Nos 1 à 8.
MONDES (les), par M. l'abbé MOIGNO. Nos 1 à 16.
MONITEUR scientifique (le), par le docteur QUESNEVILLE. Livr. 288 à 296.
MONITEUR des fils, tissus, etc., par M. ALCAN. Nos 1 à 8.
MÉMOIRES de la Société d'agriculture de la Marne. Année 1867.
MÉMOIRES et comptes rendus des travaux de la Société des ingénieurs civils. Juillet, août, septembre 1868.
MERVEILLES de la science (les), par M. L. FIGUIER. Séries 28, 29.
MONITEUR de la teinture (le), par M. GOUILLON. Nos 1 à 18.
NOUVELLES météorologiques. No 1.
PROPAGATION industrielle (la). Nos 11 à 14.
REVUE hebdomadaire de chimie, par M. MÈNE. No 6.
REVUE bibliographique universelle. Décembre 1868 à avril.
REVUE agricole, industrielle, etc., de Valenciennes. Octobre 1868 à janvier.
REVUE générale de l'architecture et des travaux publics, par M. César DALY. Nos 9 à 12.
TECHNOLOGISTE (le), par MM. MALEPEYRE et VASSEROT. Décembre 1868 à avril.
AMERICAN Artizan. No 1.
INSTITUTION of mechanical Engineers. Janvier, et Leeds meeting 1868.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

JOURNAL of the Franklin institute (the). Décembre 1868 à mars.
POLYTECHNISCHES Journal. Nos 1102 à 1110.
PROCEEDINGS of the royal geographical Society. Nos 2 à 5, 1868, et no 1, 1869.
PROCEEDINGS of the royal Society of Edinburgh. Session 1867-1868.
PATENT office Report. Washington, 1865-1866, VIe vol.
REVISTA de obras publicas. Nos 1 à 4.
THE JOURNAL of the Society of arts. Nos 837 à 856.
THE PHOTOGRAPHIC Journal. Nos 200 à 204.
THE CHEMICAL News. Nos 470 à 486.
TRANSACTIONS of the institution of Engineers in Scotland. 12e session, 1868-1869.
VERHANDLUNGEN und Mittheilungen. Nos 39 à 41, 1868, et 1, 1869.
ZEITSCHRIFT des Vereines. Cah. 11, 12.
TRANSACTIONS of the royal Society. Part. I, vol. XXV.
THE Journal of the royal geographical Society. 1867.
RAPPORT fait au nom de la 4e section de la commission permanente des valeurs, par M. Natalis RONDOT. Br. in-8°, 1868.
COURS de chimie inorganique, par M. DAXHELET. 2 vol. in-8°, BAUDRY.
LA DOCTRINE des engrais chimiques, etc., par M. ROHART. 1 vol. in-18.
TOPOGRAPHIE souterraine du bassin houiller de Valenciennes, par M. Émile DORMOY. 1 vol. in-4° et atlas in-folio.
MÉMOIRE sur la marche à contre-vapeur, par M. LE CHATELIER. 1 vol. in-8°; DUNOD, édit.
RECHERCHES historiques et expérimentales sur le ventilateur à force centrifuge de M. ORDINAIRE DE LACOLONGE. 1 vol. in-8°.
ÉTUDES sur la machine à vapeur, par M. COMBES. 1 vol. in-8°; DUNOD, édit.
DE L'EXPLOITATION des chemins de fer, par M. JACQMIN. 2 vol. in-8°, GARNIER frères, édit.

Abonnements.

ANNALES de chimie et de physique. Janvier à avril.
JOURNAL des économistes. Janvier à avril.
ENGINEERING. Nos 151 à 172.
THE Artizan. Janvier, février, mars, avril.
THE practical Mechanic's Journal. Janvier, février, mars, avril.
THE mechanic's Magazine. Janvier, février, mars.
THE quarterly Journal of science. Janvier à avril.

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

68e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XVI. — Mai 1869.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. DUMÉRY, *au nom du comité des arts mécaniques, sur de* NOUVELLES MACHINES PROPRES A LA FABRICATION DES CLOUS DORÉS POUR MEUBLES, *présentées par* M. DUBRUEIL, 79, *boulevard Richard-Lenoir.*

Messieurs, dans la séance du 4 février 1857, nous avions l'honneur de vous rendre compte, au nom du comité des arts mécaniques, d'une très-heureuse disposition adoptée par M. Carmoy dans la fabrication des clous dorés pour meubles (1).

Nous signalions à votre attention tout ce qu'il y avait de rationnel et d'ingénieux à avoir substitué le travail à froid au travail de la fonderie, et surtout à être parvenu, par une sertissure des plus intelligentes, à associer le fer et le cuivre en réservant à chacun de ces deux métaux des fonctions en rapport avec ses propriétés particulières : le fer comme pointe à cause de sa ténuité et de sa plus grande résistance; le cuivre comme agent décoratif à cause de son aspect et de son facile poli.

Ce même jour, en vous rendant compte des propriétés nouvelles procurées à ce produit, nous vous disions que M. Carmoy, l'auteur de cette heureuse

(1) Voir *Bulletin* de 1857, 2e série, t. IV, p. 411.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

transformation, dans le but d'amener son nouveau produit à l'état de fabrication manufacturière, s'était adressé à un très-habile mécanicien, M. Clément-Colas, qui, depuis lors, a plusieurs fois entretenu la Société de ses travaux;

Que M. Clément-Colas avait adopté, pour base de ses opérations, le principe de la presse monétaire;

Et que, pour approprier cette machine à la nouvelle fabrication, il l'avait munie de deux poseurs :

Le premier amenant le flan métallique au centre de la presse;

Le second présentant le clou au centre du petit flan que la pression de la machine venait ensuite sertir et emboutir.

De ce que nous vous disions alors et que nous vous rappelons aujourd'hui, il résulte que la série des opérations par lesquelles passait, à cette époque, un clou doré pour meubles consistait :

1° Dans le découpage d'un petit flan métallique;

2° Dans un estampage préparatoire transformant le petit flan en une sorte de plateau rond, au centre duquel se trouverait un petit godet faisant corps avec le plateau;

3° Enfin dans la fabrication séparée de petits clous complets, c'est-à-dire ayant un corps lisse, une tête et une pointe.

Ces pièces étaient ensuite livrées mécaniquement, ainsi que nous venons de le dire, à une presse monétaire, de laquelle les clous sortaient entièrement achevés.

M. Dubrueil, le présentateur actuel, a adopté le principe de composition du clou doré : fer et cuivre; mais, dans les moyens de fabrication, il a suivi une voie toute différente de celle de ses devanciers : au lieu de commencer l'opération par la division du métal, il profite, au contraire, du moment où le cuivre est encore en bande, et le fil de fer en botte, pour les amener facilement et très-simplement à leur point de jonction dans la machine.

Que l'on suppose une bande de cuivre avançant horizontalement par intermittence, pendant que le bout d'une botte de fil de fer descend verticalement également par intermittence;

Que l'on admette que la bande de laiton reçoive en chemin la compression d'un petit poinçon laissant sur le milieu de cette bande une faible creusure

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'un demi-millimètre de profondeur, et légèrement plus grande que le diamètre du fil pour que celui-ci puisse s'y introduire facilement;

Que l'on veuille bien, enfin, se figurer la bande de cuivre et le fil de fer arrivés tous deux à leur place définitive, c'est-à-dire le bout du fil présenté dans la petite creusure, et l'on sera arrivé au moment le plus intéressant des fonctions de cette intelligente machine, car voici dans quel milieu se trouvent les matières qu'on y a introduites :

La bande de laiton, en pénétrant dans la machine, s'engageait entre les deux plaques d'un outil à découper; le fil, en descendant verticalement, s'engageait dans les mordaches et le coupe-pointe d'une machine à clous.

Seulement, découpoir et machine à pointes ont, dans le cas présent, cela de particulier que le découpoir fonctionne en sens inverse de l'usage habituel, c'est-à-dire de bas en haut, et découpe en soulevant le produit; et que la machine à pointe, dans laquelle le fil s'engage en descendant, n'a pas de fouloir; c'est le poinçon du découpoir ascensionnel qui soulève le flan qu'il vient de découper et le porte sous la partie du fil qui fait saillie pour former le mariage de la tige en fer avec le flan en cuivre.

Or il se passe là une double opération : les mordaches qui serrent le fil portent, en dessous, une petite collerette saillante qui pénètre dans le flan de laiton autour de la tige, et qui, en même temps que la tête du clou se refoule, forme une sertissure provisoire qui emprisonne la tête du clou d'une manière très-suffisante pour résister à tous les chocs ultérieurs qu'ils sont susceptibles de subir dans le reste de la fabrication et notamment dans leur passage au tonneau.

Dès que le poinçon du découpoir est arrivé au haut de sa course, toutes les opérations actives sont achevées : le poinçon redescend; les mordaches de la presse à fil se rouvrent; une nouvelle quantité de fil descend pendant qu'un levier spécial chasse le clou prédemment fait, la bande de laiton avance de nouveau et le poinçon du découpoir, en remontant derechef, produira simultanément la petite creusure préparatoire destinée au fil et un nouveau clou.

On le voit, cette première machine, grâce à une heureuse disposition, produit une immense somme de travail simultané obtenue par des moyens d'une extrême simplicité.

Il y a, en outre, dans cette machine, un point qui mérite d'être signalé à votre attention, c'est celui-ci :

Vous venez de voir, Messieurs, que le poinçon découpeur soulève un petit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

flan en cuivre qui, à son tour, trouve au-dessus de lui la tige de fer qu'il faut refouler pour former, par compression, la tête du petit clou centrale.

Or, si le petit flan en cuivre était enlevé, et que l'acier trempé dont est formé le poinçon découpeur se trouvât immédiatement en contact avec la tige du clou qui est en fer, tout se passerait normalement : la densité de l'acier étant supérieure à celle du fer, la tête du clou se formerait sans difficulté ; mais ici, on interpose le laiton, métal relativement mou, entre le fer et l'acier, et c'est au travers de ce métal mou que l'on vient refouler la tête du clou.

Il y a dans cette combinaison une de ces audaces ou un de ces traits de génie qu'il est bon de signaler et de répandre, car ils paraissent presque en contradiction avec la théorie.

Nous savons bien tous que, dans l'industrie de l'estampage des métaux, des substances en apparence beaucoup moins denses que les métaux à refouler sont employées comme intermédiaires et acquièrent dans le cours de l'opération, une densité égale à celle du métal lui-même puisqu'ils le forcent à changer de forme, tels sont : le plomb, le carton, le cuir, etc. ; mais, dans la généralité des cas, l'étendue des surfaces en contact sert d'explication au phénomène produit, tandis qu'ici la surface de compression est exclusivement restreinte, il n'y a pression en quelque sorte que sur un point et il serait naturel de redouter que dans de telles conditions ce fût le laiton qui cédât.

Il n'en est rien cependant, les dimensions du flan s'opposent à l'écartement des molécules et le travail s'opère d'une manière très-satisfaisante et très-régulière

Nous devons enregistrer ce résultat comme un fait agrandissant les limites de la pratique, et dont on doit tout spécialement féliciter M. Dubrueil.

Cette première machine, qui découpe la matière en une multitude de parcelles, et qui fait ensuite le mariage de ces parcelles pour en faire la base d'un nouveau produit, ne procure cependant, au point de vue définitif du clou doré, que des ébauches auxquelles il faut faire subir une dernière opération qui, d'une part, leur donne les formes finales qu'ils doivent prendre, et, d'autre part, leur assure le complément de solidité qui fait le mérite de cet ingénieux produit.

Cette opération terminale est l'objet des fonctions d'une deuxième machine moins importante que la première, comme nombre d'organes, mais non moins intéressante comme moyens de réalisation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Elle se compose, comme organe principal, d'un simple estampoir horizontal agissant par pression; le poinçon ou contre-partie de la matrice qui forme la cavité du clou est solidement fixé au bâti de la machine, c'est la matrice, c'est-à-dire la partie portant en creux la forme extérieure du clou, qui est, par une came, animée d'un mouvement de va-et-vient.

Comme on le voit, la principale fonction de cette machine est très-simple, puisqu'elle se borne à une seule opération, l'estampage; ce qui l'est moins, ce qui rend cette seconde machine très-originale et très-intéressante, c'est son appareil distributeur ou livreur d'ébauches.

L'ébauche sortant de la première machine se compose, comme on l'a vu, d'un petit flan métallique au centre duquel on a très-habilement implanté la tige d'un clou, et qui lui donne l'aspect d'un champignon à tête plate.

On engage l'une au-dessus de l'autre, et de champ, les têtes de ces champignons dans un conduit vertical méplat ayant, dans toute sa hauteur, une fente pour le passage de la tige de ces champignons.

Cette fente permet aux ébauches de glisser facilement dans toute la hauteur du conduit.

Si l'on se figure maintenant que le petit conduit vertical tout garni d'ébauches soit articulé par sa partie supérieure à l'extrémité d'un balancier, exactement comme le serait la bielle d'une petite machine à vapeur à balancier, dont la manivelle serait enlevée, le bout inférieur de cette bielle, rendu libre par la suppression de la manivelle, pourrait se mouvoir librement dans tout le plan de rotation de la manivelle absente, c'est-à-dire avancer, reculer, monter et descendre.

Si donc l'on suppose un opérateur placé devant la bielle au bout du balancier, et tenant à la main cette petite bielle garnie d'ébauches, en la tirant à lui il engagera le premier clou du bas de la bielle dans l'une des deux parties de la matrice; en la soulevant il dégagera le clou de la pince qui retenait la colonne d'ébauche et démasquera la matrice; celle-ci pourra alors venir exercer sa pression et terminer le premier clou.

Si, pendant ce temps, la bielle a été repoussée en arrière pour être prête à redescendre dans le plan du frappage et y introduire de nouveau le clou inférieur qui a pris la place du premier, on aura la somme des évolutions qu'il faut faire subir au porte-ébauches pour qu'il accomplisse sa mission.

Ces divers mouvements, dont on se rend mieux compte en les supposant opérés à la main, M. Dubrueil les a très-simplement et très-élégamment obtenus à l'aide de deux séries de cames, l'une qui se charge des mouvements

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

verticaux, l'autre des mouvements horizontaux, et la petite bielle porte-c lou opère ses quatre évolutions :

Horizontale d'introduction,

Verticale ascensionnelle de dégagement de la pince,

Horizontale de recul,

Et verticale descensionnelle,

avec une rapidité que la main ne saurait imiter et que l'œil a de la peine à suivre.

Quant à l'introduction des ébauches dans le poseur lui-même, voici comment elle s'opère :

Le petit balancier porte un plateau qui fait corps avec lui; ce plateau est horizontal comme le balancier qui le porte, c'est-à-dire parallèle au balancier, et se termine du côté de la bielle par une courbe formant, entre le plan horizontal du plateau et le plan vertical de la bielle, un raccord sans solution de continuité.

De plus, le plateau va en se rétrécissant de plus en plus, à mesure qu'il approche de la bielle avec la rainure de laquelle il finit par se confondre; en sorte que les ébauches étant placées sur le plateau, et y étant agitées par les oscillations du balancier, se trouvent, de proche en proche, non-seulement tournées du bon côté, c'est-à-dire la pointe en haut, mais amenées insensiblement vers l'ouverture supérieure du canal de la petite bielle; l'enfant qui surveille la marche de ces machines a pour mission d'aider au redressement des pointes, qui est le seul travail manuel auquel cette fabrication soit aujourd'hui assujettie.

En outre de ce distributeur mécanique, cette machine possède une disposition que nous croyons devoir signaler :

L'emboutissage s'y fait à deux degrés, c'est-à-dire avec une came à deux saillies de manière à permettre à l'air enfermé dans la matrice par le mouvement brusque de la première partie de la came, de s'échapper dans l'intervalle de temps qui sépare le premier coup du second. Avant l'adoption de cette ingénieuse solution les produits obtenus étaient presque tous déchirés.

Aussitôt que la division du travail de l'emboutissage a été introduite, l'air a eu le temps de s'échapper, tout accident a cessé et le produit est sorti irréprochable des machines.

Bien que votre rapporteur ait à s'excuser de la longueur de ce rapport qu'il se reproche de n'avoir pas su rendre plus court, permettez-lui, Messieurs, de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ne pas abandonner le compte rendu de l'examen qui lui a été confié, sans vous entretenir d'un mouvement qui, dans la machine de M. Dubrueil, n'est qu'un organe accessoire, mais qui, comme moyen de transformation de mouvement, est digne d'occuper une place spéciale dans votre *Bulletin*.

Il s'agit d'un perfectionnement introduit dans les encliquetages sans bruit, de la nature de ceux exposés en 1849 par M. Saladin, de Mulhouse, et dans lesquels M. Dubrueil a introduit des surfaces de frottement assez positives, pour en faire un organe de transformation de mouvement tout à fait pratique et doué de la faculté si recherchée d'une division infinie.

Dans la conception et l'exécution des deux machines qu'il vous a soumises, M. Dubrueil a fait preuve de qualités précieuses, qui lui ont permis de se placer très-loin en avant de ses devanciers.

Tout ce dont nous venons de vous entretenir fonctionne à l'état pratique.

Déjà quatre machines travaillent et produisent, par jour, environ 170 000 clous correspondant à un poids total de 50 000 kilog. par année.

Nous souhaitons vivement que M. Dubrueil rencontre dans l'exploitation de ses ingénieux procédés, tout le succès qu'il mérite d'obtenir; il y sera accompagné par les vœux de votre comité, au nom duquel nous venons solliciter de vous :

1° Un vote de remercîments à adresser à M. Dubrueil pour sa très-intéressante communication;

2° L'insertion du présent rapport dans votre *Bulletin*, avec la description et les dessins qui l'accompagnent.

Signé DUMÉRY, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 8 *mai* 1868.

LÉGENDE DESCRIPTIVE ET EXPLICATIVE DES PLANCHES 408 ET 409 REPRÉSENTANT LES MACHINES A FABRIQUER LES CLOUS POUR MEUBLES DE M. DUBRUEIL.

1° *Machine à ébaucher les clous* (pl. 408).

Fig. 1. Vue de profil de la machine, du côté opposé à celui du volant.

Fig. 2. Section verticale par l'axe, suivant un plan parallèle à celui de la figure 1.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 3. Vue partielle de face, le plan d'inclinaison du bâti étant supposé relevé verticalement.

Fig. 4 et 5. Projections verticales, dans deux plans perpendiculaires entre eux, d'un des organes de la machine; ces deux figures sont à une échelle double des figures précédentes.

Dans ces cinq figures les mêmes lettres indiquent les mêmes organes.

A, pieds ou supports de la machine.

B, bâti principal supportant les différents organes.

C, arbre principal coudé en son milieu, et portant plusieurs cames destinées à faire accomplir à la machine ses différentes fonctions; il reçoit le mouvement d'une machine à vapeur au moyen d'une poulie et d'une courroie.

D, D′, poulie motrice et poulie folle.

E, volant.

F, bande de laiton venant d'une bobine sur laquelle elle est enroulée, et fournissant la matière dans laquelle sont découpés successivement les flans qui forment la tête des clous.

G, extrémité de la botte de fil de fer qui fournit les tiges destinées à être refoulées dans les têtes de clous.

Les différentes fonctions que la machine accomplit sont celles-ci :

1° Alimentation de la bande de laiton.

2° Alimentation du fil de fer.

3° Serrage du fil de fer par les mordaches.

4° Formation d'une creusure dans la bande de laiton; en même temps découpage du flan précédemment creusé et réunion de ce dernier au fil par refoulement.

5° Découpage du fil de fer et formation de la pointe du clou.

6° Mouvement pour détacher le clou et le pousser hors de la machine.

7° Obturation de l'orifice du découpoir de la bande de laiton, pour empêcher l'introduction des limailles produites par la section du fil de fer.

1° *Alimentation de la bande de laiton.* — H, came fixée sur l'arbre C, à l'extrémité opposée à celle du volant (fig. 1 et 3) et commandant l'alimentation de la bande de laiton F.

I, levier oscillant en I′, et reposant sur la came H au moyen d'un galet fixé à son extrémité antérieure recourbée en dessous.

J, barillet contenant un ressort dont l'action consiste, au moyen de la corde J′ attachée à l'autre extrémité du levier I, à solliciter sans cesse ce levier pour maintenir son galet en contact avec la came H.

K, bielle verticale s'articulant sur la partie postérieure du levier I, en un point dont on peut faire varier à volonté la position au moyen du petit volant K′.

K′, petit volant servant à commander une vis sur laquelle est montée l'extrémité inférieure de la bielle K. En tournant dans un sens ou dans l'autre le volant K, on règle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi la course de la bielle et, par suite, l'amplitude du mouvement des pièces qu'elle commande.

L, L, petits cylindres horizontaux, placés l'un au-dessus de l'autre, entre lesquels passe la bande de laiton qu'ils font progresser en l'entraînant par laminage dans leur mouvement de rotation intermittent (fig. 2 et 3).

M, M, pignons fixés sur les axes des petits cylindres L, et dont l'un est calé sur l'axe moteur N.

N, axe moteur des cylindres L, sur lequel est calé, à l'extrémité opposée à celle des pignons, un disque O qui l'entraîne dans son mouvement de rotation intermittent produit par la bielle K.

O, disque calé sur l'axe N, entre les deux joues d'une espèce de chape P folle sur cet axe, mais fixe en P′ (voir le détail, fig. 4 et 5).

Q, petit bras de levier articulé en P′, en haut de la chape P; l'extrémité antérieure de ce bras de levier porte sur le sabot R.

R, sabot ou coin inséré entre le bras de levier Q et le disque O, dont il épouse le contour.

S, ressort curviligne, fixé à la chape P par une patte S′ et libre à son extrémité supérieure.

Il résulte de ces dispositions que, lorsque la bielle K descend par suite du mouvement du levier I produit par la came H, le bras de levier Q, entraîné de haut en bas, détermine, entre le sabot R et le disque O, un contact énergique, d'où résulte de droite à gauche (fig. 4) un mouvement angulaire de ce disque et, par conséquent, de l'axe N; les cylindres L tournent donc un instant et la bande de laiton est entraînée de la quantité voulue. Aussitôt que la bielle K remonte, le levier Q se relève, et desserre le sabot R; le disque O reste alors immobile et, par suite, la bande de laiton ne peut revenir en arrière. Quant au ressort S, il a seulement pour fonction de modérer la course ascendante de la bielle K.

T, T, petites poulies, à axes verticaux, placées en avant des cylindres L, L, à des distances inégales, et dans la gorge desquelles passe la bande de laiton qu'elles servent à guider; elles sont montées sur un support fixé à une console du bâti, mais pouvant cependant glisser horizontalement.

U, vis servant à faire glisser le support des galets T, pour régler la direction de la bande de laiton.

2° *Alimentation du fil de fer.* — V, came fixée sur l'arbre C (fig. 3), non loin de la came H, et commandant l'alimentation du fil de fer G.

W, levier oscillant en W′ (fig. 1 et 3), et portant sur la came V au moyen d'un galet dont est munie son extrémité antérieure recourbée en dessus.

X, bielle reliée, à son extrémité inférieure, au levier W, en un point qu'on peut faire varier de position au moyen d'une coulisse.

Y, autre levier oscillant en haut du bâti en un point Y′, et relié à l'extrémité supé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rieure de la bielle X au moyen d'une articulation à genou ; l'extrémité du grand bras de ce levier appuie sur un galet placé à la partie postérieure d'une pièce Z Z′, dite *alimenteur du fil*, à laquelle il transmet le mouvement de la bielle X.

Z Z′, alimenteur du fil, composé d'une fourche Z et d'un tasseau Z′ ne formant qu'une seule pièce, laquelle est maintenue en haut du bâti par une coulisse dans laquelle elle peut glisser de haut en bas et réciproquement ; c'est dans sa course descendante qu'elle entraîne le fil, lequel passe à frottement dans une rainure au fond de la fourche Z.

a, vis d'arrêt servant à limiter la course ascendante de l'alimenteur Z Z′, pendant laquelle le fil reste immobile.

Quant à la longueur de la course descendante, elle se règle au moyen de la coulisse qui réunit la bielle X au levier W.

b, couteau incliné, fixé à la fourche Z en un point autour duquel sa queue peut basculer de haut en bas, mais non se relever au-dessus de la position de la figure 2.

b′, ressort appuyant sur la queue du couteau *b*.

c, barillet contenant un ressort de rappel et portant, à sa circonférence, des dents engrenant avec une petite crémaillère disposée sur le côté de la fourche Z.

Quand, sous l'action de la came V et du levier W, la bielle X monte, l'alimenteur Z Z′ poussé par le levier Y accomplit sa course descendante. Pendant cette descente, le couteau *b* tendant à basculer par suite du frottement du fil de fer, mais ne le pouvant pas, mord sur ce fil, qui se trouve alors entraîné ; mais aussitôt que la bielle X redescend, le levier Y n'agissant plus sur l'alimenteur, celui-ci est ramené au point de départ par le ressort du barillet *c* qui s'est trouvé tendu pendant la descente. En même temps, par suite du frottement du fil de fer, le couteau *b*, pouvant céder au mouvement qui tend à le relever, n'a plus la force de mordre sur ce fil, et dès lors celui-ci reste au repos pendant que l'alimenteur remonte à son point de départ.

3° *Serrage du fil de fer par les mordaches.* — *d*, disque calé sur l'arbre moteur C, et portant à sa circonférence une came commandant le levier *e* (fig. 2 et 3).

e, levier oscillant en *e′* ; son extrémité inférieure est munie d'un galet qui roule sur le disque *d*, tandis que son extrémité supérieure agit, au moment voulu, sur la pièce *f f′*.

f, *f′*, pièce composée de deux parties constituant les mordaches entre lesquelles, dès qu'il a opéré sa descente, le fil de fer est pincé solidement de manière à rester dans une position invariable au moment où le flan de laiton doit y être rapporté.

Les deux parties *f*, *f′* glissent dans une coulisse, mais la seconde *f′* reste fixe une fois que sa position a été réglée au moyen d'une vis, tandis que la première va et vient constamment pour opérer le serrage, sous l'action du levier *e* qui la pousse tandis qu'un ressort produit son écartement.

Les mordaches proprement dites se composent de deux petits disques en acier, montés à vis de part et d'autre dans les deux parties *f*, *f′* (fig. 2) et portant des crans en regard l'un de l'autre, entre lesquels le fil est pincé ; chaque disque comprend huit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

crans également espacés sur la circonférence, en sorte que, lorsqu'il y a usure, il suffit d'opérer une rotation d'un huitième de tour pour que les mordaches agissent convenablement. Il va sans dire que ce changement ne peut se faire qu'en démontant la pièce *ff'*.

4° *Formation d'une creusure dans la bande de laiton; en même temps découpage du flan précédemment creusé et réunion de ce dernier au fil de fer par refoulement.*— *g,* bielle articulée au coude que l'arbre moteur C porte en son milieu (fig. 2 et 3); elle est réunie par un genou au piston *h*.

h, piston mû par la bielle *g* et portant, à son extrémité supérieure, les deux poinçons *i, i'*, chargés l'un de faire une creusure dans la bande de laiton F pour préparer le flan, et l'autre *i'* de découper ce flan, pour le réunir en même temps au fil de fer. Ce piston accomplit son mouvement de bas en haut et réciproquement, en glissant dans deux manchons *h', h',* boulonnés au bâti; en outre, pour empêcher qu'il ne tourne sur lui-même, il est guidé dans sa course au moyen d'une rainure pratiquée postérieurement suivant une génératrice, et dans laquelle glisse un taquet fixe qui y reste constamment engagé.

i, premier poinçon dit *poinçon presseur*; il est formé d'un petit cylindre en acier, chargé de presser la bande de laiton contre un goujon fixe placé en dessous de l'outil à découper *j*, pour y pratiquer la dépression ou *creusure* dans laquelle doit pénétrer le fil de fer lors du mouvement de progression suivant de la bande de laiton; une clavette qui traverse le piston *h* permet de régler à volonté le longueur du poinçon *i*.

i', deuxième poinçon cylindrique en acier, dit *poinçon découpeur,* dont l'axe est exactement placé dans le prolongement du fil de fer et dont le diamètre, plus petit que celui du poinçon *i*, présente juste la surface du flan à découper dans la bande de laiton. Lorsque cette dernière a subi l'action du poinçon *i* et que la creusure y a été pratiquée, le mouvement alimentaire des cylindres L la fait avancer, de manière que cette creusure vienne juste se placer dans l'axe du poinçon découpeur *i'*. Celui-ci, entraîné alors dans la course ascendante du piston *h*, soulève la bande de laiton en même temps que l'autre poinçon qui prépare une nouvelle creusure, et la refoule au travers du découpoir *j* que nous allons décrire.

La future tête de clou ou flan est donc découpée et du même coup rapportée au fil de fer, qui pénètre aussitôt dans la creusure et s'y écrase de manière à la remplir, grâce à l'action de refoulement qu'il subit et au serrage que les mordaches *f, f'* opèrent sur lui au même moment.

Ainsi que l'indique la figure 2, les deux petits disques montés à vis, qui constituent les mordaches proprement dites dont nous avons parlé plus haut, présentent en dessous une légère saillie formant collerette qui, au moment où l'extrémité de la tige de fer s'écrase dans la creusure du flan, pénètre dans le laiton et le refoule autour de cette tige.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

j, découpoir solidement fixé au-dessus du manchon supérieur h' (fig. 2); il est formé de deux plaques entre lesquelles est ménagée une fente transversale pour le passage de la bande de laiton, laquelle fente, perpendiculaire à l'axe du poinçon i', est en prolongement du plan tangent commun aux deux cylindres alimentaires L. En outre, et perpendiculairement à cette fente, est ménagée une ouverture cylindrique qui traverse de part en part les deux plaques et qui sert au passage du poinçon i'. C'est le découpoir proprement dit; et, à cet effet, cette ouverture est munie, immédiatement au-dessus de la bande de laiton, d'un disque annulaire en acier trempé, qui découpe instantanément le flan sous l'action du refoulement produit par le poinçon i'.

Une autre ouverture cylindrique, parallèle à la précédente, est ménagée pour le passage du poinçon i; mais elle ne traverse pas entièrement la pièce j, dont la plaque supérieure ne présente en dessous qu'un renfoncement, où la bande de laiton pressée vient recevoir sa creusure sous l'action du petit goujon qu'elle y rencontre et dont nous avons parlé.

Les deux poinçons i, i' agissant en même temps, la creusure du métal et le découpage d'un flan se produisent donc du même coup, et pour empêcher que la bande de laiton, par suite de la pression qu'elle vient de subir, ne reste collée contre la plaque supérieure du découpoir, une petite lame de ressort placée près du goujon la repousse aussitôt et lui permet ainsi d'obéir au mouvement de translation suivant que les cylindres L lui impriment. La quantité dont elle progresse chaque fois est, on le comprend, égale à la distance qui sépare d'axe en axe les deux poinçons i, i'; on la voit sortir de l'autre côté de la fente du découpoir j, en présentant une succession de trous marquant le nombre de flans qui y ont été découpés.

3° *Découpage du fil de fer et formation de la pointe du clou.* — k, k, leviers montés librement sur deux axes parallèles, autour desquels ils peuvent osciller (fig. 1 et 3).

k', entretoise réunissant les axes de rotation des leviers k, k.

l, l, cames mues par l'arbre moteur C, et commandant les leviers k au moyen de galets dont sont munies les extrémités inférieures de ces leviers; l'une de ces cames est placée sur la surface de droite de ce même disque d, qui commande les mordaches f, f' (voir plus haut); l'autre came est placée sur la surface de gauche d'un autre disque m, calé sur l'axe C, dans une position symétrique au disque d.

n, n, glissières fixées de part et d'autre aux extrémités supérieures des leviers k, et portant en regard l'une de l'autre les mâchoires o du coupe-pointe.

o, o, mâchoires du coupe-pointe (fig. 2), commandées par les leviers k; elles sont placées immédiatement au-dessous des mordaches et opèrent la section de la tige du clou, tout en formant la pointe, dès que le flan a été rapporté. Au moyen d'une disposition analogue à celle des disques des mordaches, ces mâchoires peuvent se renouveler, quand elles sont usées, en opérant sur elles une rotation d'un huitième de tour.

p, p, bagues de forme spéciale, montées symétriquement sur l'arbre C (fig. 1 et 3),

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour ramener en place les leviers k et opérer l'écartement des mâchoires du coupe-pointe.

6° *Mouvement pour détacher le clou et le pousser hors de la machine.* — q, levier oscillant en q'' et portant, à sa partie inférieure, un galet qui reçoit l'action d'une came placée à la circonférence du disque m (c'est ce même disque m que nous avons vu plus haut porter sur l'une de ses faces l'une des cames l).

q', ressort fixé, à sa partie inférieure, au bâti et agissant constamment sur la queue du levier q pour le ramener en position.

r, chasse-clou réuni à la partie supérieure du levier q; il se compose d'une règle glissant dans une coulisse et portant, à son extrémité (fig. 2), deux lames courbées, dont l'une, la supérieure, agit immédiatement au-dessous des mordaches pour détacher le clou, et dont l'autre, l'inférieure, repousse le clou pour le faire sortir de la machine.

7° *Obturation de l'orifice du découpoir de la bande de laiton.* — s, levier placé à côté du précédent r, et oscillant sur le même axe de rotation q''; muni d'un galet, il reçoit également son mouvement du disque m, au moyen d'une troisième came que porte ce disque.

s', ressort fixé à côté du ressort q', et agissant sur la queue du levier s pour le ramener en position.

t, petite lame de tôle réunie à la partie supérieure du levier s (fig. 2); l'action de ce levier est combinée de manière que la lame t vienne obturer l'orifice supérieur du découpoir aussitôt que le poinçon i se retire, de manière à empêcher l'introduction, dans cet orifice, des limailles produites par la section du fil de fer.

Les ébauches de clous, sortant de la machine, ont la forme indiquée par la figure 7 de la planche 409. Avant de leur faire subir la seconde opération, qui est l'emboutissage, ils sont placés dans un tonneau contenant du son, et soumis à un mouvement rotatif qui a pour effet de les nettoyer et de leur enlever les bavures de métal.

Récapitulation. — Pour faciliter la lecture du dessin de cette machine qui, à première vue, peut paraître un peu compliquée, malgré la simplicité et la régularité de ses mouvements, nous allons récapituler les principaux organes qui commandent les différentes fonctions que nous avons décrites.

Le levier I et la bielle K produisent l'alimentation de la bande de laiton; ils sont commandés par la came H.

Le levier W et la bielle X déterminent l'alimentation du fil de fer; ils sont commandés par la came V.

Le levier e fait mouvoir les mordaches qui serrent le fil de fer; il est commandé par le disque d.

Le piston h fait mouvoir le poinçon presseur et le poinçon découpeur; il est commandé par la bielle g montée sur le coude de l'arbre moteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux leviers K, K font mouvoir les mâchoires du coupe-pointe ; ils sont commandés par les disques *d* et *m*.

Le levier *q* fait mouvoir le chasse-clou ; il est commandé par le disque *m*.

Enfin le levier *s* commande l'obturation de l'orifice du découpoir ; il est également mis en mouvement par le disque *m*.

On voit que le disque *d* porte deux cames et le disque *m* trois.

2° *Machine à emboutir les clous* (planche 409).

Fig. 1. Section verticale de la machine suivant la ligne I, II de la figure 3.

Fig. 2. Élévation longitudinale partielle.

Fig. 3. Vue en dessus.

Fig. 4. Vue partielle de face de la gaîne porte-ébauches et de la pince qui y retient les clous.

Fig. 5. Section verticale faite par l'axe de la matrice à emboutir.

Fig. 6. Section verticale faite par l'axe du poinçon.

Fig. 7. Vue en élévation d'un clou à l'état d'ébauche.

Fig. 8. Section verticale faite par l'axe d'un clou sortant de la machine à emboutir.

Les figures 5 et 6 sont à l'échelle de moitié grandeur d'exécution, tandis que les figures 7 et 8 sont de grandeur d'exécution.

A, bâti de la machine ; il est porté sur deux pieds consolidés par des entretoises, et boulonnés sur le sol d'une manière invariable.

B, arbre moteur principal de la machine.

C, C′, poulie motrice et poulie folle.

D, volant.

E, came à deux saillies, fixée sur l'arbre B et imprimant un double mouvement de progression en avant au piston F, pour produire en deux fois l'opération de l'emboutissage.

F, piston emboutisseur, glissant horizontalement dans deux manchons faisant corps avec le bâti ; sa queue se termine par une fourchette, qui est traversée par un axe portant les trois galets G, G′, G′.

G, galet placé dans la fourchette du piston F et recevant l'action de la came E.

G′, G′, galets roulant sur deux surfaces plates du bâti, et facilitant le mouvement de translation du piston en avant ou en arrière.

H, H′, ressort à deux branches, dont l'une H′ est fixe et dont l'autre H, comprimée par la marche en avant du piston F, ramène ce piston en arrière en reprenant son écartement primitif dès que cesse l'action de la came E.

I, matrice fixée à l'extrémité antérieure du piston F, au centre d'un évidement où elle est retenue solidement au moyen d'une bague et de trois vis ; cette matrice, qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

porte en creux (fig. 5) la forme extérieure de la tête du clou, suit tous les mouvements du piston F.

J, poinçon fixé invariablement au bâti, de manière que son axe se trouve exactement dans le prolongement de celui de la matrice I. Il est percé, au centre, d'une ouverture qui le traverse longitudinalement de part en part et qui sert, d'une part, à l'introduction de la tige du clou et, de l'autre, au passage du chasse-clou.

K, L, vis et écrous servant à régler, au moyen de clavettes, la position du poinçon J.

M, plateau à rebord ayant la forme d'une aile de soufflet, et se terminant en avant par une sorte de gouttière; il oscille comme un balancier et reçoit les clous à l'état d'ébauches (fig. 7), c'est-à-dire tels qu'ils sortent de la machine précédente, après avoir toutefois passé au tonneau.

N, axe d'oscillation du plateau M; placé dans une position perpendiculaire à la direction du piston F, il est installé en haut d'un système de quatre colonnes montées deux à deux de chaque côté du bâti et réunies par deux règles à coulisses qui portent les collets dans lesquels il tourne.

O, gaîne verticale méplate à section rectangulaire, munie, sur sa face antérieure (fig. 4), d'une fente qui règne dans toute sa hauteur et se recourbant à la partie supérieure pour se réunir à la gouttière du plateau M; c'est dans cette gaîne que les têtes des ébauches, quittant le plateau, viennent s'engager au-dessus les unes des autres en passant leurs tiges par la fente, si bien qu'en regardant la gaîne de profil on croirait voir un grand peigne vertical à dents courtes et très-écartées.

O′, axe d'oscillation de la gaîne O, laquelle entraîne le plateau M et se meut autour de cet axe, comme une bielle rendue libre à son extrémité inférieure.

P, came opérant à la fois, dans son mouvement de rotation, l'évolution horizontale de la gaîne O apportant un flan au poinçon J, ainsi que son évolution verticale ascensionnelle; cette came est montée sur un arbre transversal P′ perpendiculaire à la direction du piston F.

Q, équerre fixée à la gaîne O par derrière, et sur laquelle agit la came P pour opérer le relèvement de cette gaîne.

R, ressort attaché, d'une part, au bâti et, de l'autre, à la gaîne O, pour ramener cette gaîne en arrière après son mouvement ascensionnel.

S, galet à axe horizontal, porté par une patte fixée au bâti et roulant derrière la gaîne pour la guider dans son ascension et pour limiter l'action de recul produite par le ressort R.

T, T, pince fixée à la gaîne O (fig. 4), et dont les deux branches recourbées par le haut peuvent osciller en T′, T′ autour de leur point d'attache; la colonne de flans descendue dans la gaîne O est soutenue par les extrémités inférieures de ces branches, entre lesquelles la tige du premier flan est engagée et que rapprochent sans cesse l'une de l'autre deux ressorts qui les sollicitent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

U, U, petits galets à axes verticaux, fixés aux extrémités des têtes recourbées des branches de la pince T T (fig. 3 et 4).

V, V, mentonnets de forme spéciale fixés au bâti (fig. 3); leurs courbes, en regard l'une de l'autre, sont calculées de telle sorte que, lorsque la pince T T amenée par la gaîne O s'engage entre eux, les petits galets U, U roulent contre ces mentonnets en produisant une pression qui détermine un serrage énergique de la pince sur la tige du flan qui y est engagée; ce serrage instantané permet à la gaîne O d'engager la tige de ce flan dans l'orifice du poinçon; puis les galets retrouvant un chemin plus large, les branches de la pince se desserrent aussitôt, ne conservant plus entre elles que le rapprochement produit par les ressorts qui les sollicitent, et qui est nécessaire pour soutenir la colonne de flans.

W, came calée à l'autre extrémité de l'arbre P′ qui porte la came P (fig. 2 et 3); cette came fait mouvoir le chasse-clou au moyen des leviers X, Y et de la bielle horizontale Z.

X, levier fixé, à son extrémité inférieure, au bâti en un point autour duquel il peut osciller; il est muni, à sa partie supérieure recourbée, d'un galet qui porte sur la came W.

X′, ressort appuyant constamment le galet du levier X sur la came W.

Y, petit levier fixé, en son milieu, au bâti en un point autour duquel il peut tourner et s'articulant, d'une part, au levier X et, de l'autre, à la bielle Z.

Z, bielle commandant le levier de retour *a*.

a, levier de retour, articulé sur le bâti et commandant, à son tour, le chasse-clou *b*; ce levier est visible en ponctué sur la figure 3.

b, tige horizontale du chasse-clou, glissant dans une ouverture du bâti (voir fig. 1), et s'amincissant pour passer dans le poinçon J, qu'il traverse entièrement suivant son axe.

c, *d*, *e*, roues dentées, dont la première est calée sur l'arbre moteur B du côté opposé à celui du volant; elles transmettent, au moyen de deux pignons superposés, le mouvement à l'arbre P′, qui porte les cames P et W, de manière que sa vitesse de rotation soit la même que celle de l'arbre principal.

Fonctionnement de la machine. — Supposons la gaîne O complétement descendue dans la position qu'indique la figure 1, position à laquelle correspond le retour à leurs points de départ respectifs du piston portant la matrice et du chasse-clou *b*.

L'arbre B étant mis en mouvement, la came P pousse horizontalement la gaîne O vers le poinçon J; immédiatement les galets U de la pince T s'engagent entre les mentonnets V, et la tige du dernier flan, fortement serrée, est introduite dans le poinçon par le mouvement même de la gaîne. Mais aussitôt, par suite de la rotation de la came P, qui n'a pas cessé de tourner, la gaîne est soulevée verticalement, ainsi que le plateau M, et le flan, dont la tige a été desserrée dès que les galets U ont trouvé une voie plus large, reste engagé dans le poinçon où le laisse la gaîne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dès que la gaîne se relève et laisse la place libre, le piston F s'avance vers le poinçon J et, grâce aux deux saillies de la came E, accomplit en deux fois son travail d'emboutissage sur la tête du clou qu'il rencontre au bout de sa course ; puis il se retire, et aussitôt la tige *b* fait son office et chasse vivement le clou hors du poinçon.

Pendant ce temps la gaîne accomplit ses deux autres évolutions, c'est-à-dire qu'elle revient en arrière sous l'action du ressort R, puis elle redescend par son propre poids en faisant osciller le plateau M, d'où l'on fait descendre dans la gaîne un nouveau flan pour remplacer celui qui est parti par le bas, et ainsi de suite.

Toutes ces opérations s'accomplissent dans un temps très-court, car la machine emboutit 70 clous par minute et pourrait même en emboutir davantage.

(M.)

ART DES MINES.

RAPPORT *fait par* M. CALLON, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* APPAREIL DE SURETÉ POUR LES PUITS DE MINES, *présenté par* M. MATHIEU (Amédée), *directeur des mines de Douchy, près Valenciennes (Nord).*

Messieurs, M. Amédée Mathieu, directeur de la compagnie des mines de Douchy, près Valenciennes (Nord), a présenté à la Société et vous avez renvoyé à l'examen de votre comité des arts mécaniques un appareil de sûreté, d'un système nouveau, susceptible d'être appliqué sur tous les puits de mines où l'extraction se fait au moyen de cages guidées.

Le système comprend essentiellement deux organes distincts :

Un parachute,

Un indicateur électrique.

Le parachute usité à Douchy se compose de quatre griffes fixées, deux à deux, sur des arbres en fer très-solides. Elles embrassent les faces opposées de deux guides en bois placés verticalement dans toute l'étendue de la fosse et boulonnés sur des traverses.

Les arbres sont liés par des leviers coudés à une tige principale, fixée à l'attache du câble d'extraction et supportant la cage par l'intermédiaire d'un gros ressort à boudin enroulé autour de cette tige.

Lorsque le câble est tendu fortement par le poids de la cage, le ressort à boudin est à son maximum de compression, la tige de suspension est au plus haut et les griffes sont écartées des guides.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La compression du ressort vient-elle à disparaître, soit accidentellement par une rupture du câble ou un déplacement des guides s'opposant à la descente de la cage, soit à la fin de la manœuvre lorsque la cage est posée sur les taquets de réception, la tige descend, fait tourner les arbres et rapproche les deux griffes correspondantes à une distance moindre que la largeur des guides. Ceux-ci sont donc pénétrés par les griffes et, si la cage est en mouvement, elle se trouve presque instantanément arrêtée.

On reconnaît, dans cette description sommaire, l'application du principe qui préside habituellement à la construction de ces parachutes, appareils employés pour la première fois, il y a vingt-cinq ans, aux mines de Decize (Nièvre), mais depuis lors extrêmement répandus et ayant reçu les dispositions de détail les plus variées.

C'est toujours une suspension par l'intermédiaire d'un ressort ou d'un système de ressorts, dont la détente, lorsque le câble ne supporte plus le poids de la cage, met en prise avec les guides, soit des coins de serrage, soit des griffes, soit des galets excentriques, agissant tantôt sur une seule face, tantôt symétriquement sur deux faces opposées de chaque guide.

Dans l'appareil de M. Mathieu les griffes agissent suivant ce dernier mode, qui a un avantage évident, en ce qu'il n'expose pas les guides et leurs traverses à être faussés ou rompus lorsque le parachute fonctionne; mais ce parachute a, comparativement à plusieurs autres systèmes, par exemple aux galets excentriques, cet inconvénient qu'à l'action initiale du ressort qui met les griffes en prise avec les guides ne vient pas ultérieurement s'ajouter le poids même de la cage pour augmenter la pénétration.

Sans insister plus longtemps sur ce point, je ferai remarquer que l'appareil électrique dont il nous reste à parler est indépendant de ces détails, et applicable à tout parachute dont le jeu dépend de la détente d'un ressort.

Voici en quoi consiste cet appareil : dans une boîte fixée à l'un des montants de la cage se trouve une sorte de fourche métallique, dont les deux branches peuvent, lorsqu'elles sont poussées en avant, venir s'appliquer sur deux barreaux en fer galvanisé installés parallèlement aux guides, et fermer ainsi le circuit d'un appareil électrique placé dans la chambre de la machine.

Dans l'état ordinaire, cette fourche est rappelée en arrière par un petit ressort à boudin; mais, au moment où le grand ressort du parachute fonctionne, la tige de suspension, dans son mouvement relatif, agit sur des leviers qui viennent pousser la tête de la fourche et mettre les deux pointes en contact avec les barreaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque la cage est employée à faire circuler des hommes, on peut disposer les choses de manière qu'ils aient à la main la manœuvre de la fourche ou bien d'un galet spécial remplissant le même rôle que cette fourche.

Le petit appareil ci-dessus semble appelé à rendre divers services dans un puits de mine.

Ainsi il permet d'obvier aux accidents qui se présentent quelquefois lorsque le parachute fonctionne hors de propos, c'est-à-dire sans rupture de câble, soit à cause d'une déviation accidentelle des guides, soit lorsque les taquets de réception sont faits aux accrochages supérieurs et arrêtent la cage à la descente.

Il arrive encore, au moment de l'enlevage ou vers la fin de la manœuvre, lorsque le mécanicien change trop brusquement la vitesse de la machine, que, sous l'influence combinée de l'élasticité du câble et de l'inertie de la cage, le parachute entre en prise et arrête la cage descendante. Ces diverses circonstances sont immédiatement signalées au mécanicien, qui peut aussitôt arrêter sa machine, empêcher ainsi le déroulement du câble sur la cage suspendue, et, en battant en arrière, dégager le parachute.

Quand il s'agit de cages qui descendent ou remontent les ouvriers, le système permet à ceux-ci de se mettre instantanément en communication avec le mécanicien et de donner tout signal convenu plus rapidement et plus commodément qu'avec les sonnettes ordinaires. Cela peut être commode, par exemple, pour les visites des préposés aux réparations de la colonne du puits.

Le comité des arts mécaniques a vu avec intérêt cette addition aux usages déjà si variés et chaque jour plus nombreux de l'électricité.

Il a donc l'honneur de vous proposer de remercier M. A. Mathieu de sa communication et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société, avec un dessin de son appareil.

Signé J. Callon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 10 *juillet* 1868.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 410 REPRÉSENTANT L'APPAREIL DE SURÊTÉ POUR LES PUITS DE MINES DE M. A. MATHIEU.

Fig. 1. Élévation de la cage dans un plan vertical parallèle à celui qui passerait par les guides du puits.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 2. Autre élévation dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 1.

Fig. 3. Section verticale suivant un plan parallèle à celui de la figure 1.

Fig. 4. Vue en dessus, le chapeau de la cage étant enlevé.

Parachute.

A, cage se mouvant dans le puits entre les deux guides B.

B, guides en bois verticaux, régnant dans toute la hauteur du puits et boulonnés de distance en distance sur des traverses.

C, C, fourches fixées verticalement l'une au-dessus de l'autre de chaque côté de la cage et embrassant les guides B; il y en a deux de chaque côté.

D, griffes, au nombre de quatre, fixées deux à deux aux extrémités des arbres E des deux côtés de chaque guide.

E, E, arbres parallèles portant les griffes D; ils traversent de part en part la cage et peuvent tourner sur eux-mêmes.

I J, I J, leviers coudés réunissant les arbres E, E qu'ils commandent à une tige principale fixée à l'attache du câble de suspension.

F, tige de suspension de la cage; elle est entourée (fig. 3) d'un fort ressort à boudin.

G, petits ressorts à boudin, au nombre de quatre, fixés deux à deux d'une part à chaque coude des leviers I J, et d'autre part à des points fixes de la cage; ces ressorts ont pour but de favoriser le jeu des leviers et, par conséquent, des griffes.

On comprend, par suite de ces dispositions, que, lorsque le câble de suspension est tendu par le poids de la cage, le ressort de la tige F est comprimé et les leviers I J sont relevés, de telle sorte que les griffes D sont éloignées des guides B. Mais s'il vient à se produire une rupture du câble, ou bien si la cage est arrêtée par quelque obstacle, la tige F redescend, le ressort qui l'entoure se détend, et instantanément le jeu des leviers I J fait mordre fortement les griffes sur les guides.

La course de la tige F est de 7 à 8 centimètres.

Indicateur électrique.

K, boîte boulonnée sur l'un des montants de la cage (3 et 4).

L, fourche métallique, disposée horizontalement dans la boîte K et présentant ses deux pointes hors de la boîte, en regard de la face du guide voisin B; cette fourche peut se déplacer d'arrière en avant et réciproquement.

M, tige de commande de la fourche L, fixée dans l'axe de cette fourche et sortant à l'arrière de la boîte; elle est entourée d'un ressort à boudin attaché, d'une part, à la boîte et buttant, d'autre part, contre un collet de la tige.

N, levier fixé d'équerre à l'extrémité inférieure de la tige de suspension F.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

O, second levier fixé à la cage et articulé à son point d'attache; il est chargé de transmettre à la tige M et, par conséquent, à la fourche L le mouvement du levier N.

Supposons maintenant un appareil électrique disposé dans la chambre du mécanicien; supposons également qu'en regard des pointes de la fourche L soient fixés, sur toute la longueur du guide B, deux barreaux en fer galvanisé; lorsqu'il y aura rupture du câble, la tige de suspension F descendant brusquement, en même temps que le parachute fonctionnera, les pointes de la fourche L, poussées contre les barreaux en fer du guide par les leviers N et O, établiront la fermeture du circuit, et la sonnerie électrique sera mise en mouvement. Il suffira de relever la tige F pour que la fourche L, rappelée en arrière par le ressort de sa tige de commande M, cesse de toucher les barreaux du guide B; le circuit sera alors interrompu et la sonnerie deviendra muette.

La figure 1 représente une autre disposition qui rend la sonnerie indépendante du fonctionnement du parachute, et permet à un ouvrier de la mettre lui-même en mouvement chaque fois qu'il le juge nécessaire.

Dans cette figure les barreaux aimantés sont fixés au guide sur la face opposée à celle qui regarde la cage.

P, levier à fourche, articulé sur l'un des montants de la cage; les deux extrémités de la fourche sont munies de galets de contact.

Q, chaîne de manœuvre du levier P.

R, ressort de rappel du levier.

On voit qu'il suffit de tirer la chaîne Q pour établir le contact et, par conséquent, déterminer le départ de la sonnerie.

Dans l'une et l'autre disposition, les barreaux en fer galvanisé fixés sur l'un des guides ont toujours leurs raccords en communication l'un avec l'autre au moyen d'un fil en spirale prêt à se dérouler en cas de disjonction, de manière que le circuit ne soit pas interrompu. (M.)

ENGRAIS.

RAPPORT *fait par* M. HERVÉ MANGON, *au nom du comité d'agriculture, sur la fabrication et l'emploi de l'*ENGRAIS ANIMAL PHOSPHATO-CHLORURÉ *de* M. le docteur BOUCHERIE, *dans la ferme de la Chapelle-du-Rocq (Aisne), appartenant à* M. GROUALLE.

Messieurs, l'attention de la Société a été appelée, au commencement de l'année dernière, sur un procédé imaginé par M. le docteur Boucherie pour utiliser, comme engrais, les animaux morts ou abattus dans les campagnes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Groualle, ancien président de l'ordre des avocats à la Cour de cassation, gendre de M. le docteur Boucherie, a fait l'application de ce procédé dans la ferme de la Chapelle-du-Rocq, qu'il possède et qu'il exploite près de Château-Thierry (Aisne). C'est dans cette propriété que votre comité d'agriculture a pu étudier la fabrication de l'engrais proposé par M. le docteur Boucherie, et son action sur quelques plantes de grande culture.

Vous savez, Messieurs, avec quel soin l'agriculture recherche aujourd'hui les matières fertilisantes, dont l'action peut s'ajouter à celle du fumier de ferme; vous comprenez, dès lors, combien il importe de faciliter au cultivateur l'emploi de certaines substances excessivement fertilisantes, mais trop souvent perdues aujourd'hui par suite de la répugnance qu'inspire leur manutention ou de la difficulté réelle que présente leur emploi.

Parmi les matières dont il s'agit figurent, pour une part importante, les débris des animaux morts ou abattus dans les campagnes. La valeur, comme engrais, de ces débris a été bien souvent signalée, et nous avons tous présents à l'esprit les importants travaux de notre célèbre collègue M. Payen sur ce sujet; il serait vraiment inutile d'insister ici sur un fait si bien établi. Je rappellerai seulement qu'on abat, en France, 150000 chevaux par an et que la maladie ou les accidents font périr, en outre, un nombre considérable d'autres animaux domestiques impropres à la consommation.

Dans le voisinage de plusieurs grandes villes, à Paris surtout, les chevaux morts sont transformés en engrais. Près des chantiers d'équarrissage se sont établies des usines qui soumettent à la cuisson tous les débris non utilisés autrement. On extrait une certaine quantité de graisse, on dessèche le résidu et on le transforme en produits qui sont vendus comme engrais, soit sans mélange, soit plus ordinairement après l'addition de phosphates minéraux, et quelquefois aussi, il faut bien l'avouer, de matières absolument sans valeur pour l'agriculture.

Les cultivateurs qui achètent ces produits, même les meilleurs, ont nécessairement à débourser les frais de fabrication qui ne laissent pas d'être considérables, le bénéfice légitime du fabricant ou des marchands intermédiaires, et enfin les frais de transport par chemin de fer qui rendent impossibles les expéditions à grandes distances, malgré les fortes réductions généreusement consenties par les compagnies sur leurs tarifs obligatoires.

Dans les campagnes, les choses se passent autrement; les animaux morts

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sont généralement enfouis sans qu'on cherche à les utiliser, trop heureux s'ils ne sont pas abandonnés à la surface du sol, au grand danger de la salubrité publique.

On ne saurait donc assez applaudir aux efforts des savants et des propriétaires qui cherchent les moyens de rendre facile et sans dégoût l'emploi, comme engrais, des débris animaux.

Le procédé de M. le docteur Boucherie, si honorablement connu par ses travaux sur la culture, et l'application de ce procédé chez M. Groualle, ont semblé à votre comité très-dignes de vous être signalés.

M. le docteur Boucherie s'est proposé surtout de rechercher une méthode applicable dans toute ferme de quelque importance; il évite la dessiccation et la pulvérisation mécanique du produit, opérations toujours très-coûteuses, et se borne à fabriquer un liquide fertilisant, d'un répandage facile, et une sorte de pulpe que l'on mélange sans peine avec des phosphates minéraux pulvérisés, avec du plâtre cuit ou toute autre matière poreuse et pulvérulente.

L'opération que votre comité a vu exécuter à la ferme de la Chapelle-du-Rocq est fort simple : les animaux morts sont dépouillés de la peau. Les intestins sont enlevés et enfouis avec de la terre et de la chaux dans une fosse où la masse se transforme en terreau. Tout le reste du corps est dépecé en morceaux du poids de 5 à 6 kilog. que l'on place dans une cuve en bois doublée de plomb d'une capacité de 3 mètres cubes environ, contenant de l'eau et 400 kilog. d'acide chlorhydrique (1). On porte la masse à l'ébullition à l'aide d'un jet de vapeur amené de la chaudière de la locomobile de la ferme par un tube de plomb. La dissolution et la désagrégation sont complètes après cinq ou six heures d'ébullition (2).

---

(1) M. Chevallier fils a pris deux brevets d'invention, en dates du 8 mars 1853 et du 24 mai 1853, pour l'emploi de l'acide chlorhydrique pour la conservation du sang et des débris des animaux morts. Les procédés décrits dans ces brevets consistent à mêler de l'acide chlorhydrique au sang ou à immerger les débris dans le même acide, puis à soumettre les produits à la dessiccation dans une étuve ou autrement, et enfin à réduire la matière en poudre pour l'expédier aux acheteurs. Des échantillons de sang et de viandes ainsi préparés ont figuré aux expositions de 1855 et de 1867. Ce procédé diffère essentiellement de celui de M. Boucherie, on le signale seulement ici pour rappeler que les propriétés antiseptiques de l'acide chlorhydrique ont été reconnues et décrites dès 1853 par M. Chevallier fils.

(2) A défaut d'une chaudière de locomobile, on peut employer une petite chaudière de 1 ou 2 hectolitres de capacité. M. Groualle a fait établir chez un de ses amis un appareil de ce genre, qui permet de chauffer à l'ébullition, en une heure et demie, une cuve de 1000 kilog.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quand on opère sur des animaux morts depuis longtemps, ou ayant été atteints de certaines maladies, la cuisson développe une odeur extrêmement désagréable. M. le docteur Boucherie parvient à éviter ce grave inconvénient en jetant dans la cuve quelques fragments *compactes* de peroxyde de manganèse. Le dégagement de chlore a lieu très-lentement, et suffit pour faire disparaître toute odeur gênante.

Lorsque la cuve est refroidie, on sépare la graisse qui vient nager à la surface et on décante le liquide clair auquel on ajoute 200 kilog. de phosphate minéral en poudre pour neutraliser en partie l'excès d'acide chlorhydrique. Le liquide ainsi saturé est conservé et répandu ultérieurement sur la terre en temps utile.

Au fond de la cuve se trouve une pulpe brunâtre, où n'existe plus aucun fragment discernable. Cette pulpe peut être enlevée à la pelle, égouttée dans des paniers, puis séchée à l'air et conservée comme engrais, ou bien mélangée immédiatement avec des phosphates minéraux et du plâtre cuit pulvérisés qui la transforment en une masse sèche, pulvérulente, facile à répandre sur les champs, à la pelle ou au semoir.

Un échantillon du liquide remis par M. Groualle dosait 1,28 pour 100 d'azote. La matière animale égouttée contenait 6,43 pour 100 du même corps. On conçoit, du reste, que la composition de ces produits doit varier beaucoup suivant le degré d'égouttage de la pulpe ou de concentration des liquides (1).

---

(1) Voici, sous la réserve qui précède, les résultats des analyses faites au laboratoire de l'École des ponts et chaussées des échantillons remis par M. Groualle.

	ENGRAIS liquide.	MATIÈRE ANIMALE égouttée.	MATIÈRE ANIMALE, chair et os, égouttée et séchée à l'air.
1° Produits volatils et combustibles :			
Eau	79.60	16.75	19.01
Matières volatiles et combustibles non compris l'azote	9.37	27.27	62.70
Azote	1.28	3.90	8.74
2° Cendres :			
Résidu insoluble dans les acides	1.62	16.85	1.45
Bases précipitées avec l'acide phosphorique	4.36	20.02	3.96
Acide phosphorique	2.38	8.20	3.06
Acide carbonique, sels solubles et produits non dosés	1.39	7.01	1.08
	100.00	100.00	100.00

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Passons au calcul du prix de revient des engrais ainsi fabriqués.

M. Groualle s'est entendu avec un ouvrier équarrisseur qui se charge d'amener à la ferme les animaux morts ou à abattre. Cet ouvrier vend la peau à son profit et reçoit 6 fr. 50 par tête de gros bétail dépecé et placé par morceaux dans la cuve. Dès cette année, on a opéré sur trois cents animaux. Le traitement de dix chevaux entraîne, d'après M. Groualle, les dépenses suivantes :

Valeur des animaux dépecés.	65,00
400 kilog. acide chlorhydrique rendus en gare à Château-Thierry.	21,60
200 kilog. phosphate fossile pulvérisé à 4 fr. 70 les 100 kilog.	9,40
Chauffage.	3,00
Main-d'œuvre.	5,00
Frais généraux.	10,00
	114,00

On obtient de chaque opération :

1° 60 à 70 kilogrammes de graisse qui est vendue ;

2° 1 500 litres de liquide ;

3° 700 kilogrammes de matières animales désagrégées et égouttées.

Les matières animales désagrégées sont mélangées avec 700 kilogrammes de phosphate en poudre valant 32 fr. 90 et avec 700 kilogrammes de plâtre cuit coûtant 7 francs. La main-d'œuvre du mélange coûte 5 francs. On obtient donc, en définitive, moyennant une dépense de 159 francs, d'une part, 1 500 litres d'engrais liquide et, d'autre part, 2 100 kilogrammes d'engrais pulvérulent. Ces deux quantités d'engrais réunies renferment environ, en moyenne, 64,2 d'azote. Ce qui met le kilogramme d'azote, déduction faite de la valeur des phosphates, à un peu plus de 2 francs, chiffre un peu inférieur à la valeur de ce corps dans la plupart des engrais commerciaux analogues à celui qui nous occupe.

Les engrais dont on vient d'indiquer le mode de préparation exercent sur la végétation, ainsi qu'on pouvait le prévoir, une action très-énergique. Votre commission a visité un champ de colza qui présentait une magnifique apparence au printemps et qui a fourni 30 hectolitres de graine à l'hectare, bien qu'on en ait beaucoup perdu au moment de la récolte qui a été faite lorsque la maturité était trop avancée. Des betteraves ont donné 40 000 kilogrammes à l'hectare. Le sol de ces deux pièces de terre est, d'ailleurs, de qualité assez médiocre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voici quelques renseignements comparatifs donnés par M. Groualle au sujet de sa récolte de foin de 1868, année très-sèche comme on sait :

	RÉCOLTE PAR HECTARE.		
	1re coupe.	2e coupe.	Total.
Prairie fumée à l'engrais Boucherie.	635 bottes	800 bottes	1435 bottes.
— au guano.	500 —	633 —	1133 —
— au fumier de ferme.	366 —	477 —	843 —
— sans engrais.	225 —	300 —	525 —

Quelle sera, à la longue, l'influence de ces additions répétées de chlorure de calcium sur les champs? Tout porte à penser qu'elle ne sera pas sensible, mais l'expérience pourra seule prononcer à cet égard. Dans tous les cas, M. Groualle considère avec raison le fumier de ferme comme la base de son exploitation, et il se propose de demander seulement aux engrais animaux le supplément de matières fertilisantes que sa terre pourra réclamer. Il pense à l'avenir employer chaque année, par hectare, le produit du traitement de 3 chevaux 1/3 environ.

En résumé, M. le docteur Boucherie a indiqué un moyen applicable dans toutes les fermes pour transformer en engrais d'un répandage facile les débris des animaux abattus, trop souvent perdus dans les campagnes. D'un autre côté, M. Groualle a donné le premier l'exemple de l'emploi de l'application en grand de ce procédé.

Votre comité d'agriculture a été d'avis que M. le docteur Boucherie et M. Groualle ont entrepris des recherches d'une véritable utilité, et en conséquence il a l'honneur de vous proposer :

1° De remercier MM. Boucherie et Groualle de leur importante communication;

2° D'ordonner l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin* de la Société (1).

Signé Hervé Mangon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 23 *avril* 1869.

---

(1) M. le docteur Boucherie a publié sur le sujet que traite le rapport un mémoire qu'on trouvera au *Bulletin* de 1868, 2e série, t. XV, p. 613.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BEAUX-ARTS APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE.

RAPPORT *fait par* M. LEMAIRE, *au nom de la commission des beaux-arts appliqués à l'industrie, sur les résultats obtenus dans* L'ENSEIGNEMENT DU DESSIN PAR L'EMPLOI DU PERSPECTOMÈTRE *de* M. GÉLIBERT, *rue d'Enfer*, 47.

Messieurs, vous avez chargé votre commission des beaux-arts appliqués à l'industrie de vous faire connaître son avis sur les résultats obtenus par M. Gélibert, dans son atelier, rue d'Enfer, 47, par l'emploi de l'instrument qu'il nomme perspectomètre, pour faciliter l'enseignement du dessin (1). Avant de m'expliquer sur ce sujet, je tiens à vous faire connaître la méthode d'enseignement suivie dans toutes nos écoles de dessin.

Les premières études du dessin, d'après la bosse ou d'après nature, sont toujours longues et difficiles; aussi, de tout temps, a-t-on cherché des moyens de simplifier le travail des élèves.

De nombreuses études ont été faites sur les proportions des statues antiques, sur celles de l'homme comparées entre elles, et elles ont donné lieu à des ouvrages de proportion dont on s'est depuis beaucoup servi.

On y divise la tête en quatre parties; on divise la hauteur de l'homme en sept longueurs de tête. Cette manière d'agir est trop absolue, car la nature a d'infinies variétés; cependant les commençants, sans être astreints à ces règles d'une manière absolue, ont besoin d'aide à leur début. C'est ce que M. Gélibert a compris, et il a adopté un procédé qui donne aux commençants de grandes facilités et économise beaucoup leur temps.

En effet, aux débuts des élèves dans les écoles de dessin, on leur donne à copier les détails de la tête, puis des mains, des pieds, des ornements, des gravures, etc. Ces études exigent un temps assez long, une année au moins, avant que l'élève puisse passer au dessin de la ronde bosse qui constitue la deuxième classe. Il entre ensuite dans la première classe, où se font les études pour les peintres et les sculpteurs d'après le modèle vivant.

(1) Voir le premier rapport fait par M. Benoît, et inséré au *Bulletin* de 1865, 2e série, t. XII, p. 590.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tel est le programme de nos académies de province dirigées, la plupart, par des professeurs qui ont acquis leur titre à la suite d'un concours.

Beaucoup d'élèves sortis de ces écoles viennent alors, comme pensionnaires de leurs départements, perfectionner à l'École impériale de Paris leurs études, qu'ils terminent, en général, à l'âge de 24 ans.

Il s'agit maintenant d'examiner le système adopté par M. Gélibert.

Son procédé consiste en un cadre directeur et un carton *perspectométrique* proportionnel.

L'élève place son papier sous le cadre proportionnel, qui est divisé, tant horizontalement que verticalement, en parties égales de 100 sur 80, et obtient, à l'aide des chiffres placés sur ces deux divisions, des points de repère exacts sur toute la surface de son modèle.

Le dessinateur, placé ainsi à environ $1^{m},50$ de son modèle, le perspectomètre à la main, le bras étendu sans effort, obtient la grandeur toujours réduite du modèle.

Ces dispositions mathématiques ont pour but de supprimer tout le temps d'étude que les élèves consacrent ordinairement à la première année, et c'est en vue d'abréger le temps aux jeunes élèves sortis principalement des classes ouvrières que cette méthode est employée.

Plusieurs spécimens de dessins, exécutés par des élèves de 10 à 16 ans, m'ont été présentés. Je me suis assuré que, à l'aide de cette méthode, les élèves parvenaient à voir juste et bien, et j'en ai été fort satisfait.

Je pense, en conséquence, que ces procédés peuvent rendre d'utiles services, et qu'il serait bon de s'en servir dans les écoles élémentaires de dessin.

Votre commission vous propose donc de remercier M. Gélibert de sa communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé LEMAIRE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 mai 1869.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ÉLECTRICITÉ.

DE L'INDUCTION ET DE SES APPLICATIONS A LA CONSTRUCTION DES APPAREILS ÉLECTRO-MÉDICAUX, PAR M. F. P. LE ROUX,

Membre du Conseil. (*Suite.*) (1)

II.

Des appareils électro-médicaux fondés sur l'induction.

32. — Les divers appareils mis en usage jusqu'à ce jour ne présentent pas dans leurs effets de différences bien tranchées, ou que du moins la pratique ait pu sûrement apprécier ; il n'y a donc pas lieu de fonder sur ces effets une classification des appareils. La plus naturelle est celle qui les groupe d'après la nature de la force primitive que l'on met en œuvre; nous sommes amenés ainsi à les partager en deux classes :

A. — Appareils dans lesquels on dépense de la force mécanique pour produire un courant induit, auquel on fait induire ensuite son propre circuit, ou un autre voisin ; ces appareils sont fondés sur le mouvement relatif d'un circuit et d'un aimant, on les appelle *magnéto-électriques*.

B. — Appareils dans lesquels on demande à une action électro-chimique le courant qui doit induire son propre circuit ou un autre voisin ; je propose de les appeler *rhéo-électriques*.

Cette distinction n'a d'ailleurs d'autre raison d'être que de faciliter l'étude de ces appareils, en rapprochant les uns des autres ceux qui présentent des organes similaires.

A.

Appareils magnéto-électriques.

33. — Le premier appareil magnéto-électrique proprement dit fut construit en France, dès 1832, par un constructeur d'instruments de physique au nom duquel s'attache une certaine célébrité, Pixii. Cet appareil n'était pas destiné à des usages médicaux. Nous le décrirons cependant, au moins dans ses organes principaux, parce que le jeu de tous les autres appareils du même genre est à peu près le même.

(1) Voir le cahier d'avril, p. 202.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'appareil de Pixii est représenté par la figure 17 ; AB est un fer doux recourbé en forme de fer à cheval et sur lequel s'enroule un fil de cuivre isolé dont les extrémités sont en XY ; cet électro-aimant est fixe. En face de lui, est situé un aimant permanent dont les pôles se voient en C et D. Cet aimant est entraîné par un axe vertical MN, sur lequel est monté un pignon I auquel une roue K communique le mouvement ; une manivelle L sert à mettre l'appareil en action.

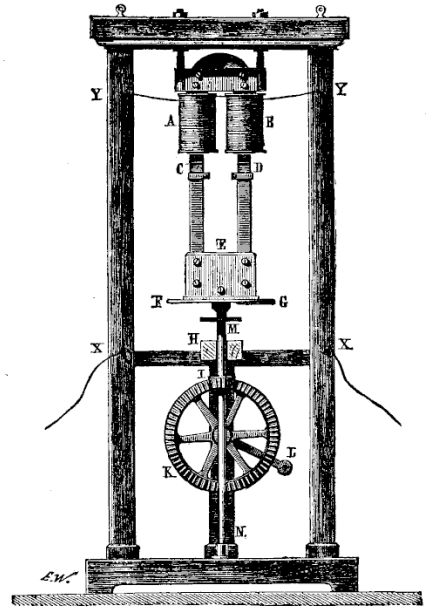


Fig. 17.

Comme on le voit, les pôles C et D de l'aimant permanent s'approchent et s'éloignent alternativement des extrémités de l'électro-aimant ; il s'induit donc dans le fil de celui-ci un courant qui change de sens à chaque demi-tour. Dans l'appareil original de Pixii, une sorte de came placée en G avait pour fonction de manœuvrer un commutateur, qu'en raison de sa complication nous n'avons pas représenté ici ; il suffit de dire que cette partie de l'appareil avait pour fonction de diriger le courant induit toujours dans le même sens. La machine de Clarke nous donnera ci-après un exemple d'un organe plus simple et mieux approprié à ces fonctions.

On reproduisait à l'aide de l'appareil de Pixii tous les effets des courants, chaleur, lumière, décompositions chimiques, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

34. — Pour nous rendre compte de l'effet de la disposition qui vient d'être décrite, figurons (fig. 18) les projections A et B des bobines de l'électro-aimant et des pôles N et S de l'aimant sur le plan que décrivent ceux-ci dans leur mouvement de rotation, celle-ci étant supposée s'effectuer dans le sens indiqué par les flèches.

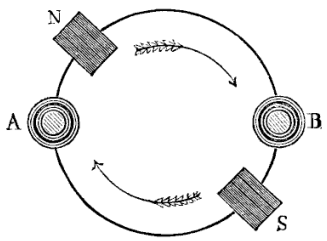


Fig. 18.

Le pôle N s'éloigne de la bobine A; le pôle S s'en rapproche; comme ces deux pôles sont de noms contraires, leurs actions sur la bobine A conspirent.

Elles conspirent de même sur la bobine B, mais le courant engendré dans cette bobine est inverse de celui qui prend naissance dans la bobine A; pour que ces courants s'ajoutent, il n'y a qu'à faire communiquer, d'une manière convenable, les fils qui sont enroulés sur les bobines; il suffit d'ailleurs pour cela que, si on suppose le fer à cheval redressé, le fil se trouve enroulé dans le même sens sur les deux branches.

L'action inductrice est minimum lorsque les pôles sont à égale distance des deux bobines, mais elle n'est pas nulle. Au moment où les pôles sont très-près des bobines, l'action est beaucoup plus grande, elle atteint son maximum lorsque les pôles se trouvent en face des bobines; mais à ce moment l'induction change de sens, parce que le mouvement qui rapprochait chacun des pôles de la bobine devant laquelle il passe l'en éloigne alors.

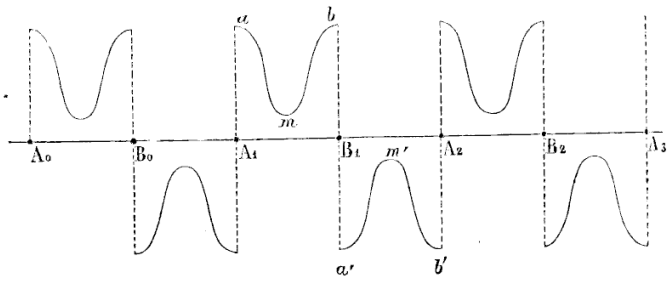


Fig. 19.

La courbe des intensités du courant peut donc être représentée comme dans la figure 19 où la distance A_0B_0 représente le temps qu'un même pôle met à passer de la bobine A à la bobine B, et ainsi de suite.

En réalité, le passage d'un arc positif $a\ m\ b$ à l'arc négatif $a'\ m'\ b'$ qui le suit ne s'opère pas aussi brusquement que cela est indiqué ici; cela tient à ce que les extrémités des aimants et des bobines ne sont pas des points mathématiques, et possèdent même des dimensions transversales relativement considérables et à ce que le courant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour changer de sens doit nécessairement passer par zéro. Nous reviendrons ci-après sur cette question.

35. — Remarquons immédiatement, quoique ceci soit étranger à l'appareil de Pixii que, si on faisait agir sur un deuxième circuit le courant engendré, on obtiendrait un induit, lequel serait un induit du second ordre par rapport à l'induction magnétique, et dont la distribution serait celle indiquée par la figure 20.

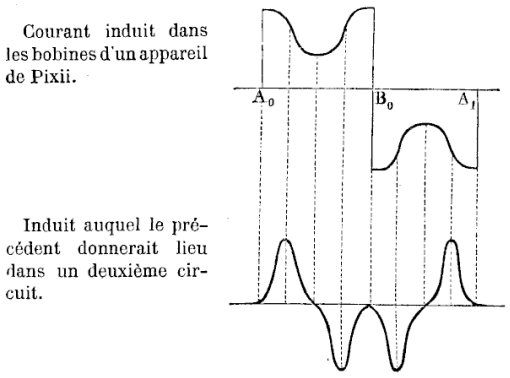


Fig. 20.

Nous ferons remarquer que la courbe supérieure est une représentation idéale de l'intensité du courant induit par les variations de distance des bobines et des aimants, et telle qu'on l'obtiendrait en ne tenant compte que de l'influence de cette circonstance; cette courbe offre une forme parfaitement symétrique. Mais ce courant variable pouvant induire un second circuit induira le sien propre, de telle sorte que dans ce cas pour avoir plus approximativement la vraie courbe des intensités du courant des bobines il faudrait ajouter algébriquement les ordonnées de la courbe supérieure et celles de la seconde réduites dans un certain rapport. Le résultat final serait de détruire la symétrie et de déplacer les minima comme s'il y avait un retard.

36. — *Appareil de Saxton.* — On reconnut bien vite qu'il n'était pas utile, et qu'il était peut-être même nuisible, de rendre l'électro-aimant aussi massif que le faisait Pixii, tandis qu'il fallait augmenter, le plus possible, la puissance de l'aimant permanent. Il devenait alors plus commode de laisser le second fixe et de rendre le premier mobile. C'est ce que fit Saxton, qui rendit l'appareil de Pixii plus près d'être portatif, en plaçant l'aimant horizontal, le laissant fixe et faisant mouvoir l'électro-aimant ou bobine induite autour d'un axe parallèle au plan de l'aimant.

C'est encore le principe de Pixii que nous retrouverons dans l'appareil suivant, qui tout en offrant une disposition moins heureuse au point de vue théorique n'en a pas moins commencé le succès des appareils d'induction dans les applications médicales.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

37. — *Appareil de Clarke.* — Il y avait un moyen de rendre l'appareil encore moins encombrant, sans lui faire perdre notablement de sa puissance : c'était de placer l'aimant vertical et de faire mouvoir l'électro-aimant autour d'un axe horizontal XX′ (fig. 21), de façon que ses extrémités effectuassent leur révolution dans un plan parallèle aux branches de l'aimant permanent.

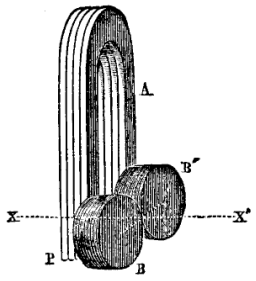


Fig. 21.

Telle est la disposition réalisée par Clarke et représentée dans la fig. 22. L'aimant permanent est en E ; l'axe autour duquel se meut l'électro-aimant est représenté en *oo′′*. Cet axe porte un pignon sur lequel passe une chaîne à la Vaucanson, entraînée par une grande roue G, que l'on met en mouvement au moyen d'une manivelle M.

L'électro-aimant n'est plus, comme dans l'appareil de Pixii, un même morceau de fer doux recourbé en fer à cheval : ce sont deux bobines distinctes B et B′ (fig. 23), dont les noyaux de fer doux sont réunis, d'un côté, par une traverse de même matière V, et de l'autre par une seconde traverse d'une

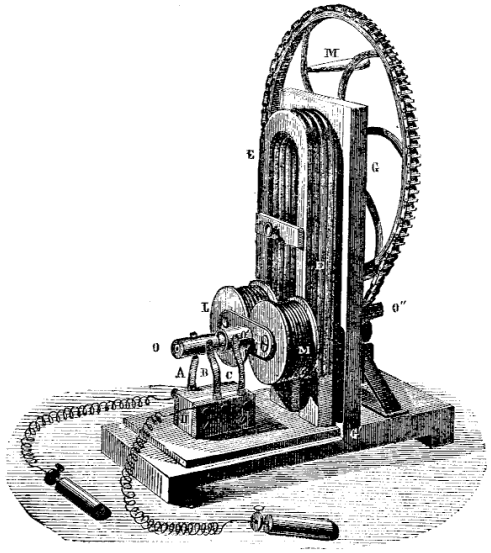


Fig. 22.

matière non magnétique. Cette disposition est équivalente à celle d'un électro-aimant formé d'une seule masse, mais elle est plus facile à réaliser et moins encombrante.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'analyse des courants produits par ce dernier appareil est la même que pour l'appareil de Pixii ; les courants changent de sens à chaque demi-révolution des bobines. Quand on veut avoir un courant qui soit toujours de même sens, il faut interposer entre la bobine et le lieu où l'on veut utiliser l'électricité un appareil auquel on donne le nom de *redresseur des courants,* et aussi de *commutateur.*

Voici la description de cette pièce dans l'appareil de Clarke (fig. 23) : un manchon J formé d'une matière isolante est monté sur l'une des extrémités de l'axe autour duquel sont entraînées les bobines ; deux demi-cylindres métalliques, o et o', laissant entre eux deux légers intervalles diamétralement opposés, sont appliqués sur ce manchon. Chacun d'eux communique d'une manière permanente avec une des extrémités du fil des bobines ; deux ressorts b et c sont constamment appliqués sur ces demi-cylindres. On voit que par la rotation du système, chacun d'eux vient successivement se mettre en contact avec chacun des deux ressorts. Cela posé, si en ce moment le sens du courant est tel que l'indique la flèche placée en b, et si, à l'instant où ce sens changera à l'intérieur des bobines, c'est la lame o qui vient en contact avec le ressort b, on voit que le courant conservera la même direction dans ce ressort, et par conséquent dans le circuit extérieur $m\,p\,n$.

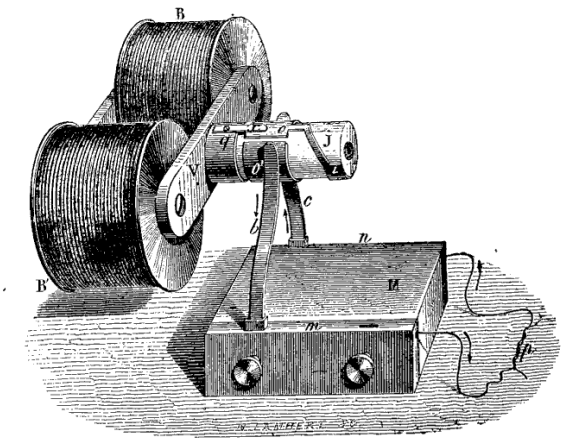


Fig. 23.

38. — Quand on veut manifester des effets physiologiques, on peut recueillir les courants sans les redresser, mais les effets sont encore peu énergiques. On augmente l'énergie de la secousse en mettant à profit l'intensité d'un extra-courant finissant que l'on fait naître par l'artifice que voici.

Les plaques métalliques m et n (fig. 23) communiquant, je suppose, avec les conducteurs que l'on voit représentés dans la fig. 22, et le circuit étant fermé par une portion quelconque du corps humain, si on vient à faire communiquer entre eux par un arc métallique les deux demi-cylindres o et o', le circuit se fermera de préférence par ce chemin dont la résistance est extrêmement plus faible que celle d'une partie quelconque de notre corps, et celui-ci ne recevra presque rien ; de plus, le courant dans les bobines aura l'intensité maximum qu'il puisse acquérir pour la vitesse donnée

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la machine, puisque la résistance extérieure sera à peu près nulle. Si on vient alors à interrompre la communication métallique entre les deux demi-cylindres *o* et *o'*, l'intensité du courant sera réduite presque à zéro en raison de la grande résistance du trajet offert par le corps humain, et il s'induira dans la bobine un courant de rupture dont l'intensité, comme on le sait, est très-grande, parce que sa force électromotrice est considérable ; il emprunte d'ailleurs à sa faible durée une qualité physiologique nouvelle.

Cet extra-courant sera d'autant plus fort que le courant dont la rupture sert à l'engendrer sera lui-même plus puissant ; c'est donc vers l'instant de la coïncidence des pôles et des bobines que cette interruption devra se produire.

Toutes ces conditions se réalisent évidemment en adaptant à la plaque *m* un second ressort analogue au ressort *b* et qui vient porter sur le segment cylindrique *i*, lequel communique lui-même avec le demi-cylindre *o*.

39. — *Appareil de Page.* — Quand on approche ou qu'on éloigne un contact de fer doux des extrémités polaires d'un aimant permanent on détermine dans ses branches des variations de magnétisme : on peut s'en servir pour induire un circuit, c'est ce qu'a fait le physicien américain qui a donné son nom à l'appareil que nous allons décrire.

A cet effet, il a entouré de bobines d'un fil long et fin les extrémités des branches d'un aimant permanent ; au moyen d'une vis de rappel mue par une manivelle D (fig. 24), on peut avancer cet aimant plus ou moins près d'un contact de fer doux E F

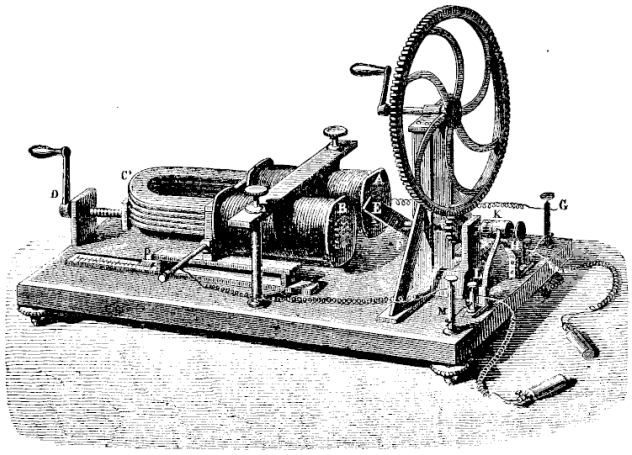


Fig. 24.

monté perpendiculairement sur le même axe qu'un pignon auquel une roue dentée communique un mouvement assez rapide. C'est un moyen de graduer l'intensité des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

courants produits. Ceux-ci se recueillent comme dans la machine de Clarke, par un commutateur monté sur le même axe que le contact; on lui adjoint un interrupteur K du même genre que celui qui vient d'être décrit et qui est disposé pour la production d'un extra-courant destiné aux actions physiologiques.

Dans l'appareil représenté ci-contre (1), la position de ce commutateur peut se régler relativement à celle du contact, de manière à permettre d'obtenir le maximum d'effet, et à étudier quelques circonstances de la production des courants induits.

Il faut remarquer que dans l'appareil de Page, pour une révolution complète du contact, on a quatre courants induits changeant alternativement de sens, tandis que dans les appareils précédents, qui se rapportent au type Pixii, il n'y en avait que deux.

Appareil de Dujardin. — Construit sur les mêmes principes que le précédent.

40. — *Appareil de MM. Breton frères.* — Son principe est aussi le même que celui de l'appareil de Page, mais ce fut l'un des premiers appareils facilement transportables qui aient été mis au service de la pratique médicale (fig. 25).

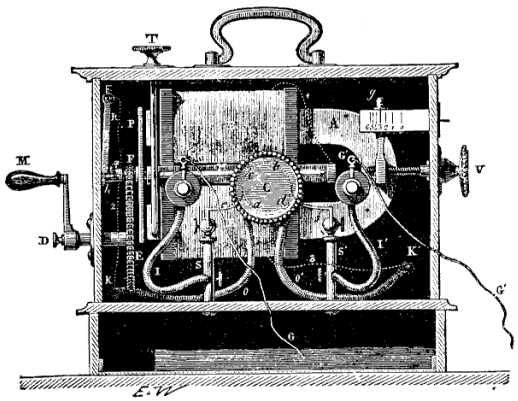


Fig. 25.

Les moyens de graduation sont les mêmes que dans l'appareil de Page.

MM. Breton, à l'exemple de M. Duchenne, enroulent deux hélices autour des branches de l'aimant permanent ; la plus extérieure est formée d'un fil plus fin et plus long que celui de l'autre, et on peut à volonté utiliser les courants induits qui se développent dans l'une ou l'autre de ces deux hélices, et dans les effets desquels on peut constater certaines différences. Nous examinerons de plus près cette question à propos de l'appareil de M. Duchenne.

(1) Construit par M. Ruhmkorff pour le cabinet de l'École Polytechnique ; la figure en est empruntée au *Cours de physique* de M. Jamin, ainsi que celle de l'appareil de Clarke et de l'inducteur différentiel de Dove.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

41. — *Appareil de M. Gaiffe.* — C'est à la fois une machine de Saxton et de Page; ou encore si l'on veut, un appareil de Page dans lequel on a remplacé le contact par l'électro-aimant de Clarke (fig. 26).

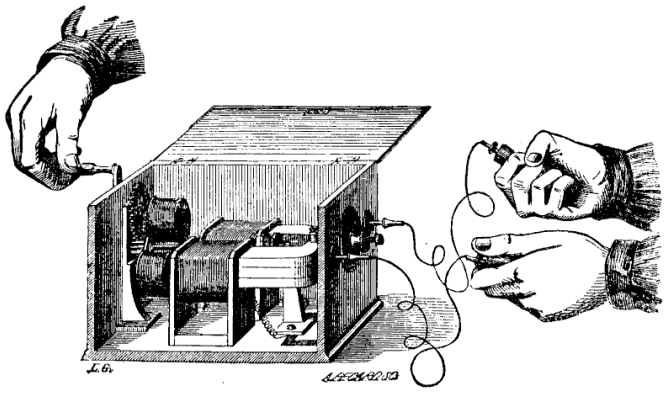


Fig. 26.

Le principal mérite du constructeur de cet appareil a été de comprendre que les aimants ayant une force relative d'autant plus grande que leur poids était moindre, tandis que les forces inductrices croissent rapidement à mesure que les distances diminuent, il y avait tout avantage à diminuer les dimensions des appareils quand on recherche plutôt la tension que la quantité.

Ainsi l'aimant de l'appareil représenté ci-contre ne pèse que **1/2** kilogramme, et porte environ **5** kilogrammes. Les hélices de l'armature sont formées d'un fil de $\frac{2}{10}$ de millimètre de diamètre, et d'une longueur de **170** mètres environ. Celles de l'aimant sont formées par **280** mètres du même fil.

M. Gaiffe estime que les hélices de l'armature fournissent environ les deux tiers de l'effet et celles de l'aimant un tiers seulement.

Les courants de l'armature changent deux fois de sens pendant une révolution de l'axe qui la porte, tandis que ceux des bobines enroulées sur l'aimant en changent quatre fois; les maxima des deux premiers peuvent d'ailleurs être considérés comme concordant avec deux des maxima des seconds; et on fait en sorte, par une disposition des fils, que les sens des courants concordent. Comme les courants changent de sens dans les bobines de l'aimant avant de changer dans celles de l'armature, leurs effets vont s'entre-détruire en partie à un certain moment, à moins d'un commutateur chargé de les redresser isolément en temps utile; mais ce serait introduire une complication extrême et complétement inutile, car les courants produits sont utilisés par un interrupteur du genre de celui que nous avons décrit à propos de la machine de Clarke. Cet interrupteur ne fonctionne qu'au moment du maximum des courants de l'arma-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ture, parce que c'est à ce moment qu'on a établi la superposition additive des deux courants.

L'appareil possède d'ailleurs un redresseur du courant analogue à celui de Clarke, mais qui n'a d'autre usage que donner la même direction aux deux décharges qui s'opèrent à chaque tour; cette direction est indiquée par des signes placés sur les bornes qui servent d'attache aux conducteurs; c'est d'ailleurs un soin qu'on ne saurait trop recommander aux constructeurs, car il peut se faire que le sens des décharges ne soit pas indifférent, et on doit prendre à tâche de fournir aux praticiens toutes les facilités possibles pour tenir compte de cette distinction.

L'appareil de M. Gaiffe a été favorablement apprécié par tous les auteurs qui ont écrit sur la matière, et notamment par M. A. Becquerel (1).

42. — *Appareil de M. Duchenne.* — Cet appareil est sans contredit le plus complet de tous les appareils de ce genre; les ressources qu'il offre pour la graduation des effets et les moyens de les varier sont nombreuses, quelques-uns ont pu même paraître superflus; cependant on ne saurait prononcer, sans trop de circonspection, sur l'identité de l'économie intime de ces phénomènes compliqués que nous n'apprécions que dans leur ensemble. D'ailleurs, il faut bien reconnaître que les efforts de cet auteur n'ont pas été sans influence sur le perfectionnement des petits

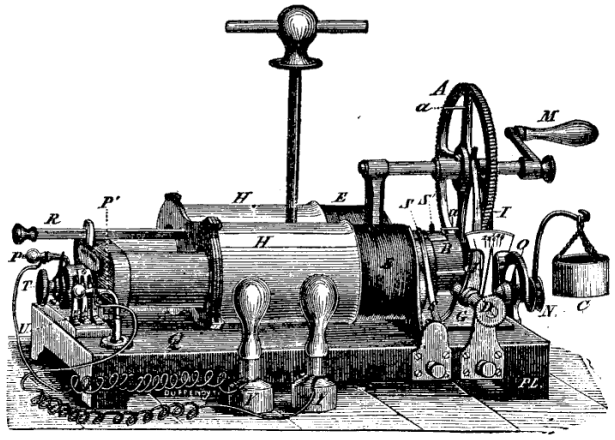


Fig. 27.

appareils que la pratique médicale peut aujourd'hui mettre à l'étude, et qui s'offrent à elle en foule dans des conditions à peu près égales.

Cet appareil que l'auteur appelle *magnéto-faradique* est représenté par la figure 27;

(1) A. Becquerel, *Traité des applications de l'électricité à la thérapeutique*, 2e édition, Paris, Germer Baillière, 1860.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nous n'entrerons pas dans le détail de toutes les pièces qui le composent, nous renverrons pour ce sujet, à la description qu'en donne M. Duchenne dans son ouvrage (1). Nous en esquisserons seulement la description théorique.

C'est un appareil de Page dont l'aimant est fixe, l'armature mobile, les hélices multiples, l'interrupteur simple, double ou quadruple, et où l'intensité des courants peut, toutes choses égales d'ailleurs, être graduée par deux chemises de cuivre.

L'aimant est formé de deux branches cylindriques parallèles, reliées entre elles au moyen d'une traverse de fer doux par celle de leurs extrémités qui est opposée à l'armature ; il est complétement fixe.

L'armature est une masse de fer doux pouvant faire, au maximum, 16 tours par seconde, ce qui produit 32 intermittences d'aimantation, et par conséquent 64 courants induits pendant le même temps.

Cette armature peut être rapprochée ou éloignée des pôles de l'aimant au moyen d'une vis de réglage N portant un indicateur qui se meut devant un cadran divisé. Quand l'appareil n'est pas en fonction, on peut, au moyen d'un levier agissant sur la tête de cette vis, exercer sur l'armature une traction qui est mesurée par des poids dont on charge un petit vase C. Cette complication me paraît inutile et d'un effet bien incertain.

Sur chacune des branches de l'aimant est enroulée une première hélice formée de 24 mètres d'un fil de cuivre d'un demi-millimètre de diamètre puis une seconde formée de 600 mètres d'un fil de $\frac{1}{6}$ de millimètre. Les deux gros fils forment un système que nous appellerons avec l'auteur *première hélice,* les fils fins un autre système que nous appellerons *deuxième hélice*. Les extrémités du fil de la première hélice aboutissent aux ressorts *s* et *s'* du rhéotome B ; celles du fil de la deuxième hélice à certaines bornes et au commutateur des hélices U, qui permet de lancer à volonté dans un même conducteur les courants de l'une ou de l'autre des hélices.

En D se trouve une vis que l'auteur appelle le *régulateur des intermittences ;* elle a pour effet de faire basculer un ressort I, de manière à le mettre en contact, tantôt avec deux goupilles *a* portées par la grande roue, tantôt avec la plaque G ; enfin par un ensemble de communications dans le détail desquelles nous ne saurions entrer, on peut produire à volonté, une, deux ou quatre interruptions par tour de l'armature.

Les solutions de continuité qui se font sur le rhéotome n'ont lieu que dans le gros fil enroulé immédiatement sur l'aimant fixe. Le long fil fin (fil de la deuxième hélice) n'a aucune communication avec ce rhéotome.

43. — On peut, à volonté,

1° Recueillir l'extra-courant produit à une, à deux ou à quatre des interruptions

(1) Duchenne, *De l'électrisation localisée,* etc., 2e édition, Paris, J. B. Baillière, 1861.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

coïncidant avec les maxima de l'induction magnétique qui se produisent à chaque tour de l'armature de tout appareil de Page. Dans le cas d'une ou de deux interruptions, on a des courants de même sens; dans le cas de quatre, ils sont alternativement de sens contraires (1) ;

2° Suspendre toute interruption du rhéotome, le circuit de la première hélice restant ouvert; on n'a alors que des effets insignifiants dans la deuxième hélice;

3° Suspendre toute interruption du rhéotome, le circuit de la première hélice restant fermé ; le résultat est le même ;

4° Laisser fonctionner le rhéotome de la première hélice, et on recueille alors dans le circuit de la seconde des courants dont les effets seraient, d'après M. Duchenne, notablement différents de ceux de l'extra-courant.

44. — M. Duchenne a attribué les effets particuliers qu'il observe dans sa deuxième hélice, à l'action de courants dont la distribution et l'intensité seraient différentes de celles des courants qui sont induits dans la première hélice. D'autres personnes, au contraire, ont pensé que les deux hélices ne différaient que par la longueur du fil. Je suis porté à croire que ce qui a manqué à l'idée de M. Duchenne c'était d'être étayée par un raisonnement précis, mais qu'elle est cependant en grande partie juste, au moins dans le cas de son appareil magnéto-faradique.

On peut regarder comme avéré que dans tous les appareils magnéto-électriques de petites dimensions les alternatives d'aimantation et de désaimantation ne suffisent pas pour produire des courants capables de donner des commotions, et cela quelle que soit la vitesse des armatures ou des bobines, quelle que soit aussi la longueur du fil des bobines induites; tandis que la rupture du courant vers l'instant où son intensité est maximum en produit d'énergiques. Cela tient simplement à ce que le décroissement d'intensité qui a lieu au moment d'une rupture est beaucoup plus rapide que la plus rapide désaimantation que nous puissions produire par des mouvements de rapprochement ou d'éloignement opérés mécaniquement (2).

---

(1) Les 1er, 2e, 3e et 4e sont inégaux en intensité; les plus forts sont ceux de deux en deux qui correspondent à la variation d'aimantation dans le sens de la désaimantation. C'est là un fait d'expérience générale; il semble que la désaimantation se fasse plus rapidement que l'aimantation.

(2) On peut se demander comment il se fait qu'un extra-courant ne soit pas produit au moment où la bobine de Clarke, par exemple, passe devant un pôle d'aimant, puisqu'à cet instant le courant change brusquement de sens ainsi que nous l'avons dit ci-dessus; et il semble qu'un changement de sens de ce genre doive être bien plus efficace qu'une interruption. Mais c'est que le changement brusque de sens représenté par la courbe n'est qu'une fiction ; en réalité ce changement est relativement rapide mais non brusque, parce que ce ne sont pas des points mathématiques qui passent l'un devant l'autre, les dimensions relativement considérables des bobines et des aimants font que l'action dé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cela posé, quand nous interrompons le courant au moment de son maximum, c'est comme si nous interrompions un courant constant, et il se produit un extra-courant dont nous avons déjà donné la courbe plus haut; nous la reproduisons ici (fig. 29).

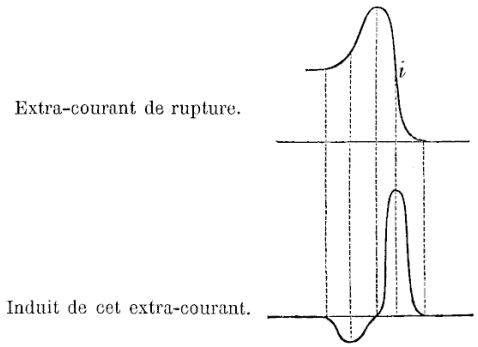


Fig. 29.

Il semblerait que les arcs qui se coupent au point B (fig. 28) sont dans d'excellentes conditions de forme pour donner naissance à des courants induits intenses. Cela est vrai, mais il ne faut pas perdre de vue que l'unité de temps est ici représentée par une longueur très-courte, à tel point que si nous voulions représenter l'intervalle de temps A_0B_0 avec la même unité que nous avons employée par exemple dans la figure 8 pour

---

croît à partir d'un certain moment, pour croître ensuite. Or le décroissement qui s'opère réellement aux environs de B_0, si rapide qu'il soit, est encore très-lent relativement au retour à l'état naturel d'un circuit que l'on interrompt.

La figure 28 montre dans la courbe inférieure quelle doit être la véritable distribution de l'intensité des courants dans une bobine de Clarke.

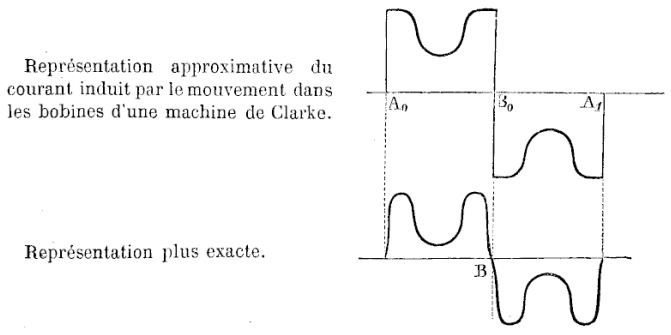


Fig. 28.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

représenter la cessation d'un courant interrompu, il faudrait donner à $A_0 B_0$ une longueur plusieurs centaines de fois plus grande. On voit qu'ainsi étalée la courbe du courant de la bobine n'offrirait qu'une sinuosité insensible par rapport à celle d'un courant de rupture, par exemple.

On comprend facilement d'après cela que la variation mécanique ne puisse donner que des induits peu sensibles par rapport à ceux que fournit l'interruption du courant par rupture du circuit.

Si au contraire on met cet extra-courant en présence d'un circuit sur lequel il puisse agir comme inducteur, il y détermine le courant induit représenté (fig. 29). Sa partie négative est peu marquée, mais il n'en est pas de même de sa partie positive; celle-ci pourra posséder une intensité plus grande, et surtout présenter une variation plus brusque que l'extra-courant lui-même, et par conséquent être différenciée de celui-ci par ses effets sur l'organisme.

45. — Cette conclusion est évidemment hors de conteste dans le cas où le circuit de la seconde hélice n'est soumis qu'à l'influence de la première. Mais en doit-il être de même quand la deuxième hélice se trouve comme la première en présence de l'aimant dont les variations d'intensité déterminent l'aimantation?

Nous commencerons par faire remarquer que la deuxième hélice contenant dans son circuit le corps humain, dont la résistance est très-grande, l'induction due aux variations d'intensité de l'aimant, n'y développe qu'un faible courant; que ce courant n'étant d'ailleurs pas soumis aux interruptions du rhéotome, il n'y aura pas dans ce fil d'extra-courant sensible, de telle sorte que je ne puis voir aucune condition qui puisse apporter un trouble appréciable dans les effets de l'induction opérée sur la deuxième hélice par l'extra-courant de la première.

Telle est, à mon sens, la véritable manière d'envisager les phénomènes dans le cas des appareils magnéto-électriques ; l'effet inducteur de l'extra-courant de la première hélice doit être la cause prédominante de ce qui se passe dans la deuxième.

46. — Maintenant, en est-il de même dans les appareils rhéo-électriques à deux hélices, dont la bobine de Ruhmkorff est le type, et dans lesquels on a l'habitude de considérer la bobine à fil long comme induite directement par le faisceau de fer doux qui se désaimante? A mon avis, le rôle de la première hélice n'est pas seulement d'aimanter le fer doux, et l'extra-courant qui s'y développe au moment de son interruption a une action très-importante sur les effets que l'on constate dans la deuxième. Il me semble que l'action du fer doux doit s'épuiser en partie sur la première hélice comme elle s'épuiserait sur une chemise conductrice ; ce qui paraît le prouver, c'est l'influence énorme que produit, sur les effets obtenus dans la seconde hélice, la manière dont s'opère l'interruption du courant aimantant. J'ai reconnu (1) que, pour une force

(1) J'ai signalé ces faits sans en rechercher l'explication dans mon mémoire sur la vitesse du son, *Annales de chimie et de physique*, 4e série, t. XII, p. 345.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

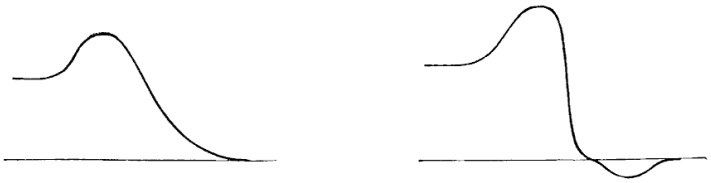
de courant donnée, si l'interruption est trop rapide, les étincelles de tension diminuent; d'un autre côté, elles diminuent aussi si l'interruption est trop lente : rien n'est plus facile avec un peu d'habitude que d'arriver, en faisant l'interruption à la main entre deux fils de platine, à faire cesser à volonté la production des étincelles, par excès de vitesse ou de lenteur de la séparation.

Si, en effet, l'interruption est trop rapide, l'extra-courant n'a pas le temps de passer, il se produit, dans la première hélice, une décharge reflexe qui neutralise son effet sur la seconde. Si, au contraire, la rupture est trop lente, l'arc voltaïque qui se forme entre les deux surfaces laisse passer, avec l'extra-courant, le courant de la pile, de telle sorte que la loi de diminution du courant de la première hélice n'accuse plus une diminution aussi rapide; le courant primitif n'éprouve pas une cessation brusque, mais une diminution d'intensité qui se trouve réglée par l'accroissement de résistance de l'étincelle à mesure que les deux conducteurs s'écartent. L'intensité de l'induction, dans la deuxième hélice, dépend de la chute de l'extra-courant; elle est d'autant plus grande qu'au point d'inflexion i (fig. 29) la tangente à la courbe est plus près d'être perpendiculaire à l'axe des temps.

47. — D'après cela, la véritable condition du succès de l'appareil de Neef, amené à un si haut degré de perfection par M. Ruhmkorff, consisterait dans une certaine congruence de la loi d'accroissement de la résistance de l'étincelle du trembleur pendant son évanouissement avec celles de la désaimantation du fer doux et de la production de l'extra-courant. C'est la seule manière de s'expliquer l'observation que j'ai faite qu'il est impossible (avec des appareils d'une certaine grandeur) d'obtenir des étincelles induites (au moins d'une force déterminée) en produisant l'interruption entre des métaux autres que le platine ; le cuivre, l'argent, le mercure, donnent des résultats d'autant plus mauvais qu'ils sont plus volatils.

C'est aussi de cette manière que je m'explique l'effet réellement merveilleux du condensateur dont l'emploi a été imaginé par M. Fizeau; en diminuant l'étincelle parce

Fig. 30.



Extra-courant sans le condensateur.

Extra-courant avec le condensateur.

qu'il donne un écoulement différent à l'électricité de l'extra-courant, il ôte toute incertitude à la loi de sa production, et en même temps il en hâte la fin.

Les deux courbes de la figure 30 offrent la représentation de ce que doit être l'extra-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

courant suivant qu'on emploie ou non le condensateur de M. Fizeau. C'est comme on sait un condensateur à très-grande surface qui est en communication permanente avec les extrémités du fil de l'hélice inductrice. Lorsque le courant est dans son plein établissement ce condensateur est chargé proportionnellement à la tension de la pile employée. Au moment où le circuit commence à être interrompu, le condensateur se décharge à travers la bobine inductrice en donnant un courant du même sens que celui de la pile, ce qui retarde la naissance de l'extra-courant. Pendant ce temps l'interrupteur a fait du chemin, l'étincelle est arrivée à sa période d'évanouissement, le courant de la pile est donc anéanti ; mais l'extra-courant trouve cependant à s'écouler : il est en partie neutralisé par la décharge inverse du condensateur, ce qui précipite sa chute ; bientôt il arrive même à charger le condensateur, passe par zéro et présente une période négative correspondant à la décharge inverse de ce condensateur. Cette décharge inverse peut, ainsi que le fait remarquer M. Jamin, contribuer à anéantir plus rapidement l'aimantation du fer doux, ce qui est encore une circonstance favorable.

Comme on le voit, mon explication se fonde surtout sur la loi de décroissement de l'extra-courant ; celui-ci devant tomber plus rapidement quand on utilise le condensateur de M. Fizeau induit alors dans la seconde hélice un courant d'intensité maxima plus considérable, et par conséquent d'une plus grande tension.

Il ne faut pas croire d'ailleurs que l'on puisse vraisemblablement séparer l'action inductrice de l'extra-courant de celle de la désaimantation, ces deux ordres de phénomènes doivent marcher ensemble, au moins pour un fer doux dont la force coercitive soit négligeable, ce qui paraît être le cas des paquets de fils employés par les constructeurs dans les bobines d'induction ; il est bien évident aussi qu'en précipitant le décroissement de l'extra-courant on doit précipiter aussi la désaimantation, car l'extra-courant est lui-même une cause d'aimantation.

En résumé, il me paraît rationnel de rechercher surtout dans la distribution de l'extra-courant, l'explication des effets produits dans la deuxième hélice de tous les appareils de ce genre.

(*La fin au prochain cahier.*)

ASSOCIATION POLYTECHNIQUE.

DISCOURS PRONONCÉ DANS LA SÉANCE DE DISTRIBUTION DES PRIX, PAR M. DUMAS, SÉNATEUR.

« Messieurs, après trente-sept années d'une existence marquée par des succès considérables, signalée par des services sérieux et pleine de souvenirs illustres ou touchants, l'Association polytechnique se prépare à prendre un nouvel essor.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Fille de l'École polytechnique par ses fondateurs, par sa méthode, par son but, par ses professeurs, par son nom, elle prétend rester digne de sa mère par la dignité de son enseignement, par son amour désintéressé pour la vérité, par son culte pieux pour la patrie.

« Elle n'oublie pas son éminent président, Perdonnet, dont la voix aimée passionnait ces séances, et dont la parole ardente, s'adressant aux sentiments les plus hauts, provoquait les aspirations les plus saines. Son éloquence naturelle faisait vibrer dans les âmes ces graves pensées, qui rendent aux maîtres l'abnégation facile et le devoir léger, et qui montrent aux élèves le travail et la persévérance, comme les seuls moyens de s'élever avec dignité dans la vie.

« L'Association a perdu en lui un chef dévoué, tous les membres un ami sincère, tous ses élèves un protecteur sérieux. Sa mémoire demeurera parmi nous, non-seulement l'objet d'un long souvenir, mais celui d'un culte.

« En plaçant cette cérémonie sous la protection de cette image vénérée, dont je n'avais pas besoin de raviver les traits dans vos cœurs fidèles, je ne fais que répondre à votre émotion ; car, en entrant dans votre enceinte, chacun de vous s'étonnait de ne plus voir Perdonnet, et le cherchait à cette place qu'il a si longtemps et si noblement occupée, élevant au-dessus de tous sa tête blanchie par l'âge et les travaux.

« Permettez que je regrette d'avoir été choisi pour lui succéder. Parmi vos maîtres, combien méritaient mieux cet honneur et surtout combien il était naturel de laisser son héritage entre les mains expérimentées et dévouées de son collaborateur et de son ami, M. Martelet ! En déclinant cette tâche, il m'a permis du moins de compter sur son concours cordial, dans l'intérêt de l'œuvre commune. Je l'en remercie en votre nom et au mien.

« Au moment de vous faire connaître les vues qui animent votre conseil et les projets qu'il forme, permettez que j'évoque le souvenir des fondateurs de ces cours réguliers pour l'enseignement populaire des sciences, au point de vue professionnel, que notre Association continue : l'illustre Poncelet, à Metz, avec Bergery et Bardin ; à Lyon, Tabaraud, directeur de l'école Lamartinière ; à la Rochelle, de Grandval ; à Nevers, Morin.

« Mais saluons surtout avec une profonde reconnaissance le premier en date, Charles Dupin, qui formulait en **1816**, il y a cinquante-trois ans, en termes auxquels il ne faut rien changer, le but et les conditions de ce nouvel enseignement

« Il a le droit d'être fier de sa conception : le bien qu'en ont retiré les élèves a réalisé toutes ses espérances ; le zèle et le dévouement persévérant des maîtres les ont surpassées.

« C'est un beau spectacle à offrir au monde, en effet, que de lui montrer **200** professeurs et **20 000** élèves, réunis chaque année, n'ayant entre eux d'autres liens que le sentiment pur de la science ; les uns voulant que leur savoir fructifie, et le répandant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sans compter; les autres, avides de le recueillir et ne pouvant donner en échange à leurs maîtres qu'une affection reconnaissante.

« Oui ! Voici une institution qui s'est fondée et qui a vécu tout un âge d'homme, sans asile, sans matériel, sans ressources propres, par la seule puissance d'une idée bien formulée.

« Enseigner les sciences appliquées aux jeunes gens de la classe industrielle, à « l'heure où finit le travail des ateliers ! »

« Mais combien cette idée est féconde !

« Enseigner les sciences appliquées ! A quoi bon, disait-on aux époques déjà éloignées, il est vrai, où la géologie n'existait pas, où la machine à vapeur était inconnue, la chimie dans l'enfance, à ces époques où l'électricité, la lumière le magnétisme étaient, dans les mains de l'homme, des jouets ou des forces stériles?

« Au siècle présent, au contraire, quoi de plus nécessaire? Le savant n'est-il pas un industriel qui manie des forces et qui invente des idées neuves ou des produits nouveaux pour la satisfaction pure de l'esprit? L'industriel n'est-il pas un savant qui met en mouvement les mêmes forces et qui façonne les mêmes produits pour la satisfaction pratique de nos besoins?

« Où s'arrête la science, où commence l'application? La différence ne tient-elle point à l'homme plutôt qu'à la doctrine? Le savant prend ses données dans la nature ; il les contrôle, il les combine, il les discute et il en fait jaillir une vérité nouvelle. L'industriel employant les mêmes méthodes de contrôle, de combinaison et de discussion, fait, à son tour, jaillir des mêmes données un profit social, en se rendant compte de la dépense. La vérité scientifique et la vérité pratique ne diffèrent donc pas, si ce n'est en ce point que l'une demeure une pure jouissance intellectuelle, que l'autre devient pour l'homme un instrument de puissance ou de bien-être. Mais le savant et l'industriel ont également besoin de fuir l'erreur, d'approcher la vérité et de la voir en face, sinon l'un s'égare et l'autre se ruine.

« A mesure que le siècle marche, nous voyons donc s'effacer les caractères qui séparaient, il y a quarante ans, l'usine, soumise à sa routine séculaire et le laboratoire, essayant son installation indécise.

« Mais, aujourd'hui, le fabricant qui, avec le minimum de dépense, vise à obtenir le maximum d'effet, met à profit, pour le moindre détail comme pour le principe même de ses opérations, le concours de la science la plus élevée. Quand on visite une usine bien conduite, on peut se croire au milieu du laboratoire le plus correct.

« Aujourd'hui, de son côté, le savant veut avoir à sa disposition toutes les matières, toutes les forces et pouvoir les mettre en relation, sous toutes les conditions que sa pensée lui suggère. Le chimiste lui-même s'entoure des puissants appareils de la mécanique et de la physique. Le laboratoire est devenu une véritable usine.

« Entre le savant et l'industriel, tout est donc commun : matière première, forces,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

doctrines, méthodes : seulement, l'un découvre des vérités qu'il donne gratuitement au monde, l'autre fabrique des produits qu'il lui vend ; l'un se contente de la satisfaction intérieure que procure un problème résolu, l'autre cherche un profit plus tangible.

« L'industrie, en avance à cet égard sur l'agriculture, n'ignore plus qu'elle est une émanation de la science, qu'elle en est la représentation matérielle agrandie, et qu'elle devient d'autant plus profitable qu'elle en reproduit plus exactement l'image.

« Il faut donc que l'industrie à tous les degrés soit éclairée par la science : pour les ingénieurs à l'École polytechnique ou à l'École centrale; pour les ouvriers ou les contre-maîtres dans les cours du soir créés par votre Association.

« Le but étant connu, clair, précis, quels sont les instruments et les moyens?

« Vous vous adressez à ces jeunes gens qui, obligés de gagner leur vie de bonne heure par le travail de leurs mains et de prendre un état, sont entrés dans l'industrie par l'apprentissage et cherchent à s'y perfectionner par la science. Près de vous, ils élèvent le niveau de leur intelligence, ils exercent leur réflexion, ils s'habituent au travail de l'esprit. Mais, vous ne les déclassez pas; vous en faites de meilleurs ouvriers; vous n'en faites pas de faux savants.

« Avec vous, ils ne font pas leur philosophie et n'étudient ni la logique, ni la méthode comme des abstractions.

« Mais le professeur de géométrie ne leur fait-il pas un cours de logique? Le chimiste lui-même n'est-il pas un géomètre en action? L'art de raisonner que l'un expose et l'art d'expérimenter que l'autre démontre, ne se tiennent-ils pas? Le géomètre qu'un raisonnement faux mène à l'absurde et le chimiste à qui l'expérience donne un démenti, ne voient-ils pas ainsi redressées l'un et l'autre les fautes de logique qu'ils ont commises?

« Le naturaliste, de son côté, ne fait-il pas un cours de méthode? Quel art ne lui a-t-il pas fallu pour classer sans embarras les êtres en nombre immense qui vivent à la surface de la terre? Caractériser et nommer chaque espèce de plante ou d'animal est une entreprise qu'on aurait pu regarder comme chimérique, et pourtant ce procédé si simple, qui consiste à séparer les êtres qui diffèrent, à rapprocher ceux qui se ressemblent et à confondre ceux qui sont identiques, en vient à bout. Le sentiment de l'ordre, l'esprit de méthode, l'histoire naturelle, à elle seule, suffit à les faire pénétrer dans les plus jeunes têtes.

« S'il est facile de définir vos élèves et de préciser l'avantage qu'ils retirent de votre enseignement, il ne l'est pas moins de caractériser les maîtres et les protecteurs de votre Association.

« Quelle noble charité les anime! Ah ! si les gens de loisir qui prodiguent leur vie et leur fortune à de futiles entraînements savaient tout le bien qu'ils pourraient faire en réservant quelques épargnes au profit de notre œuvre, en se mêlant pour quelques soi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rées aux leçons de nos professeurs et mieux encore en prenant leur place, combien n'en verrions-nous pas solliciter cet honneur qu'ils dédaignent !

« Arrêtons-nous aux vingt dernières années de votre existence ; 400 000 élèves se sont assis dans vos amphithéâtres, ont écouté vos leçons et mis vos soins à profit. Vous avez dépensé 300 000 francs, c'est-à-dire 75 centimes par élève !

« La Municipalité, je me hâte de l'ajouter, ne vous a rien refusé ; elle vous a donné tout ce que vous lui avez demandé. Mais ce n'est pas assez. L'enseignement devient plus exigeant ; ses procédés de démonstration se multiplient ; les pays étrangers, après nous avoir suivis, nous devancent ; n'hésitons pas à proclamer vos vœux et vos besoins.

« Mes chers collègues, au nom de la jeunesse que vous entourez de tant de soins, je m'adresse avec confiance à ce noble public qui m'écoute, à l'homme de cœur, à l'éminent Ministre qui vous préside, plus haut même, à l'Empereur, qui aime la lumière et qui veut qu'elle soit largement répandue, et je dis que le moment est venu de récompenser votre long dévouement en améliorant, fortifiant et consolidant votre œuvre.

« Votre programme est sobre. C'est là son mérite. Enseigner peu et bien, voilà votre devise ; ne la changez pas.

« La langue française, l'arithmétique, la géométrie, la mécanique, la physique, la chimie, la botanique, la géologie, la cosmographie, l'hygiène, le dessin, le chant, la comptabilité, voilà le fond simple et sérieux de vos leçons.

« Vos élèves choisissent. Chacun prend la nourriture intellectuelle qui convient à ses occupations et qui lui permet de les remplir avec plus de facilité ou de profit. Laissez-lui cette liberté.

« Mais ne souffrez pas qu'on surcharge ce programme, qu'on en change l'esprit pratique, usuel, élémentaire. N'y laissez point pénétrer la fantaisie, les abstractions, les quintessences. Ceux qui n'ont jamais enseigné sont pleins d'illusions, méfiez-vou d'eux. Souvenez-vous que l'ouvrier a peu de loisirs et que tout travail inutile qu'on lui demande est un impôt prélevé sur des heures sacrées.

« Votre enseignement, après trente-six années de pratique, peut être considéré comme suffisamment éprouvé. Il n'a détourné aucun élève de sa voie ; il a offert à tous et il a fourni à un grand nombre le moyen d'y marcher d'un pas plus assuré.

« J'aime à voir autour de vous ces fils, vos élèves actuels, accompagnés de leurs pères, vos élèves d'autrefois. J'aime à voir dans vos amphithéâtres les pères et les fils assis l'un près de l'autre, venant demander ensemble le pain de la science. J'aime à reconnaître dans cette enceinte, parmi les industriels, chefs de maison aujourd'hui, d'anciens apprentis, dont la jeunesse a trouvé près de vous des maîtres pour la science, des guides pour la moralité, et des tuteurs pour les premiers pas dans la carrière.

« Messieurs les délégués de l'Association, la ville de Paris et les familles laborieuses vous doivent une grande reconnaissance, recevez-en la sincère expression.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Messieurs les professeurs, vous êtes les apôtres de la science et vous la répandez à pleines mains sur tous ceux qui vous approchent. Vous imitez la nature qui, prodigue de ses semences, les jette en foule aux vents, comptant sur quelque coin de terre pour leur prêter asile. Telle de vos paroles, vous le savez, tombée de vos lèvres et recueillie dans un repli de la mémoire d'un auditeur qui n'en voyait pas le prix, se retrouve plus tard au moment du besoin et lui donne le moyen de résoudre une difficulté qui l'arrête. Conservez votre ardeur, votre foi !

« Messieurs, il nous reste trois entreprises à accomplir : consolider votre enseignement, assurer la vie de l'Association, la prémunir contre les événements.

« Pour consolider votre enseignement, faisons un choix de vos leçons et publions-le. Votre longue pratique nous autorisera à le présenter aux maîtres comme un modèle, aux élèves comme un guide. Son influence ne s'arrêtera pas au département de la Seine ; elle s'étendra au loin.

« Pour assurer la vie de l'Association, j'ai pensé qu'il fallait poursuivre sa reconnaissance comme établissement d'utilité publique, et j'ai trouvé jusqu'ici un intérêt trop sincère pour que le résultat puisse me sembler douteux.

« Pour prémunir l'Association contre les événements, il est indispensable de lui constituer une réserve. Jusqu'ici elle a vécu au jour le jour, convaincue que

Aux petits des oiseaux Dieu donne la pâture.

« Sa confiance n'a pas été trompée, mais elle doit donner à ses élèves, entre autres leçons, une leçon de prévoyance.

« Vos professeurs se sont réunis ; ils ont voulu être les premiers à contribuer à la formation de ce capital de réserve, non contents de donner à l'Association leur temps, leurs soins et leur science. Je les remercie. Ils ont trouvé le secret d'être deux fois vos bienfaiteurs.

« M. le Ministre de l'instruction publique a voulu, par sa présence, par son concours direct et par sa haute intervention, contribuer de nouveau à l'éclat de cette solennité. Toujours prêt à servir les intérêts populaires, à les protéger ou à les défendre, il favorise tous les progrès de l'enseignement usuel et pratique ; à ce titre votre Association avait de sa part des droits particuliers à une bienveillance qui ne lui a jamais fait défaut ; qu'il en reçoive l'expression de notre gratitude !

« S. M. l'Empereur a daigné témoigner lui-même que sa reconnaissance pour l'heureux résultat de vos travaux ne fait que s'accroître. Il sait qu'en éclairant les intelligences votre enseignement contribue au bien-être de la population de Paris et qu'il élève le niveau de sa moralité. Il sait que vos leçons préparent à l'industrie parisienne une main-d'œuvre plus habile et une direction plus précise. Il sait que vous donnez au commerce de la capitale les armes les meilleures contre la concurrence, en communiquant à sa population laborieuse le goût du travail réfléchi, le respect de soi-même

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et le sentiment profond de sa propre dignité. Un grand souverain aime à être entouré d'un grand peuple : l'Empereur a les yeux sur vous. »

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Le câble transatlantique français. — On sait qu'à l'exemple de l'Angleterre la France va être reliée bientôt à l'Amérique par un câble transatlantique. C'est à Sherness qu'on a construit ce câble, au sujet duquel nous empruntons aux journaux le *Times* et le *Globe* les renseignements suivants :

En raison du monopole qui a concédé aux compagnies anglo-américaines le droit exclusif d'atterrir des câbles à Terre-Neuve pendant une période de cent ans, la voie que suivra le câble français diffère essentiellement de celle des câbles anglais. Partant du cap Ushant, à quelques milles de Brest, il se dirigera vers le nord de manière à passer à peu de distance des trois rochers connus sous le nom des *Trois-Cheminées;* de là, filant en pleine mer, il passera au voisinage du rocher isolé de Job, arrivera au nord du banc de Milne, puis, décrivant une légère courbe, atteindra l'extrémité méridionale de Terre-Neuve, non loin du cap Race. Arrivé en ce point, il suivra un instant le rivage sud de l'île, tournera au nord entre les bas-fonds appelés le *Banc-Vert* et le *Banc-de-Saint-Pierre*, et viendra atterrir sur l'île française de Saint-Pierre, non loin de la baie de Placentia. De l'île de Saint-Pierre, où se trouvera une station, la ligne télégraphique se dirigera vers le sud jusqu'au cap Cod, puis de là, enfin, au voisinage de Plymouth, petite ville de la côte du Massachussets, en un point qui n'est pas encore définitivement arrêté.

La longueur de câble nécessaire pour tout ce parcours sera d'environ **3564** milles marins, dont **2788** pour joindre Brest à Saint-Pierre et **776** pour réunir Saint-Pierre à la côte du Massachussets. Ce n'est pas que la distance totale soit réellement aussi considérable, mais il faut se rappeler que le câble n'est pas tendu, et de plus il est indispensable d'embarquer une réserve pour parer aux éventualités d'accidents. Semblable précaution a été prise pour les câbles anglo-américains qu'on a confectionnés sur une longueur de **2400** milles, bien que la distance entre Valentia et Heart's Content ne fût que de **1670** milles.

Quant à la confection du câble, elle doit être presque en tout semblable à celle des deux câbles anglo-américains, surtout pour les parties qui doivent être immergées dans les eaux profondes. Le conducteur des câbles anglo-américains est formé d'un faisceau de sept fils de cuivre, et pèse **300** livres par mille (**135^{k},90**). Le conducteur du câble français se compose d'un faisceau analogue; mais il pèse **400** livres par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mille (181k,20). Autour du conducteur sont roulées quatre feuilles de gutta-percha, séparées au moyen de quatre couches de la composition isolante de Chatterton dont l'efficacité est bien connue. Tout autour de ce noyau se trouvent dix fils de fer galvanisés, enveloppés dans des cordes en chanvre de Manille goudronné. Cet ensemble, qui est destiné à la pleine mer, ne pèse pas moins de 31 quintaux par mille (1575 kilog.), mais le poids se réduit dans l'eau à 15 quintaux (762 kilog.). Dans les parties qui doivent avoisiner les côtes, aux deux extrémités de la ligne, le câble est construit d'une manière plus solide; ainsi, au lieu des dix fils de fer dont nous avons parlé, il y en a douze d'un diamètre beaucoup plus gros, et l'enveloppe de chanvre est remplacée par une couche de 0m,015 du composé siliceux de Latimor Clark. Ce composé, dont on s'est servi avec succès pour le câble du golfe Persique, prend une dureté qui défend parfaitement le câble au voisinage des rochers.

Le *Great-Eastern* est au nombre des bâtiments qui doivent se charger de ce précieux fardeau, et c'est lui qui en a la plus large part en raison de ses colossales dimensions. Voici l'aménagement qui y est adopté :

Toute la partie du câble qui doit relier Brest et Saint-Pierre est divisée en trois sections, et placée sur le Great-Eastern dans trois bassins. Ces sections sont roulées autour d'un cône télescopique central, qui peut s'abaisser à mesure que le câble se déroule, de manière à régulariser ce dévidage et à prévenir les effets de torsion ou d'enchevêtrement.

En sortant des bassins le câble passera sur six grandes roues à gorge munies chacune d'un frein énergique, et de là sur un tambour de très-grand diamètre sur lequel il fera quatre tours, avant d'arriver sur la poulie d'où il tombe directement dans la mer; c'est sur ce tambour que s'exercera la tension de la masse en immersion. Un appareil de relevage d'une force considérable est prêt à fonctionner à tout événement.

Sir William Canning doit diriger la pose du câble, et sir James Anderson commander la marche du Great-Eastern; c'est à leur grande expérience qu'est confiée la réussite de l'opération. (*Times* et *Globe*.)

Application de l'asphalte coulé sur les planchers pour empêcher la propagation du feu en cas d'incendie. — Des expériences intéressantes ont été faites il y a quelques mois par MM. Eugène Flachat et Noisette dans un des dépôts de la compagnie générale des omnibus de Paris, sur l'application de l'asphalte coulé en vue d'empêcher la propagation de l'incendie sur les planchers des magasins et greniers à fourrages.

Deux tables en sapin, de 4 mètres carrés sur 0m,027 d'épaisseur et portées sur quatre pieds à 1 mètre de hauteur, avaient été disposées à l'air libre et revêtues d'une couche d'asphalte de 0m,015, coulée sur une épaisseur de terre à four de 0m,025. Un feu de bois très-violent fut entretenu sur chacune de ces tables pendant une heure et quart.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ramollissement de l'asphalte, vaporisation des huiles essentielles qu'il contenait aux points en contact avec le feu, inflammation momentanée des petits jets de vapeur blanche provenant de ces essences, tels furent les phénomènes qui se produisirent. Les cendres et débris carbonisés ayant été retirés, l'asphalte s'est montré à peine altéré sur une épaisseur de 2 à 4 millimètres.

La croûte calcaire laissée par la combustion de cette faible épaisseur avait suffi pour préserver le reste de la couche d'asphalte, resté intact. Il est à remarquer que cette mince couche de 2 à 4 millimètres, bien qu'altérée par la disparition d'une partie des huiles essentielles, en contenait cependant encore assez pour reprendre sa dureté par le refroidissement.

L'asphalte fut ensuite enlevé et la terre à four mise à découvert; cette dernière n'avait pas subi la moindre altération, et, quand elle fut retirée, on constata que non-seulement le plancher ne portait aucun signe d'échauffement, mais qu'il avait été tellement préservé de la chaleur que la main pouvait y être tenue, la température ne dépassant pas 35 à 40 degrés.

Cette première expérience terminée, on a allumé sous l'une des deux tables un foyer très-intense; le feu s'est bientôt communiqué aux solives et à la surface inférieure des planches, qui sont entrées en combustion. Mais la flamme, ne pouvant se faire jour à travers les interstices des planches hermétiquement fermés, est restée inactive. A la fin les pieds de la table se sont embrasés à leur tour, et le plancher en s'affaissant a étouffé en même temps son propre feu et le foyer placé au-dessous.

Ces deux expériences, qui ne sont que la reproduction d'un phénomène constaté à la suite d'un sinistre dans un grand établissement industriel, ont mis hors de doute ce fait inattendu, que l'asphalte est l'isolant le plus efficace d'un foyer d'incendie, que ce foyer se trouve au-dessus ou au-dessous du plancher. Déjà la compagnie des omnibus a fait revêtir les planches de ses greniers à fourrages d'une couche d'asphalte de $0^m,015$ d'épaisseur, appliquée sur une couche de terre à four de $0^m,025$. Ce genre de plancher n'est pas d'un prix plus élevé que le plancher en bois, et l'emploi pourrait en être généralisé avec le plus grand avantage dans les filatures, dans les établissements industriels et dans les magasins de matières combustibles. Dans les maisons particulières une simple couche d'asphalte entre les lambourdes au-dessous du plancher limiterait l'incendie aux objets combustibles contenus dans le local situé entre un plancher et un plafond ainsi disposés. Dans les planchers en fer, ce métal, entouré de matières mauvaises conductrices de la chaleur, ne pourrait être porté à la température à laquelle sa résistance diminue notablement que par un brasier très-ardent et durant plusieurs heures. Il convient d'ajouter que le poids des couches de terre à four et d'asphalte n'exige aucun accroissement dans les dimensions des poutres et des solives qui entrent dans la construction des planchers ordinaires. (*Journal officiel de l'Empire.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Perfectionnements dans la fabrication des allumettes chimiques; avantages hygiéniques de ce perfectionnement, par MM. Bell et Black, de Stratford (Angleterre). — La fabrication des allumettes au phosphore blanc a reçu, en Angleterre, un perfectionnement remarquable ; c'est le trempage à la machine. On sait que cette partie des opérations est la plus insalubre quand elle s'exécute par les procédés ordinaires, c'est-à-dire à la main. Pour en prévenir les dangers, MM. Bell et Black de Stratford avaient depuis longtemps, d'après les conseils du Dr Letheby, muni leurs ouvriers trempeurs d'une boîte à essence de térébenthine dont les vapeurs neutralisaient en partie l'effet des vapeurs phosphorées (1). Vers la même époque ces industriels étaient sur la voie d'une machine fort ingénieuse, destinée à exécuter automatiquement la mise en cadre et le trempage des allumettes. Cet appareil fonctionne aujourd'hui en grand et alimente une production de 6 millions d'allumettes par jour.

La machine à tremper, patentée aux noms de MM. Bell et Higgins (ce dernier est l'inventeur), est renfermée dans un châssis vitré pourvu, à chaque extrémité, d'un orifice pour le passage des cadres d'allumettes et surmonté, à son centre, d'une hotte de dégagement qui écoule les vapeurs phosphorées au-dessus du toit. Les enfants préposés au trempage font leur travail du dehors. Ils n'ont qu'à présenter les cadres garnis à l'un des orifices et à recevoir les allumettes trempées à l'autre orifice. Le mouvement des divers organes du système est fourni par un arbre moteur, manœuvré extérieurement. Un récipient à double paroi sert à contenir la pâte phosphorée. Cette pâte est maintenue à une température convenable, au moyen d'eau renfermée entre les parois du récipient et filtrant sur la pâte par de petits trous percés dans la paroi intérieure. Un tambour cannelé baigne dans la pâte et s'y charge, en tournant, d'une couche de phosphore qu'il abandonne aux allumettes qui s'y présentent du côté opposé. Celles-ci sont fixées dans des cadres, qui se meuvent horizontalement en appuyant sur des galets. Leur progression

(1) Sur l'efficacité de ce moyen le Dr Letheby s'est exprimé en ces termes devant la commission d'enquête de 1865-1867 :

« L'un des plus importants moyens préventifs est de placer des vases remplis d'essence de térébenthine dans toutes les salles et locaux où se dégagent les vapeurs de phosphore et de faire porter aux ouvriers, suspendue au cou et appuyée sur la poitrine, une petite boîte contenant de l'essence dont les vapeurs s'échapperaient de la boîte ouverte et se répandraient dans l'air aspiré par l'ouvrier ; car j'ai constaté qu'une partie de vapeur d'essence dans 5000 parties d'air suffirait à empêcher complétement la diffusion des vapeurs phosphorées.

« Le second moyen prophylactique, ajoute le même chimiste, pour neutraliser les effets du phosphore sur le corps humain, « c'est l'usage des boissons alcalines et le rinçage de la bouche avec des liqueurs pareillement alcalines, par exemple avec une légère solution de carbonate de soude. »

Mais, conclut ce savant, rien ne vaut l'abandon du phosphore blanc et son remplacement par le phosphore amorphe, qui a pris depuis quelques années une grande extension en Angleterre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est déterminée par deux chaînes sans fin enroulées sur des poulies aux extrémités de la machine, lesquelles reçoivent leur mouvement du dehors. Chaque cadre arrive ainsi à son tour, au-dessus du tambour trempeur et de telle façon que les files d'allumettes qu'il porte correspondent exactement aux cannelures du tambour. Là, il est saisi par un châssis vertical, qui est en relation avec l'arbre moteur commun et dont une très-petite oscillation de haut en bas fait engager légèrement les allumettes dans les cannelures où elles se chargent de la pâte qui y est contenue. Aussitôt après, le châssis reprend sa position primitive, et le cadre continue sa marche vers l'extrémité de l'appareil, où les enfants le reçoivent pour l'emporter aux étuves.

Par ce procédé les ouvriers sont complétement soustraits aux émanations du phosphore, au moment même où le maniement de ce corps offre le plus de danger. Aussi MM. Bell et Black ont-ils pu, sans crainte de ramener les nécroses, supprimer les vases à essence qu'ils avaient donnés à leurs trempeurs et les enfants jouissent-ils d'une bonne santé.

En dehors de ces moyens spéciaux, une sensible amélioration a été due à quelques mesures administratives très-simples, que plusieurs fabricants de l'Angleterre avaient même spontanément adoptées avant qu'elles fussent devenues réglementaires. La plus efficace d'entre elles, sans contredit, est celle qui consiste à abréger la durée du travail, à le couper par des intervalles de plein repos et à exiger que l'ouvrier sorte de la fabrique pendant les repos afin de respirer le grand air. (*Extrait d'un rapport de M. de Freycinet sur l'assainissement industriel en Angleterre.*)

Sur la présence des glucoses dans les sucres bruts et raffinés de betteraves, par M. Dubrunfaut. — En rectifiant les méthodes de dosage des glucoses qui sont inexactes et en les appliquant à l'examen des sucres bruts ou raffinés de betteraves du commerce, M. Dubrunfaut est arrivé à reconnaître que la majeure partie de ces sucres, quelle que soit leur provenance, contient des proportions notables de glucoses ou autres impuretés analogues, perceptibles et dosables à l'aide du réactif cuprique de Frommer, dont l'emploi a été régularisé par M. Barreswil. La proportion de glucoses accusée par ces réactions pour les sucres qui les manifestent oscille approximativement entre 2 et 12 millièmes, ce qui est une proportion considérable pour des sucres blancs en grains ou des raffinés qu'on aurait pu considérer *à priori* comme des produits purs.

D'anciens sucres raffinés, conservés depuis quinze à vingt ans dans le laboratoire de M. Dubrunfaut, ont offert la même impureté; mais ces sucres auraient subi, sous l'influence du temps, une altération évidente. Un seul produit raffiné a fait exception à cette règle; c'est un sucre de mélasse extrait en 1850, par M. Grar, de Valenciennes, à l'aide de la baryte. Il n'a offert que des traces de la réaction glucosique, ce qui constitue un nouveau témoignage en faveur de la pureté des sucres issus du travail barytique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Presque tous les sucres bruts ou raffinés qui accusent la présence des glucoses par le réactif cuprique donnent des dissolutions qui sont neutres ou acides, mais le plus souvent acides, ce qui prouve que ces sucres ne proviennent pas des procédés de fabrication connus sous le nom de *travail alcalin*. Cependant M. Dubrunfaut fait remarquer que la réaction cuprique est parfois très-énergique dans des solutions de sucre qui sont faiblement alcalines.

Si l'on considère que le sucre incristallisable n'existait pas, il y a vingt ans, dans les sucres bruts de betteraves et que l'apparition de cette impureté dans ces produits coïncide avec l'emploi de l'acide carbonique sous diverses formes, on admettra que les procédés qui, à l'aide de cet agent, permettent de faire des sucres moins colorés et de saveur moins âcre ne sont pas étrangers aux altérations signalées par M. Dubrunfaut. On reconnaîtra, en outre, qu'on a peut-être généralisé trop légèrement ces procedés avant de les avoir bien étudiés dans leurs principes et dans leurs produits.

Pour mettre ses observations à l'abri des critiques, M. Dubrunfaut a examiné les échantillons des boîtes de types de sucre indigène qui sont préparées tous les ans par la Chambre de commerce de Paris. La dernière boîte, préparée en novembre **1868**, offre quatorze échantillons prélevés sur les produits de la dernière campagne sucrière, c'est-à-dire sur **1868-69**. Ce sont donc des produits types officiels de la fabrication la plus récente, et qui n'ont pu ainsi subir les avaries que l'on rencontre dans les sucres ayant séjourné longtemps dans les entrepôts. Sur ces quatorze échantillons, onze sont classés par nuances, du n° **10** au n° **20**, pour servir aux transactions commerciales, qui s'effectuent encore sur les types. Il y a, en outre, trois types extra de sucres blancs en grains numérotés **1**, **2** et **3**.

Or il résulte des analyses de M. Dubrunfaut que la moyenne du titre glucosique des onze échantillons de bruts, n^{os} **10** à **20**, est de **9** millièmes ; la moyenne des sucres blancs est de **8** millièmes. Ainsi on voit que, pour les produits de la dernière campagne, l'impureté des sucres bruts blancs différerait peu de celle des sucres réputés inférieurs en qualité.

En soumettant au même mode de contrôle une boîte d'échantillons livrée par l'Administration en novembre **1866**, M. Dubrunfaut a trouvé les résultats suivants :

Les quinze échantillons, n^{os} **6** à **20**, qui constituaient alors la classification typique des sucres bruts colorés, ont donné, en général, une réaction acide ; tous contiennent des glucoses en forte proportion, et la moyenne de ces quinze échantillons a donné **0,0078**, c'est-à-dire un chiffre moins élevé que la moyenne des mêmes sucres de la boîte **1868**. Le contraire s'est relevé pour les trois types blancs, qui ont offert une moyenne de **0,0103**, tout en n'accusant que la neutralité aux réactifs colorés. Si ces différences viennent d'une altération produite sous l'influence du temps, il faudrait en conclure que les sucres bruts blancs, issus de procédés de fabrication soi-disant perfectionnés, se conservent moins bien que les autres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Dubrunfaut a soumis au même mode d'analyse des sucres blancs en grains de fabrication allemande (Prusse, Saxe, etc.), provenant de l'Exposition de **1867**, et conservés depuis ce temps dans du papier ; il n'y a découvert que des traces de glucose, quoiqu'ils offrissent une réaction sensiblement acide.

Un fort beau sucre blanc français, venant de la même exposition et conservé depuis le même temps dans un bocal hermétiquement clos, a accusé **0,0065** de glucose.

Un sucre raffiné russe a accusé moins de **0,0005** de glucose. Au reste, les sucres russes, de même que les sucres allemands provenant de betteraves beaucoup plus riches que celles qui servent de matières premières aux fabriques françaises, pourraient être plus purs sans justifier une plus grande perfection dans les travaux de l'industrie sucrière.

M. Dubrunfaut a pu, à l'aide du microscope, découvrir dans des sucres bruts impurs de betteraves la présence de ces organismes inférieurs, si bien définis par M. Pasteur, et qui sont les causes vivantes des fermentations alcoolique et lactique. Aussi fait-il remarquer qu'il n'y a rien de plus simple, dès lors, que de comprendre tout à la fois la formation des glucoses et la réaction acide des sucres qui ne sont pas le produit de l'ancien travail classique de sucreries connu sous le nom de *travail alcalin*.

Les glucoses que l'on trouve dans les raffinés, ajoute l'auteur, ont leur origine évidente dans l'impureté des sucres bruts, et cette impureté est liée invariablement aux procédés de fabrication qui introduiraient dans les sirops les glucoses tout formés, les ferments ou autres agents qui les produisent.

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

(M.)

Sur le siége des propriétés hygrométriques de la soie, par MM. le Dr Bolley et Suida. — On ne paraît pas encore avoir soumis à des expériences précises la comparaison entre les propriétés hygrométriques de la soie brute et de la soie écrue, ni s'être assuré si ces propriétés résident principalement dans le vernis gommeux extérieur ou dans le cœur même des filaments.

M. Suida, de Tannewald, en Bohême, ayant entrepris cette recherche, sur l'invitation de M. le Dr Bolley, est parvenu aux résultats suivants, qui semblent tout à fait concluants.

Il a exposé une même soie, en partie écrue et en partie bien décreusée, dans une pièce froide, où elle a séjourné sous des conditions exactement identiques. Après avoir ensuite pesé séparément une certaine quantité de chaque sorte, il a exposé le tout à un courant d'air sec, dans lequel la soie écrue a perdu **9,99** pour **100**, tandis que la soie décreusée a diminué de **9,24** pour **100** seulement.

Les échantillons, ainsi desséchés, ont été exposés ensuite à un courant d'air humide, pendant un temps assez long, après lequel on a constaté un accroissement de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

poids de 12,586 pour 100 sur la soie écrue, et de 12,490 pour 100 sur la soie décreusée.

C'est donc la fibre même de la soie qui possède exclusivement ou du moins principalement la faculté d'absorber l'humidité. (*Schweizerische polytechnische Zeitschrift* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

(V.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 26 février 1869.

Présidence de M. le baron *Séguier,* vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Gustave Roy* écrit au nom de la classe 27 de l'Exposition de 1867, pour demander que la somme de 13143 fr. 85 c., qu'elle a versée à la caisse de la Société d'encouragement, soit employée à la fondation perpétuelle d'un prix de 4000 francs, portant la désignation de *grand prix de l'industrie cotonnière, fondé à l'Exposition universelle de* 1867, *par les industriels français.* Ce prix serait décerné tous les six ans, à partir de 1875 inclusivement, à celui qui aura le plus efficacement contribué au développement ou au progrès de l'industrie du coton en France. (Renvoyé à la commission des fonds.)

M. *Maillet* (Charles), banquier, rue de la Victoire, 21, invite la Société à envoyer une commission pour assister aux expériences pour la fabrication du *gaz à l'air,* qui ont lieu dans ses bureaux, à huit heures du soir. Il envoie en même temps un prospectus de la Société anonyme des appareils aéro-photogènes, contenant la description de ces appareils, l'indication de la nature du nouveau gaz, composé d'air ordinaire et d'essence de pétrole ou d'un hydrocarbure quelconque. (Comité des arts économiques.)

M. *Bidot,* contre-maître, à Caen, qui a été proposé pour une médaille de contre-maître par M. *Bertrand,* député du Calvados au Corps législatif, est l'objet d'une nouvelle communication de documents relatifs à cette présentation. (Commission spéciale.)

M. *Rakowski* (Casimir), rue de Cléry, 81, présente à la Société un appareil pour brûler les essences de pétrole ou hydrocarbures volatils, qu'il nomme *bougie économique,* et qui a, en effet, la forme et la couleur d'une bougie stéarique, de manière à pouvoir être employé dans tous les chandeliers ordinaires. Des dispositions spéciales,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

adoptées dans la construction de ces appareils, ont pour objet d'assurer la régularité de la flamme et d'empêcher toute explosion; M. *Rakowski* dépose sur le Bureau des spécimens de ces appareils, et les fait fonctionner devant la Société. (Comité des arts économiques.)

M. *Renault*, fabricant de poterie, au Sanitas, faubourg de la Madeleine, 61, à Orléans, représenté à Paris par M. *Champion* (A.), boulanger, rue Balagny, 24, envoie une fontaine filtrante et des bouteilles filtrantes en terre cuite qui, mises pendant quelques heures dans une eau quelconque, se remplissent, par filtration, d'une eau limpide et saine, laquelle devient fraîche par suite de l'évaporation, lorsque la bouteille pleine est exposée à un courant d'air. (Comité des arts économiques.)

M. *Pernet,* marchand d'eaux minérales, naturelles et artificielles, rue de Béarn, 33, à Lyon, soumet à l'examen de la Société les procédés qui constituent son système pour obtenir les eaux minérales à prix réduit et en étendre l'emploi. (Arts économiques.)

M. *Chapier* (Joseph), à Bleurville, commune de Monthureux-sur-Saône (Vosges), envoie des sabots dont la durée est doublée par l'introduction de chevilles en bois sec comprimé dans le bois vert qui forme la base du sabot, tandis qu'un fil de laiton tendu par une vis à bois assure la solidité de la partie supérieure. (Arts économiques.)

M. *Nicaise,* employé, rue des Dames, 4, aux Ternes-Paris, présente le projet d'une machine élévatoire fondée sur les effets de la presse hydraulique. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Vulliérod*, président honoraire à la Cour impériale de Dijon, rue Cazotte, 19, à Dijon, envoie des détails sur les perfectionnements qu'il a faits à l'installation des scies sans fin. Le moteur principal, l'arbre inférieur et la table, dit-il, sont placés sur un massif en pierre de taille permettant d'augmenter les longueurs de l'arbre et les dimensions de la table. L'arbre de la roue supérieure a une longueur plus grande que celle qu'on lui donne ordinairement, et repose sur deux chaises suspendues à la charpente supérieure; une disposition spéciale de cette suspension permet de régler, par des vis de rappel, la hauteur de cet arbre, en conservant son horizontalité. La poulie supérieure, au lieu de rester folle et de n'être conduite que par la scie, reçoit son mouvement de l'arbre supérieur, qui est mené par une courroie entraînée par l'arbre inférieur; un appareil particulier dévie cette courroie de la verticale en lui donnant une tension convenable, et empêche ainsi qu'elle ne gêne le jeu de la scie. Ces diverses modifications ont rendu les ruptures de la scie très-rares, régularisé la marche de la machine et abaissé le chiffre de la dépense, au point qu'un appareil, coté dans le commerce 1900 fr., a été établi complétement pour la somme de 800 fr. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Sacc* envoie le prospectus des chaudières à vapeur de Duhme, qui sont, dit-il, très-employées en Amérique, et qui sont construites par sections en fonte, formant des chambres creuses aux parois ondulées, placées verticalement, de manière que les pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

duits de la combustion passent entre elles. Il demande que la Société veuille bien faire examiner ce système. (Comité des arts mécaniques.)

MM. les *Secrétaires* signalent parmi les pièces imprimées de la correspondance :

M. *Moigno* (l'abbé), saccharimétrie, optique, chimique et mélassimétrique, monographie complète des procédés pour l'analyse des sucres, 1 vol. grand in-18, Paris, 1859, chez l'auteur.

COMMUNICATIONS. — *Pompes à air comprimé pour brasseries.* — M. *Gougy*, ingénieur-mécanicien, boulevard Mont-Parnasse, 143, expose à la Société les appareils qu'il a inventés pour élever la bière des caves dans les salles de vente des brasseries.

Ces appareils consistent en un réservoir d'air comprimé à 3 ou 4 atmosphères, dans lequel l'air est refoulé par une pompe pneumatique ordinaire. Ce réservoir est mis en communication avec la partie supérieure des tonneaux, tandis qu'un tube part du robinet inférieur et se rend dans la salle au réservoir ordinaire de la fontaine à bière. La pression de l'air comprimé sur la surface du liquide oblige celui-ci à monter par le second tube jusqu'à la salle de consommation, c'est-à-dire à un ou deux étages au-dessus de la cave.

M. *Gougy* décrit, à cette occasion, les divers agencements de détail qu'il a organisés pour le bon fonctionnement de cet appareil : des robinets régulateurs de pression, des robinets qui ne laissent pas passer l'air, diverses formes pour toutes les parties de l'installation, etc. ; il en montre les modèles qui sont étalés sur la table du Conseil. Il fait remarquer, entre autres, un long manchon qui enveloppe les tubes ascendants en les réunissant en un faisceau, et qui permet de les entourer de glace ou d'eau provenant de sa fusion. La bière est refroidie dans son trajet au travers de ce bain, et arrive au consommateur à un degré de fraîcheur convenable. Ce système pour le montage de la bière est employé dans un grand nombre d'établissements, et M. *Gougy* présente la liste des cafés et brasseries au nombre de 171, dont certains ont plusieurs machines, et qui fonctionnent au moyen de cet appareil depuis l'année 1860. Depuis cette époque, le nombre de ces établissements s'est considérablement accru.

En faisant cette communication, M. *Gougy* signale à la Société les faits suivants que la pratique lui a permis d'observer.

1° Pendant la compression de l'air, la température s'élève de telle sorte que, si cette compression avait lieu trop rapidement et sans interruption, les soudures à l'étain pourraient fondre et les garnitures en cuir seraient altérées. Un fait inverse se produit au moment de la dilatation ; l'air, en se dilatant, absorbe la chaleur aux corps environnants et produit du froid qui peut être utilisé pour rafraîchir la bière dans le tonneau, à la surface duquel l'air se dilate en sortant du régulateur de pression. L'abaissement de température que cette dilatation produit est d'autant plus grand que la pression dans le réservoir à air est plus considérable. Il est quelquefois assez grand pour que le refroidissement de la bière dépasse le degré convenable pour la consommation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° Des irrégularités se produisent dans la transmission des pressions de l'air comprimé s'écoulant à travers des tubes. Une pompe à air, fonctionnant parfaitement dans sa position primitive, a cessé d'être efficace lorsqu'elle a été déplacée de manière que le tuyau de conduite menant au réservoir fut redressé, sans changer de longueur ou de diamètre; le fonctionnement de l'appareil devint régulier quand le tuyau fut modifié de manière à reprendre des sinuosités analogues à celles qu'il avait dans sa position primitive. M. *Gougy* en conclut que l'écoulement d'un gaz comprimé est fait d'une manière plus complète par un tube sinueux et étroit que par un tube droit de même longueur et d'un plus grand diamètre; il demande à la commission, qui examinera son mémoire, de vouloir bien vérifier les expériences qui l'ont amené à cette conclusion.

M. *Gougy* termine en rappelant des observations qu'il a faites sur la dilatation de la glace pendant sa formation, sur le danger que présentent les tuyaux ou vases en plomb employés à conduire des eaux pluviales ou de l'eau provenant de la condensation de la vapeur, etc., à contenir des matières comestibles, lorsque le froid qui les conserve peut produire une précipitation de vapeur d'eau sur leurs parois intérieures; enfin sur l'action galvanique développée dans des tuyaux formés de plusieurs métaux, cuivre, alliages de zinc, plomb, etc., qui a causé, dans certains cas, l'oxydation du zinc avec une intensité telle, que la bière où plongeaient ces tuyaux ne pouvait plus être consommée. Tous ces faits lui paraissent dignes d'intérêt non-seulement pour leurs conséquences économiques, mais surtout pour celles qu'ils ont au point de vue de l'hygiène publique. (Renvoi aux comités des arts mécaniques et économiques.)

Nomination de membres. — Après l'accomplissement des formalités prescrites par le règlement, les candidats dont les noms suivent sont nommés membres de la Société par un vote au scrutin du Conseil d'administration :

MM. *Beauchamps,* ingénieur civil, à Paris; *Grouillard*, mécanicien, au Creuzot; *Ravel*, fabricant de draps, à Barrème.

Séance du 12 mars 1869.

Présidence de M. le sénateur *Dumas,* président.

Correspondance. — MM. *Piau* et *Boutelou*, à Angers, envoient une description et un modèle d'un compteur à eau fonctionnant sous pression, donnant le volume d'eau débité par une roue à augets, dont le remplissage est réglé par un poids fixe, et marquant sur un cadran extérieur le nombre d'augets vidés successivement. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Michel* (Stéphane), employé à la maison centrale de Belle-Ile-en-Mer, demande des renseignements relatifs à la conservation des œufs frais. (Arts économiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Jacquinet* (Remi), à Sévigny (Ardennes), fait présenter par M. le baron *de Ladoucette*, membre du Conseil d'administration, un graphomètre rapporteur, qui, par la combinaison de trois échelles et de deux graduations circulaires, permet de construire immédiatement les triangles résultant des opérations trigonométriques, et d'obtenir, par la lecture sur ces échelles, une valeur très-approchée des angles et des côtés cherchés. (Arts mécaniques.)

M. *Branche* (H.), mécanicien, rue Riquet, 70, à la Chapelle-Paris, demande une première annuité de brevet pour une machine à percer et à aléser. (Arts mécaniques.)

M. *Jarre* demande à la Société un secours pour payer la deuxième annuité d'un brevet qu'il a pris au sujet d'un système nouveau d'armes, revolver, carabine, etc. (Arts mécaniques.)

M. *Noël* (Léandre), mouleur, rue Saint-Hippolyte-Saint-Marcel, 28, à Paris, demande des renseignements sur les applications que pourrait avoir un système particulier de moulage. (Arts mécaniques.)

M. *Deupès* (L.), professeur d'écriture, soumet à l'examen de la Société une brochure et quatre ardoises qu'il a préparées pour exposer son système sur l'enseignement de l'écriture. (Arts économiques.)

M. *Perdreau*, professeur de comptabilité et comptable de la maison Théodore Lefebvre, à Lille, rue du Faubourg-Notre-Dame, 6, demande des instructions et l'appui de la Société pour assurer le succès de la méthode de comptabilité de M. *Bauchery*, nommée par lui *comptabilité française*. (Comité du commerce.)

M. *Hautrive* (J.), rue Pierre-Levée, 13, à Paris, sollicite l'examen, par la Société, de son système pour la métallisation artificielle d'objets divers en métal, bois, pierre, etc. (Arts économiques.)

MM. les *Secrétaires* signalent les ouvrages suivants dans la partie imprimée de la correspondance :

M. *Ritter* (G.). *Deuxième rapport du conseil d'administration de la Société des eaux de Neuchâtel* (Suisse), in-8° de 48 pages, Neuchâtel, 1868. — Cette brochure est envoyée par M. *Sacc*, chimiste, membre de la Société d'encouragement, pour faire suite aux documents qu'il a déjà transmis sur la distribution des eaux de Neuchâtel et leur emploi comme force motrice ou pour des usages industriels.

M. *Daxhelet* (A.), ingénieur honoraire des mines. *Cours de chimie inorganique, d'après la théorie typique de Gerhardt ;* Paris, 1869, 2 vol. in-8°, de 521 et 637 pages, avec figures. Présenté à la Société au nom de l'auteur et de l'éditeur M. *Baudry* (J.), par M. *Dumas,* Président.

Communications. — M. *Dumas*, Président, fait connaître le résultat des essais entrepris par M. Audouin pour rechercher des matières réfractaires propres à faire des creusets et des briques destinés à supporter de très-hautes températures. L'industrie a une tendance constante à se servir des réactions produites par une chaleur très-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grande, et les matériaux actuellement en usage n'offrent plus une résistance suffisante ; il y a donc lieu de se préoccuper des moyens de satisfaire à ces exigences.

M. Audouin avait remarqué, dans des essais précédents, que les terres étaient d'autant plus réfractaires qu'elles contenaient plus d'alumine. Il s'est appliqué à rechercher et à essayer les substances les plus alumineuses que fournit la nature. Celle qui lui a donné les meilleurs résultats est la *Bauxite* ou hydrate d'alumine, qui existe en amas abondants disséminés entre Tarascon et Antibes. Cette terre, signalée par Berthier, qui lui a donné le nom sous lequel elle est connue, est employée à produire du sulfate d'alumine, des aluminates et de l'aluminium. Façonnée en briques et en creusets, elle a résisté à des températures qui déformaient les briques les plus réfractaires connues, et M. Audouin met sous les yeux de l'assemblée des spécimens des dix terres les plus estimées en Angleterre ou en France, qui toutes ont été plus ou moins fondues, tandis que les briques et creusets en *Bauxite* n'ont éprouvé aucune avarie. Ces essais ont été faits à l'aide du four chauffé aux huiles minérales, que M. Audouin a fait connaître, et qui permet de porter en quelques heures à une température uniforme et très-élevée l'intérieur du four dans lequel sont placées les matières qu'on veut essayer.

Pendant qu'il s'occupait de ces essais, M. Audouin a reconnu que la *Bauxite* avait été préconisée dès 1858 pour la fabrication des matériaux réfractaires par M. *Gaudin*, dont les travaux chimiques et cristallographiques sont bien connus. Les nouvelles expériences qui viennent d'être faites, dans des conditions plus rapprochées des procédés usuels qu'emploie l'industrie, donnent à cette opinion une certitude qui doit être appréciée par les ingénieurs. M. Audouin croit donc que l'emploi de la *Bauxite* en briques et briquettes réfractaires, semblables à celles que fabrique actuellement la Compagnie d'éclairage au gaz, constitue un progrès important qui peut rendre les plus grands services à l'industrie, et il émet le vœu que M. Gaudin soit admis par la Société à concourir pour le prix qu'elle a proposé dans le but de faire découvrir un emploi nouveau d'une substance minérale abondante et à bas prix.

Après cet exposé, M. le *Président* demande au comité des arts chimiques d'examiner les expériences de M. *Audouin*, et de faire, s'il y a lieu, des propositions au Conseil sur la proposition tendant à faire tenir compte des recherches de M. *Gaudin* lors de la décision du Conseil, pour le prix relatif à *l'emploi des substances minérales à bas prix et abondantes*.

Fonte en bronze à cire perdue.— M. *Gonon,* fondeur en bronze, rue de Varenne, 9, expose à la Société les procédés de fonte à cire perdue, que son père et lui ont perfectionnés de manière à résoudre les plus grandes difficultés de cet art. Il montre une pièce représentant un nid assailli par un oiseau de proie au moment où la branche sur laquelle il est posé vient d'être cassée par un orage. Les détails des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

branches, du feuillage, des plumes des oiseaux, des moindres accessoires sont venus à la fonte directement par un seul jet, avec toute la finesse qu'avait le modèle très-achevé, et la pièce, qui est à peine débarrassée du moule et conserve encore les jets et les évents, montre qu'on n'y a fait aucune retouche.

L'art de la fonte à cire perdue, dit M. Gonon, était habilement pratiqué depuis plus de 2,500 ans par les anciens Grecs et autres peuples de l'antiquité; parmi ceux de l'Asie, on distingue les Japonais, qui font ainsi des bronzes d'une finesse admirable. On retrouve cet art au XVI^e^ siècle chez les Florentins; au XVII^e^ siècle les frères Keller les ont surpassés et ont fait des chefs-d'œuvre à Versailles. Depuis lors cet art a été en décadence, et on ne fait plus maintenant, sans retouche et d'un seul morceau, aucune grande pièce de statuaire en bronze. M. *Gonon,* et avant lui son père, *Honoré Gonon,* se sont appliqués avec passion à retrouver les procédés dont les points les plus essentiels paraissaient perdus. Ils fondirent ainsi un grand nombre de bustes et de groupes, et plusieurs grandes statuès. Dans ce nombre : *le Danseur napolitain* est au musée du Luxembourg; *Pierre Corneille,* à Rouen; *Hoche,* à Versailles; *Cuvier,* à Montbéliard; *Cujas,* à Blois; *Kléber,* à Strasbourg; *Jefferson*, à Washington. *Le Lion au Serpent* est sur la terrasse des Tuileries. Dix années furent consacrées à ces grands travaux; mais les opérations étaient capricieuses, elles exigeaient souvent des retouches, et ce travail finit par faire perdre beaucoup d'argent à *Honore Gonon,* qui, découragé, abandonna l'art du fondeur.

Son fils, héritier de sa passion pour son art, a continué ce genre de recherches avec persévérance, en choisissant de préférence les sujets les plus difficiles à réaliser; enfin, après de dures épreuves et de pénibles travaux, il est parvenu à trouver des procédés qui lui permettent d'aborder des obstacles que les anciens fondeurs auraient considérés comme des impossibilités. A l'Exposition universelle, il avait présenté un nid de fauvettes dans une branche de lilas en fleur, qui lui a valu une médaille d'or, et qui a été offert à S. M. l'Empereur par les exposants de la classe 94. Le sujet qui est sous les yeux du Conseil réunit aussi à peu près toutes ces difficultés. Le modèle en cire avait été exposé, il y a un mois, pendant plusieurs jours dans la salle de la Société avant d'être recouvert du moule; il est maintenant apporté devant l'assemblée immédiatement après sa fonte, et on peut voir que tous les détails déliés du modèle ont été reproduits sans accident et avec une rare perfection, malgré la grande différence de grosseur qui existe entre les tiges fines du feuillage et les parties plus massives du groupe.

M. *Gonon* décrit ensuite les principales opérations de la fonte à cire perdue. Le sculpteur peut modeler directement la cire comme a fait l'auteur de la communication pour les sujets qu'il a créés. Quand il s'agit de reproduire un modèle solide, il faut faire un moule. En opérant par moitié, il fait d'abord, dans une chape en plâtre et avec des précautions particulières, un moule creux en gélatine composée qui a la propriété de ne pas se tourmenter à l'air. Ce moule, refroidi et débarrassé de sa chape,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se lève du modèle comme ferait un linge; il est remis dans la chape qui le soutient; on le graisse légèrement, puis on y coule de la cire à toute volée; elle se fige sur les parois froides du moule; on guette l'épaisseur, et, quand elle paraît suffisante, on reverse l'excédant de la cire non figée. On met ensuite un peu de cire très-molle sur les bords des deux moitiés du moule pour que leur réunion ne laisse pas de joint ouvert. On place le noyau dans l'intérieur, en réunissant les deux moitiés, et la cire, dépouillée de la chape en plâtre et de la gélatine, représente avec une entière fidélité le modèle à reproduire. Quand cette cire est bien vérifiée, on pose les jets et les évents; les premiers sont toujours placés de manière à porter le métal en fusion à la base du moule, afin qu'en remontant il chasse l'air devant lui.

Le moule est fait sur la cire avec des terres préparées, broyées très-fin, pour obtenir une empreinte irréprochable ; il est exécuté avec beaucoup de promptitude et mis tout mouillé au feu qui ne le déchire pas. Cette masse sans couture s'échauffe, la cire se liquéfie et elle s'écoule par une petite ouverture, en laissant dans la terre un vide qui conserve rigoureusement la forme qu'elle avait prise ; le moule est ensuite chauffé au rouge, non-seulement pour brûler le corps gras dont la cire a pénétré la terre, mais aussi afin de donner à cette terre la consistance, la porosité et les qualités nécessaires pour qu'elle puisse se resserrer sous le raccourci du métal pendant qu'il se refroidira.

M. *Gonon* désirerait que les procédés auxquels il est parvenu ne fussent pas perdus pour l'art ; il voudrait que l'État lui fournît les moyens de former des élèves dont les traditions fussent conservées, et il espère que l'autorité de la Société d'encouragement, et l'appui qu'elle peut lui donner, l'aideront à obtenir ce résultat qu'il croit important pour l'avenir de l'art du fondeur en France.

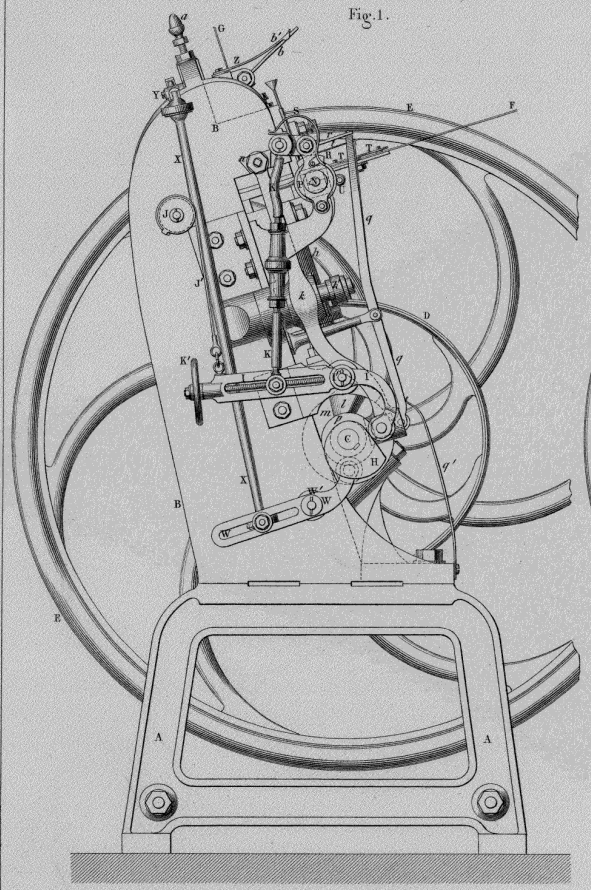
M. le *Président* remercie M. *Gonon* de son intéressante communication. Il a pu apprécier, en examinant le sujet présenté à la Société, toutes les difficultés qui y sont accumulées et résolues, et il demande à la commission des beaux-arts appliqués à l'industrie, ainsi qu'au comité des arts chimiques de faire l'examen de cette intéressante communication.

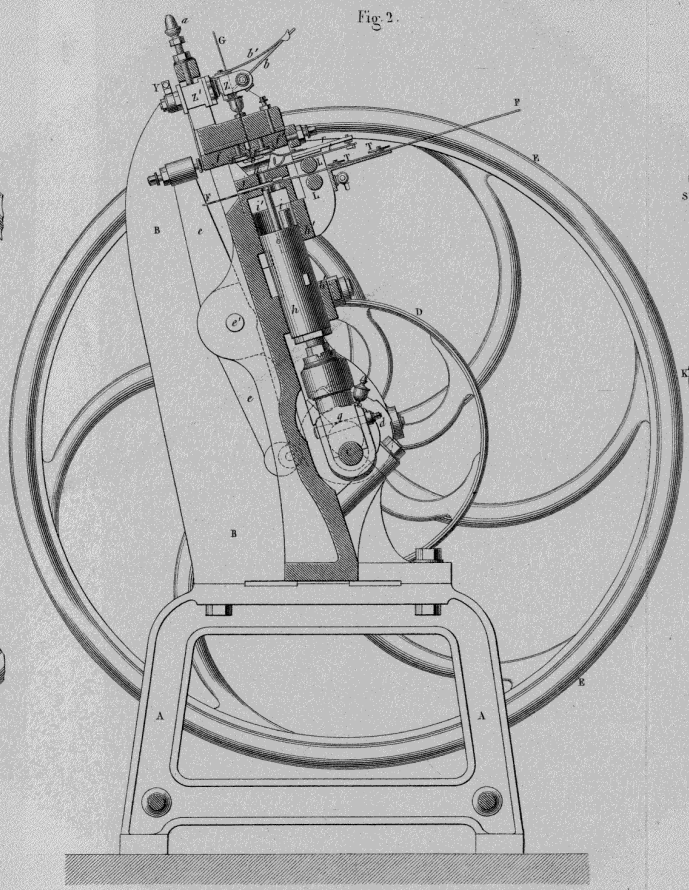
Nomination de membres. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil après l'accomplissement des formalités prescrites par le règlement :

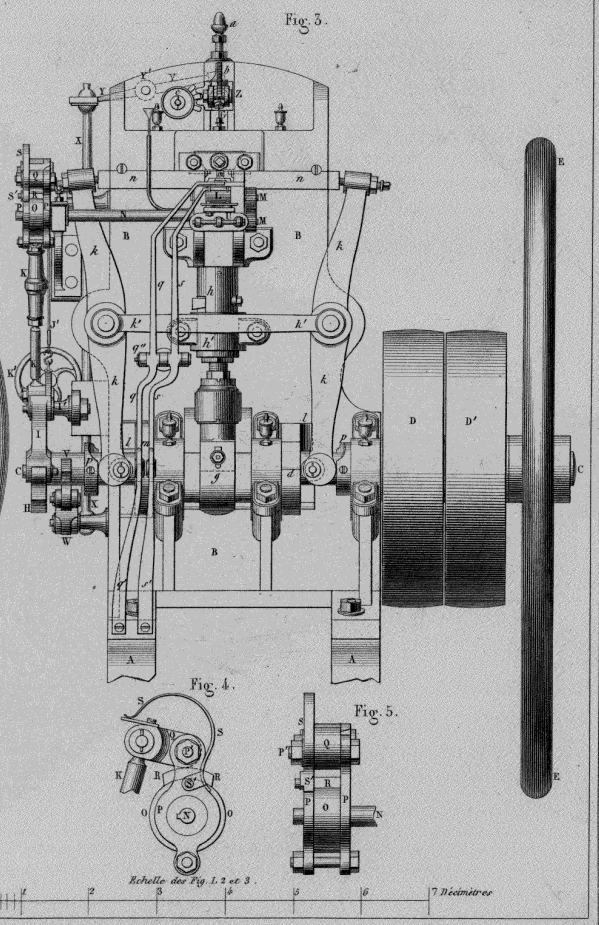
M. *Jouguet,* directeur des forges et fonderies de Bességes; M. *Groualhe,* avocat au conseil d'État et à la cour de cassation, à Paris ; M. *Collin* (Alfred), négociant, à Paris; M. *Tellier,* ingénieur civil, à Paris.

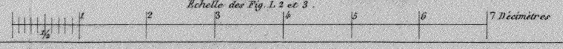
Paris. — Imprimerie de madame veuve BOUCHARD-HUZARD, rue de l'Eperon, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires







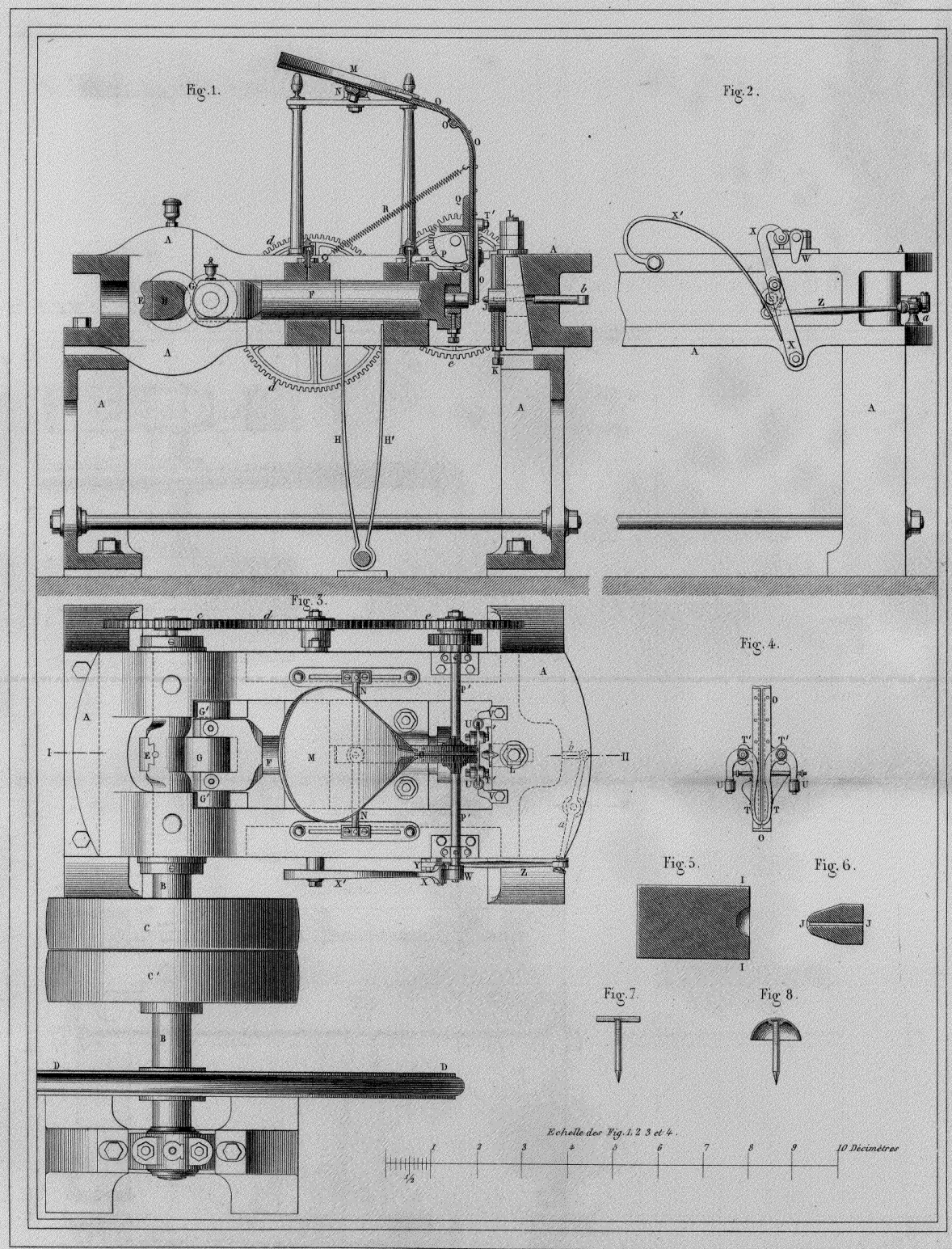


Imp. Lamoureux r. de Lacépède 38. Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

MACHINE A ÉBAUCHER LES CLOUS DORÉS POUR MEUBLES, PAR M. DUBRUEIL.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

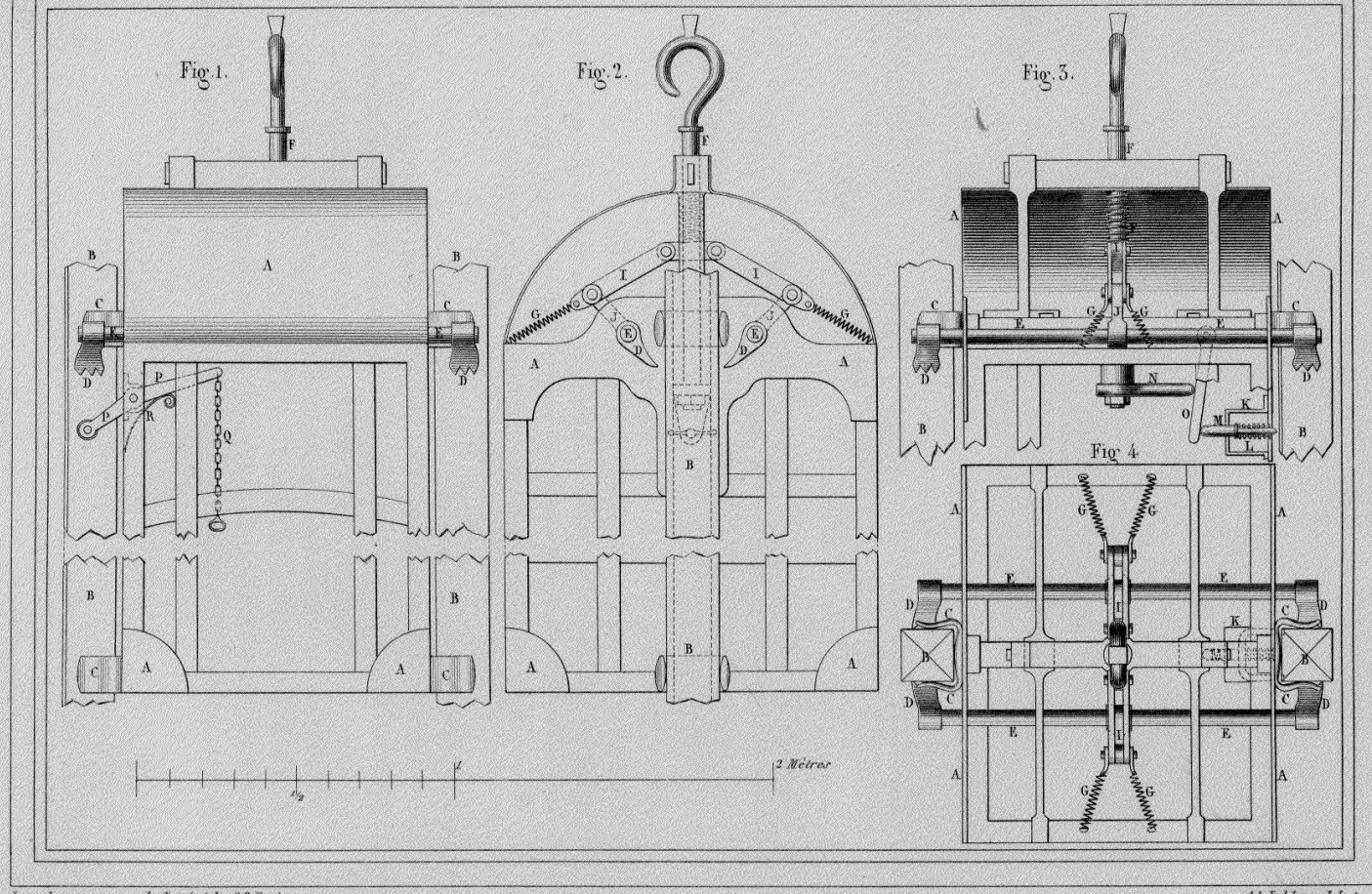


Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris.

Ad. Leblanc dél. et sc.

MACHINE A EMBOUTIR LES CLOUS DORÉS POUR MEUBLES, PAR M. DUBRUEIL.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38. Paris

Ad. Leblanc del. et sc

APPAREIL DE SURETÉ POUR LES PUITS DE MINES, PAR M. AMEDÉE MATHIEU.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

68e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XVI. — Juin 1869.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES ET ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* MM. TRESCA *et* DUCHESNE, *au nom des comités des arts mécaniques et économiques, sur la* FABRIQUE DE CHOCOLAT *de* M. MÉNIER, *sise à Noisiel (Seine-et-Marne).*

Messieurs, l'étude des grandes industries est d'autant plus intéressante pour la Société d'encouragement, qu'elle lui permet de passer en revue tous les perfectionnements obtenus par les manufacturiers au moyen de longs tâtonnements et d'améliorations incessantes, qui amènent tout à la fois pour les consommateurs une diminution dans les prix et une amélioration dans les produits.

Aussi la Société a-t-elle accueilli avec faveur la demande qui lui a été faite par M. Ménier, fabricant de chocolats, de visiter sa belle usine de Noisiel, et de juger ainsi des progrès que cet industriel cherche à réaliser dans la fabrication de ce produit alimentaire.

Le comité des arts mécaniques et le comité des arts économiques, auxquels l'examen a été renvoyé, se sont réunis le 18 avril 1868; ils se sont rendus à Noisiel où ils ont trouvé M. Ménier disposé à montrer tous les détails de sa fabrique en pleine activité, et à répondre à toutes les questions qui lui seraient posées sur son organisation.

Cette belle usine, placée sur la Marne au milieu d'une eau vive et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

courante, est tellement bien entretenue, si parfaitement ventilée et aérée dans toutes ses parties sans exception, qu'il est facile de voir, dès le premier moment, que M. Ménier a compris que la fabrication d'un produit alimentaire de cette importance exigeait les meilleures conditions hygiéniques, et, sous ce rapport, vos comités déclarent qu'ils ont été pleinement satisfaits de leur visite.

Les principales opérations se font à Noisiel au moyen de machines mises en mouvement par deux turbines Girard de 60 chevaux chacune, pendant dix mois de l'année. Pendant deux mois environ, c'est-à-dire pendant que les eaux sont insuffisantes, et en cas de réparation, deux machines à vapeur, également de la force de 60 chevaux chacune, donnent le mouvement aux différents appareils de l'usine.

Les deux machines à vapeur sont tout à fait monumentales. Elles sont à balancier, avec détente variable et condensation ; la distribution est conduite par des modérateurs à air d'un très-bon fonctionnement. Les roues hydrauliques, de même puissance que les moteurs à vapeur, présentent un intérêt particulier : ce sont les premières applications qui aient été faites de la roue-hélice à axe horizontal de M. Girard. Nous regrettons de n'avoir pas d'indication précise à donner sur le rendement de ces roues, mais nous devons dire que ce système s'adapte très-bien au régime du cours d'eau qui alimente les ateliers de M. Ménier. La chute varie de $0^m,30$ à $0^m,80$, et précisément au moment des basses eaux, la chute plus considérable de la rivière établit une compensation qui permet aux roues-hélices de fournir à peu près en tous temps la même quantité de travail.

La fabrication du chocolat comprend, en général, plusieurs spécialités ; ici on fabrique le chocolat pour la confiserie, ici des chocolats payés très-cher et pour lesquels on emploie surtout les cacaos caraques en grande proportion et beaucoup d'aromates.

Chez M. Ménier, on fabrique surtout une qualité de chocolats qui est toujours la même. Il est d'un bon goût, très-digestif ; mais on n'y fait pas entrer ces aromates recherchés qui augmentent le prix des premiers, sans rien ajouter à leurs propriétés alimentaires. On y emploie les cacaos de Vénézuela, de Nicaragua (Amérique centrale), de Maragnan ou de Para.

Les cacaos connus dans le commerce reviennent les 100 kilog. :

Ceux du sud du Brésil à Bahia. . . de la Martinique.	$1^f,50$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ceux de Para.	1f,90
de Trinitad.	
de Gayaquil.	
de la Côte-Ferme.	2,20 à 3 fr.
caraques.	4 à 5 fr.

Les cacaos arrivent, en France, en sacs de 80 kilog. environ, et les caraques en fanègue espagnole de 50 kilog.

Les cacaos de Bahia et de la Martinique contiennent plus de beurre de cacao que les autres.

Il y a des cacaos couverts d'une couche de terre ocreuse, et voici comment elle se produit. Lorsque les amandes sont retirées des *cabosses*, on les met en terre, avec leur pulpe, pour ressuer; il se développe alors de la chaleur humide qui enlève en partie le principe amer. Après un temps variable, on les étale sur la terre, dont elles retiennent quelques poussières à la surface, et qui leur donnent la couleur rougeâtre qu'elles conservent.

Les cacaos de moindre qualité ne sont pas terrés, ils sont simplement entassés, puis lavés; mais l'amande, quoique plus belle à l'extérieur, est quelquefois noire à l'intérieur. A la Martinique, elle est violet foncé, mais elle est âpre; à Bahia, elle est noirâtre et de mauvaise qualité.

M. Ménier, voulant assurer à son usine de Noisiel la matière première prise à son origine, recueillie dans les conditions les plus favorables et à l'abri de toute fluctuation commerciale, a eu l'heureuse idée de créer, à 20 kilomètres de la côte sud-ouest du lac Nicaragua et à 60 kilomètres de l'océan Pacifique, au centre même de l'isthme américain, une immense culture de cacaoyers.

Il possède à Tortugas, contrée voisine de la frontière qui sépare le Nicaragua du Costa-Rica et sur les bords du lac du Nicaragua, 6000 hectares de terre vierge. Là, il a créé, en 1865, après défrichement, une plantation de cacaoyers appelée *San-Emilio*, de 35 000 pieds, et, chaque année, il fait donner de nouveaux soins à cette culture importante. Toutefois, tous ces arbres sont encore trop jeunes pour donner beaucoup, mais ils fourniront pleine récolte vers 1870 ou 1872.

Le *Valle-Ménier* entre Mandaimé et Rivas, est une hacienda de 1500 hectares. Au moment de la prise de possession en 1862, il y avait 52000 pieds de cacaoyers qui rapportent déjà, et, depuis lors, on en a planté encore 122000.

Un hectare de terre, y compris les chemins et les canaux qu'il faut ména-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ger, ne contient que 1500 à 1800 arbres. Il y a donc 100 hectares de terre au Valle et 25 à Tortugas qui sont exclusivement consacrés à cette culture.

Chaque arbre adulte ne fournit, en moyenne, que 750 grammes d'amandes sèches. Il ne commence à donner quelques fruits que vers la sixième ou la septième année. M. Ménier ne récolte, en ce moment, que de 28 à 30000 kilogrammes de cacao; mais cette récolte va s'augmenter des produits de la plantation, âgée de sept ans, et l'on doit estimer que son accroissement annuel sera d'environ 12 à 15000 kilogrammes.

Le nombre des ouvriers occupés soit au Valle, soit à Tortugas varie de 280 à 300; ils sont de race indigène et appartiennent au pays même, mais l'administration a pour chef un directeur français.

Nous avons cru qu'il pouvait être utile de faire connaître ces indications sur les cacàoyères du Nicaragua, parce qu'elles montrent la voie nouvelle que M. Ménier veut faire suivre à son industrie; revenons, toutefois, à l'objet principal de ce rapport, à l'usine de Noisiel, c'est-à-dire à la fabrication du chocolat.

C'est par le mélange étudié des différentes sortes de cacaos, suivant les années, suivant les soins apportés à la récolte ou au transport, suivant encore les améliorations dans le travail, que M. Ménier fabrique, avec du sucre mis dans la proportion de 42 à 46 pour 100, la sorte commerciale qui est si recherchée et que l'on peut livrer à bon marché, tout en lui conservant sa bonne qualité nutritive.

Pour le mélange, M. Ménier trouve plus avantageux d'employer 1/3 de sucre candi Martinique, premier jet, avec 2/3 de sucre de betterave candi n° 3, premier jet, que d'employer le sucre des raffineries, qui est, sous certains rapports, moins satisfaisant.

Le sucre Martinique est plus gras que le sucre de betterave, et facilite les opérations relatives au pesage de la pâte.

M. Ménier livre au commerce en gros son chocolat à 3 fr. le kilog., et il ne doit pas être vendu au détail plus de 3 fr. 60. Dans ces limites, il y a un bénéfice suffisant pour le fabricant et pour le marchand détaillant.

Il est curieux de constater que les droits de douane payés pour l'entrée du sucre et des cacaos ont une grande influence sur la consommation. Ainsi, en 1860, lorsque les droits de douane ont été abaissés de 35 pour 100, les prix du chocolat ont immédiatement diminué, et la consommation, de 1256000 kilog., est montée à 1626201 kilog. Les cacaos, en 1867, ont augmenté de cette différence, et la vente a diminué immédiatement de 200000 kilog.;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

depuis, on a rétabli les anciens prix de 3 fr. 60, et la vente est actuellement supérieure à 2900000 kilog. par an.

Les droits de douane payés par les produits que fabrique M. Ménier s'élèvent à peu près, cette année, à 1200000 fr.

Les sacs de cacaos qui sont livrés par le commerce contiennent des graines déformées, avariées, piquées par les insectes, des morceaux de bois, des pierres et d'autres corps étrangers estimés à 4 ou 5 pour 100, et dont il faut d'abord se débarrasser pour n'avoir que des amandes de bon goût.

Dans les petites fabriques, et même anciennement dans les grandes, ce travail préparatoire se faisait à la main ; aujourd'hui M. Ménier se sert de machines spéciales dont nous chercherons à indiquer le fonctionnement.

Le premier nettoyage se fait dans deux époudreurs, l'un de 3 mètres et l'autre de $4^{m},50$ de longueur. Ces appareils, en fonte, sont recouverts hermétiquement par une tôle demi-cylindrique. A l'une des extrémités de chacun d'eux se trouve une trémie dans laquelle le cacao brut est versé par une chaîne à godets. A l'intérieur se trouve un cylindre métallique, perforé à la manière d'une râpe, pour opérer un premier nettoyage pendant le mouvement de rotation qui conduit les fèves dans un entonnoir demi-sphérique à la suite duquel elles passent dans un deuxième cylindre rotatif qui permet aux graines de diverses grosseurs de tomber dans des auges spéciales devant lesquelles la paroi du cylindre est percée de trous rectangulaires de trois dimensions différentes. Chacun des compartiments de ce diviseur a la même longueur que l'époudreur avec lequel il communique, et l'on reçoit à part tous les grains avariés qui, trop gros ou trop petits pour être considérés comme étant de bonne qualité, sont destinés aux rebuts.

Le cacao sort des trieuses divisé par grosseur et débarrassé de presque tous les corps étrangers qui peuvent s'y trouver mêlés; on le distribue ensuite à des ouvrières au nombre de 60, qui le visitent une première fois à la main, de manière à enlever ce qui aurait pu échapper au travail des machines. Ces ouvrières sont à leur tâche et gagnent 2 fr. par jour en moyenne.

Elles travaillent dans des ateliers d'une propreté remarquable et qui sont, en outre, bien ventilés et éclairés par de nombreuses fenêtres. En hiver, ils sont chauffés par des tuyaux de vapeur et éclairés, le soir, par de nombreux becs de gaz.

Ces ateliers sont pourvus d'eau en abondance, afin de pouvoir exiger des ouvrières la plus grande propreté.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le cacao, tout prêt à être employé, est porté à l'atelier des brûloirs, contigu au précédent, qui n'a pas moins de 44 mètres de longueur sur 11 mètres de largeur avec une hauteur de 7^{m},60.

Il y a, dans cet atelier, 12 broches, un brûloir système Imbert, un décortiqueur concasseur et deux tarares aspirateurs dits tarares américains.

Chaque broche consiste en un cylindre en tôle dans lequel on met environ 35 kilog. de cacao. Aussitôt qu'elle a été placée au-dessus d'un fourneau chauffé au coke, elle reçoit un mouvement de rotation autour de son axe horizontal pendant environ 40 minutes, temps qui est généralement suffisant pour que le brûlage soit amené au point convenable, ce dont l'ouvrier s'assure en surveillant assidûment l'opération.

Le brûleur Imbert consiste en une série de 24 tubes disposés sur quatre rangées. Le cacao, reçu dans une trémie, passe peu à peu dans ces tubes et y est soumis à l'action de la chaleur dégagée par le fourneau placé au bas de l'appareil. Cet appareil, bien étudié, doit fournir des résultats plus certains parce que la chaleur est plus ménagée et que chaque grain, étant pour ainsi dire brûlé isolément, est préparé en 5 ou 6 minutes, d'une manière plus uniforme. Il est probable que M. Ménier sera conduit à en faire un emploi plus général sinon exclusif.

Le cacao brûlé est mis en tas au milieu de l'atelier pour ressuer, et c'est là que d'autres ouvriers le prennent, pendant qu'il est encore chaud, pour le mettre dans les concasseurs.

Lorsque le cacao torréfié n'est pas entièrement refroidi, on obtient de plus gros fragments d'amandes; si on le laisse reposer plus longtemps, on n'obtient que des débris pulvérulents donnant lieu à une grande perte.

Le décortiqueur concasseur auquel revient l'opération suivante est composé d'une trémie dans laquelle le cacao torréfié est encore amené par une chaîne à godets. De là il descend entre deux surfaces coniques dont l'une est garnie de pointes très-peu espacées. L'un des cônes est animé d'un mouvement de rotation, et force ainsi les fèves, qui se promènent entre les pointes, à être tout à la fois décortiquées et concassées. Le produit de la machine arrive dans un cylindre qui le conduit jusqu'au bas de l'appareil, où il est repris de nouveau par une autre chaîne à godets, et amené dans trois cylindres horizontaux en tôle faisant office de trieurs, dans lesquels six ventilateurs sont chargés d'expulser les coques et tous les débris plus légers que l'amande. C'est après ce concassage et ce premier nettoyage que l'amande est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

envoyée dans le tarare aspirateur, qui complète le nettoyage en enlevant le peu de matière étrangère qui s'y trouverait encore mélangée.

Un nouveau triage à la main complète les soins minutieux qu'exige la première préparation de la matière première.

L'amande, ainsi épurée, est enfin portée dans l'atelier de broyage placé à cheval sur le bras de la Marne.

Anciennement, et cela se pratique encore dans certaines fabriques, on broyait les cacaos par sorte et on établissait ensuite les mélanges.

Chez M. Ménier, au contraire, les matières sont envoyées à l'atelier de broyage dans des waggons circulant sur des voies de fer; on les mélange d'abord à la pelle et on commence le broyage avant toute addition de sucre.

Les ateliers de broyage occupent un bâtiment à cinq étages, qui est le plus ancien de l'usine, et qui servait autrefois de moulin, avant les additions qui y ont été faites.

Le cacao monté mécaniquement à l'étage supérieur, est versé dans des trémies dont il redescend par un tube métallique sur une meule en granit enchâssée dans une cuvette de fonte polie, et surmontée d'une autre meule tournante qui détermine le premier broyage préparatoire, et amène déjà la matière à l'état d'une pâte grasse et fluide que l'on recueille dans la cuvette.

Au moyen d'une ouverture convenable, cette pâte peut être reçue dans une bassine au moyen de laquelle elle est portée dans un broyeur composé de trois cylindres horizontaux tournant à des vitesses différentes et en sens contraires. Cette opération est continuée ensuite dans des appareils semblables dont les cylindres sont toutefois plus rapprochés pour obtenir un broyage parfait et définitif.

La pâte est alors propre à la préparation du chocolat, c'est-à-dire à son mélange intime, sans aucune autre addition d'aucune sorte, avec le sucre; mais combien de précautions à prendre encore pour arriver à une homogénéité parfaite. Un mélangeur, composé d'une vaste cuvette, dont le fond est en granit, et dans laquelle se meuvent deux meules tournantes à axe horizontal, reçoit d'abord la pâte, puis le sucre, par fractionnements pesés à l'avance : ce mélangeur forme le chocolat à l'état brut.

Avant d'être amené à l'état d'homogénéité qu'exige une bonne fabrication, ce chocolat est passé successivement dans cinq broyeuses à trois cylindres, analogues à celles que nous avons déjà indiquées pour le cacao; la dernière est dite finisseuse, bien qu'avant de quitter l'atelier la pâte soit encore

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soumise à l'action d'une dernière broyeuse à quatre troncs de cône en granit, roulant sur une table de même substance, enchâssée dans une autre table en fonte.

Considérés dans leur ensemble, les appareils de préparation de la pâte comprennent 11 moulins, 29 broyeurs à cylindres, 4 mélangeurs et 4 broyeuses à cônes tronqués. On jugera de l'importance de cette installation mécanique, quand on saura qu'un étage tout entier est exclusivement occupé par les organes de transmission placés ainsi dans les meilleures conditions pour mettre les ouvriers à l'abri de tout accident.

Le chocolat en pâte est pris au bas de la chaîne à plateaux qui dessert tout le bâtiment du broyage, et conduit sur des waggons dans des étuves maintenues continuellement à une température de 30 à 32° environ. Elle en est retirée, après un séjour plus ou moins prolongé, pour être versée dans un malaxeur, à trois meules de granit, agissant rapidement et ramenant incessamment la pâte sous ces meules, au moyen de couteaux convenablement disposés. Au bout de quelques minutes, la pâte est retirée soit pour être pesée à la main, soit pour être livrée à la peseuse mécanique.

Dans le premier cas, des ouvriers qui ont des cadres remplis de moules vides en fer-blanc les portent devant un ouvrier qui pèse exactement 1/2 kilog. de pâte et la remet dans chaque moule.

Cette manipulation ancienne a, selon nous, besoin d'être modifiée; pour un produit aussi susceptible que le chocolat, il faut, autant que possible, éviter le contact de la main, surtout lorsque la pâte est encore molle, et bientôt, sans doute, M. Ménier, qui vient de faire un essai dans cette voie, arrivera à ne plus employer que des machines pour faire la pesée réglementaire.

Le peseur mécanique, déjà en fonction, se compose d'un cylindre à enveloppe de vapeur, traversé par une palette hélicoïde ou vis sans fin qui fait descendre la pâte dans des vides laissés par des pistons roulant sur un plan incliné ; une noix comprime cette pâte qui, reçue sur un plateau tournant, est divisée en petits pains de 125 ou 250 grammes, sous la forme des anciens biscuits, dont le nom leur est resté. Dans son mouvement, le plateau conduit ces biscuits près d'une caisse qui les fait glisser sur une table ronde en fonte polie tournant en sens inverse du plateau.

Il paraît, toutefois, que la pesée ainsi faite n'est pas toujours exacte, et que des différences de 1 à 2 grammes, constatées avec l'emploi de cet appareil, sont déjà assez grandes pour laisser quelque doute sur l'application si désirable de la machine à la fabrication d'une denrée alimentaire qui exige tant de soins.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au fur et à mesure des pesées, les biscuits ou les boudins sont placés dans un moule présentant ses divisions demi-cylindriques et portant la marque de fabrique. Trente moules, ainsi garnis et posés sur une planche, sont ensuite placés sur une tapoteuse mécanique et secoués de manière à rendre la surface de la pâte parfaitement unie et à faire disparaître les bulles d'air interposées. Enfin on imprime à nouveau la marque de fabrique sur la face libre, et les planches garnies de moules sont placées sur un waggon à claire-voie à l'aide duquel on les conduit dans les caves. Le service de l'atelier de dressage comprend 3 malaxeurs, 3 peseurs mécaniques, 6 boudineuses et 24 tapoteuses. Le sol de cet atelier, qui a 52 mèt. de longueur sur 11 mèt. de largeur, est entièrement recouvert de tôle cannelée.

Les waggonnets sont conduits, au moyen de rails en fer, au rafraîchissoir établi dans un sous-sol froid, divisé en salles nombreuses, où il y a des tables en marbre blanc, sur lesquelles on dépose les moules. On les retire au bout de trois heures sous forme de tablettes froides et dures, bonnes enfin à être enveloppées. En été, les plaques de marbre sont avantageusement remplacées, pendant les grandes chaleurs, par des plaques en métal sous lesquelles on fait passer un courant d'eau froide.

Enfin les tablettes sont livrées à des ouvrières, qui les enveloppent d'une feuille d'etain et de deux feuilles de papier qui portent la marque du fabricant.

Les plieuses font 600 paquets dans leur journée, et gagnent ainsi 2 fr. 20 c. à 2 fr. 40 c.

Chaque feuille d'étain pèse 3 grammes, et on en emploie, à l'usine de Noisiel, pour 10 000 fr. par mois. En 1867, on a dû en acheter pour 119 000 fr.

Cela paraîtra moins étonnant, lorsqu'on saura que le travail continue jour et nuit au moyen de relais d'ouvriers qui se succèdent sans aucune autre interruption que celle du dimanche. L'appareil moteur fonctionne donc toujours, les appareils ne refroidissent jamais pendant la semaine et on fabrique 10 à 11 000 kilog. par jour, soit 10 à 11 tonnes de chocolat.

Une telle fabrication suppose une quantité considérable de déchets que l'on estime à 4 ou 5 pour 100, et qui sont revendus, en moyenne, 80 fr. les 100 k. à de petits fabricants qui en retirent encore, par un triage à la main, toutes les amandes piquées, brûlées, avariées, entières ou non, qui ont été mises au rebut par M. Ménier.

Avec ces produits de mauvais goût et des cacaos de Bahia, des Antilles, de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la Guyane, du sucre impur et de la farine, on fabrique de mauvais chocolats qui sont vendus à très-bon compte et consommés dans de petits établissements.

Mais ils servent quelquefois, au moyen de papiers semblables ou d'étiquettes contrefaites, à imiter les bons chocolats.

Plus le chocolat est cher et plus on cherche à le falsifier, et nous pourrions indiquer ici toutes les substances qui ont été ou sont encore employées pour opérer ces fraudes, mais cette nomenclature nous entraînerait trop loin de notre sujet.

Si nous observons la marche suivie dans la consommation du cacao, nous remarquons que le chocolat, connu surtout depuis la conquête du Mexique par Fernand Cortès, et introduit en France sous le règne de Louis XIII, ne fut bien apprécié que vers la fin du XVII^e^ siècle.

Vendu d'abord sous le régime d'un privilége conféré le 22 janvier 1692, qui fut supprimé quinze mois après, le 12 mai 1693, sa consommation a pris une extension considérable, dont on se fera une juste idée par quelques citations empruntées aux annales du commerce extérieur :

	CACAOS.		CHOCOLATS.	
	Importation.	Exportation.	Importation.	Exportation.
	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.
1849.	3 132 771	677 425	4 447	24 433
1850.	2 788 248	773 944	4 000	32 177
1851.	2 866 160	540 990	3 978	34 913
1852.	3 194 034	576 720	5 520	43 202
1853.	3 751 057	664 815	6 785	59 347
1854.	4 222 964	518 195	12 733	76 094
1855.	3 973 128	907 826	10 196	126 078
1856.	6 220 703	1 305 829	9 806	167 791
1857.	5 304 207	2 108 627	6 139	100 014
1858.	5 806 214	884 004	4 883	95 773
1864.	6 627 810	2 083 500	27 196	278 545
1865.	7 304 819	1 707 962	19 172	328 698
1866.	10 009 889	1 453 921	31 243	326 966

M. Ménier, qui fabriquait à Noisiel,

	du 1^er^ juillet 1849	au 1^er^ juillet 1850.	396 029	kilog.
a fabriqué	— 1857	— 1858.	919 156	—
	— 1858	— 1859.	1 117 684	—
	— 1863	— 1864.	2 000 968	—
	— 1864	— 1865.	2 212 077	—
	— 1865	— 1866.	2 501 601	—
	— 1866	— 1867.	2 288 501	—
	— 1867	au 1^er^ mai 1868.	2 388 347	— (10 mois).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comme on le voit, la fabrication de Noisiel augmente d'une manière rapide.

L'emploi plus avantageux des machines, leurs perfectionnements ont contribué au développement de cette industrie et contribueront, à l'avenir, à rendre générale, même dans la classe ouvrière, la consommation d'un aliment sain, bien préparé et que l'on obtient déjà à un prix peu élevé.

Mais, pour arriver à cette bonne préparation, à l'observation des soins minutieux exigés à Noisiel dans toute la série d'opérations que nous venons de décrire, il a fallu former une population ouvrière affectionnée; il a fallu la maintenir dans le pays et lui assurer près de l'usine le logement et la nourriture.

Aussi vos commissions ont-elles visité avec satisfaction des corps de logis différents où habitent les célibataires et les hommes mariés. Il y a là une cantine très-confortable où l'on prépare, pour un prix modique, des aliments sains et substantiels qui sont vendus aux ouvriers, ou compris dans leurs salaires.

Ils trouvent là le déjeuner, le dîner et le coucher; ils prennent leurs repas dans une salle commune qui, pendant l'hiver, est chauffée et éclairée au gaz.

Le soir, après leur travail, ils peuvent se réfugier dans cette salle, y causer, y jouer et même s'y procurer des livres fournis gratuitement par une bibliothèque commune. Cette dernière institution, dans une usine isolée, est, à elle seule, digne du plus vif intérêt, surtout si cette bibliothèque venait à posséder un choix d'ouvrages techniques, autant que possible appropriés aux diverses professions qu'exigent soit la fabrication principale, soit les services annexes des ateliers de réparation si importants dans une usine de ce genre. Ces soins continuels de l'administration de Noisiel pour les ouvriers ont été appréciés par la population des environs, et M. Ménier a formé ainsi une petite colonie de plus de 300 ouvriers qui assure au fonctionnement de son usine la continuité et toute la régularité de travail désirable.

L'usine de Noisiel est tout aussi remarquable par l'ordre dans lequel sont placés les divers ateliers que par l'organisation de chacun d'eux en particulier.

On arrive dans une cour centrale à droite de laquelle se trouvent les magasins d'arrivée et les brûloirs. Les machines à vapeur occupent le milieu de cette cour dans un bâtiment spécial, et presque dans son prolongement se trouve le grand bâtiment sur la Marne, contenant les turbines et l'atelier de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

broyage; à gauche de la cour et symétriquement aux magasins d'arrivée, sont les ateliers de tapotage et de pesage, les caves ou rafraîchissoirs, l'empaquetage et les magasins d'expédition. Il résulte de cette disposition fort remarquable que les matières suivent rationnellement le chemin le plus convenable, qu'aucun rapprochement n'est possible entre les matières fabriquées et les matières en cours de fabrication.

On commence seulement à comprendre l'importance d'une telle organisation dont il serait difficile de trouver un exemple plus satisfaisant qu'à l'usine de Noisiel, où les diverses constructions, parfaitement appropriées chacune au genre de travail qu'elle abrite, ne laissent pas, d'ailleurs, que d'offrir d'excellents exemples du bon emploi du fer et de la fonte dans des conditions qui ne manquent pas d'une certaine élégance dans les formes et dans l'aspect général.

Vos comités des arts mécaniques et des arts économiques vous proposent de remercier M. Ménier de sa communication, de lui témoigner tout l'intérêt qu'ils ont rencontré dans la visite de son usine, et d'insérer le présent rapport dans votre *Bulletin*, en y joignant les figures de l'une des turbines et celle de l'ensemble des ateliers.

Signé TRESCA *et* DUCHESNE, *rapporteurs*.

Approuvé en séance, le 26 *juin* 1868.

DESCRIPTION DE LA PLANCHE 411 REPRÉSENTANT L'UNE DES TURBINES ÉTABLIES DANS L'USINE DE M. MÉNIER PAR M. L. D. GIRARD.

Fig. 1. Vue d'aval de la turbine dans un plan perpendiculaire à son axe de rotation.

Fig. 2. Section verticale passant par l'axe.

La description qui suit est extraite, en partie, de la note que M. L. D. Girard a publiée, en 1855, dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*.

L'appareil se compose de trois parties essentiellement distinctes :

1° La première est une roue mobile A, dite *récepteur;* elle est dentée, à son pourtour extérieur, pour communiquer le mouvement, au moyen d'une roue d'angle B, à l'arbre vertical C, qui porte cette roue et qui transmet ce mouvement dans l'intérieur de l'usine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La roue A, établie d'une manière invariable, est formée de deux couronnes concentriques, composant un anneau évasé de l'amont à l'aval, et portant une série d'aubes courbes qui ont fait donner à cette roue le nom de *roue-hélice*. Le premier élément de ces aubes, c'est-à-dire celui d'amont, possède une inclinaison relative à la vitesse que l'on veut donner au récepteur; le dernier élément possède une inclinaison assez faible relativement au plan vertical de rotation, afin de réduire, autant que possible, la vitesse absolue conservée par l'eau qui quitte la roue.

La couronne intérieure est reliée, par des bras D, à un moyeu qui fixe la roue sur son arbre horizontal E.

Enfin l'arbre E est dirigé dans le sens même du cours d'eau, et le mouvement de rotation de la roue a lieu, par conséquent, dans un plan vertical perpendiculaire à l'axe du courant que l'on veut utiliser.

2° La deuxième partie de l'appareil, dite *partie fixe d'amont,* consiste en deux couronnes concentriques F, F′ formant un canal annulaire G évasé vers l'amont, et muni de directrices d'une inclinaison convenable pour conduire directement l'eau motrice sur la série d'aubes courbes de la roue-hélice.

La couronne intérieure F′, prolongée en pointe vers l'amont afin de diviser l'eau et de la diriger dans le canal annulaire G, forme une sorte de chambre ou capacité H soustraite à l'eau, et dans laquelle est installé en I le tourillon amont de la roue. L'étanchéité de cette chambre est maintenue par la boîte à étoupes J, et l'on y pénètre par le tube de descente K.

3° La troisième partie, dite *partie fixe d'aval*, consiste en un tambour-cône L supporté sur les bajoyers par deux bras creux à section lenticulaire M (fig. 1). L'intérieur de ce cône qui porte le tourillon d'aval N est, comme l'intérieur de la partie fixe d'amont, mis à l'abri de l'eau et rendu étanche par la boîte à étoupes O entourant l'arbre de la roue; on y pénètre par le tube d'aval P.

L'appareil que nous venons de décrire a été installé, en 1853, sur la Marne, chez M. Ménier; c'est là que M. Girard a fait la première application en grand de son système. Depuis cette époque le niveau des eaux a varié souvent depuis l'étiage jusqu'à une hauteur où la roue était entièrement noyée sans altérer un seul instant la marche de l'usine. A cet égard l'auteur fait remarquer qu'il s'opère tout naturellement une espèce de compensation entre les volumes d'eau que la roue peut absorber au moment des crues et la diminution de chute correspondante à ce cas. En effet, à mesure que les niveaux d'amont et d'aval s'élèvent, ce qui amène, dans la plupart des cas, une diminution de chute, la roue se trouve plongée davantage dans l'eau, et par conséquent une plus grande quantité d'aubes reçoivent l'impulsion du fluide moteur; en un mot, une diminution de chute correspond toujours à la possibilité de débiter un plus grand volume.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DE LA PLANCHE 412 REPRÉSENTANT L'USINE DE M. MÉNIER.

Le dessin de cette planche est une coupe horizontale faite au niveau du sous-sol pour les bâtiments établis sur les bords de la Marne, et au niveau du rez-de-chaussée pour celui qui est construit sur la rivière.

Bâtiments sur le bord de la Marne.

A, étuve à sucre. Immédiatement au-dessus, c'est-à-dire au rez-de-chaussée se trouvent un atelier où l'on pèse le sucre et un réfectoire pour les hommes de nuit.

B, grand couloir de service avec chemin de fer desservant toutes les parties de l'usine.

C, atelier de grillage et de décorticage.

D, atelier de triage des coques.

E, chambres recevant les poussières provenant du décorticage.

F, chambre du monte-charge.

Au-dessus de B, D, E, F est un atelier où le cacao est trié avant et après sa torréfaction ; au premier étage correspondant est l'atelier de nettoyage.

G, magasin.

H, chambre renfermant les générateurs à vapeur, les massifs des machines et les appareils pour la fabrication du gaz d'éclairage ; le gazomètre est en dehors de l'usine.

I, caves à charbon.

J, chambre contenant un réservoir et une petite machine pour l'alimentation des chaudières.

Au-dessus de H, J sont les machines à vapeur.

K, salle de dégagement.

L, rafraîchissoirs des gros pains.

M, chambre du ventilateur envoyant l'air dans les rafraîchissoirs.

N, grand atelier de dressage renfermant les mélangeuses, broyeuses-finisseuses, peseuses, boudineuses et tapoteuses.

O, étuves pour déchets, moules, pâte et pains.

P, chambre des monte-charge servant à monter au pliage les tablettes de chocolat sortant des rafraîchissoirs.

Au-dessus de B, O, P est l'atelier de pliage, dans lequel les tablettes sont enveloppées, cachetées, étiquetées, etc.

Q, petits rafraîchissoirs.

Au-dessus de Q sont un atelier d'emballage et une cour de service.

R, grands rafraîchissoirs.

S, magasin au-dessus duquel sont des bureaux.

T, autre magasin.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

U, autres caves à charbon.

V, ateliers de chaudronnerie, de forge et de mécanique.

Au-dessus de W sont les écuries et sur celles-ci les greniers à fourrages.

Bâtiments sur la Marne.

Ce bâtiment, qui est relié par un pont X aux autres parties de l'usine, se compose de quatre étages :

Rez-de-chaussée. — Tire-sac; monte-bassine; pompes d'alimentation; atelier pour le travail des meules et des cylindres en granit; transmissions mécaniques.

1^er^ *étage.* — Atelier de broyage pour le cacao et la pâte de chocolat.

2^e^ *étage.* — Chambre de transmissions mécaniques; trémies à cacao pour l'alimentation des appareils du dessous.

3^e^ *étage.* — Autre atelier de broyage.

4^e^ *étage.* — Atelier de broyage et de tamisage du sucre; trémies à cacao pour l'alimentation des moulins de l'étage inférieur; réservoirs à eau.

Au-dessous de ce bâtiment sont installées les deux turbines du système Girard, dont la planche précédente donne le dessin. (M.)

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BARRESWIL, *au nom du comité des arts chimiques, sur un* PROCÉDÉ POUR LA TEINTURE EN GRIS SOLIDE, *présenté par* MM. BRETONNIÈRE *et* COMP., *à Laval (Mayenne).*

Messieurs, la première application faite de la double décomposition pour obtenir une teinture par le dépôt, sur les fibres textiles, d'un sel coloré est due à M. Daniel Kœchlin Schouch, qui a fixé sur tissus le *jaune de chrome.*

L'emploi des sulfures pour la teinture a été proposé pour la première fois par Braconnot de Nancy, qui appliqua sur tissus le *sulfure jaune d'arsenic.* On peut dire que le procédé de M. Bretonnière tient à la fois du procédé de M. Kœchlin et du procédé de Braconnot. En effet, l'inventeur propose d'employer le *sulfure* noir de mercure, préparé par *double décomposition*, pour produire principalement sur fil de lin ou de chanvre des gris plus ou moins foncés.

Voici en quoi consiste le procédé : On prépare le nitrate de mercure en dissolvant ce métal au moyen de son volume d'acide azotique ordinaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On étend d'eau, en quantité variable, suivant la nuance que l'on veut.

Les fils et tissus sont plongés dans ce bain, ensuite essorés et égouttés à la manière ordinaire de la teinturerie, puis immergés dans un bain de sulfure de potassium à raison de 1 kilogramme de sulfure pour 18 kilogrammes de matières textiles, plus ou moins selon la nuance. Après cette immersion, qui dure une demi-heure, fils et tissus sont égouttés rapidement et rincés à grande eau, puis essorés et séchés, soit à l'air libre, soit à l'étuve.

J'ai l'honneur de mettre sous les yeux du Conseil les spécimens préparés par M. Bretonnière; la couleur en est très-unie et dans le goût exact de la consommation.

La plus-value de la teinture sur le procédé à la noix de galle est, d'après l'inventeur, de 15 centimes par mètre de tissu; mais ce petit excédant de prix de revient paraît négligeable si on compare la teinture mercurielle à la teinture au fer et à la noix de galle ou autre substance astringente. En effet, la nouvelle teinture est certainement plus belle que l'ancienne; elle résiste mieux qu'elle aux agents atmosphériques, et soutient mieux l'action des acides et celle de la lessive.

Son inaltérabilité n'est pourtant pas absolue; elle est détruite par le chlore, et c'est là un inconvénient, surtout à Paris, où la lingerie, à moins qu'on ne la recommande, risque toujours d'être soumise à l'action de l'eau de javelle.

Je dois dire qu'on a reproché à M. Bretonnière d'introduire dans la teinture l'emploi d'un sel mercuriel. L'inventeur répond à cela, qu'aucun des ouvriers n'a ressenti d'effets fâcheux, ce que je crois aisément, attendu qu'il est toujours possible de manipuler les substances vénéneuses tout en mettant les ouvriers en garde contre tous les dangers des manipulations ou contre les produits eux-mêmes.

Je dois dire aussi que le sulfure de mercure a déjà été employé comme matière colorante des tissus. M. Sacc a présenté à la Société un mémoire [rapport de M. Salvetat (1)] sur l'impression en diverses couleurs par la décomposition à chaud des hyposulfites métalliques imprimés sur tissus; les noirs et gris étaient obtenus au moyen de l'hyposulfite de mercure.

En résumé, il s'agit d'une teinture nouvelle, relativement solide, d'un prix qui n'est pas excessif, et qui donne de très-beaux produits, et M. Breton-

(1) Voir *Bulletin* de 1858, 2e série, t. V, p. 415.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nière a apporté à la Société la communication d'un *fait nouveau* et intéressant.

Avant de poser les conclusions finales, je vous demande de faire une réserve :

J'éprouverai toujours une grande hésitation à approuver la diffusion d'un corps pouvant, par ses transformations, donner naissance à des produits dont l'action sur l'économie peut être extrêmement active. Je ne crois pas que le sulfure de mercure en lui-même présente des inconvénients, mais je ne puis pas répondre qu'il ne se rencontrera pas des circonstances dans lesquelles, au contact de la peau ou des aliments (un linge étant employé comme filtre ou autrement), ce sulfure pourra donner naissance à des composés mercuriels solubles et, par conséquent, actifs sur l'économie.

Cette réserve faite, j'ai l'honneur de proposer au comité de demander au Conseil un remercîment pour l'auteur, et le renvoi du présent rapport à la commission du *Bulletin*.

Signé BARRESWIL, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 14 mai 1869.

ARTS CHIMIQUES.

SUR LA MÉTHODE DE M. DUBRUNFAUT POUR L'ÉPURATION DES SIROPS ET DES MÉLASSES AU MOYEN DE L'OSMOGÈNE, PAR M. V. DE LUYNES,

Membre du Conseil.

Dans un travail présenté, le 12 novembre 1855, à l'Académie des sciences, M. Dubrunfaut annonça qu'il était parvenu à se servir de la force de l'osmose pour l'analyse de certains mélanges. La première application fut faite à l'épuration des mélasses et à l'extraction de leur sucre. Ces mélasses consistent en un mélange de sucre et de différents sels, principalement d'azotate de potasse et de chlorure de potassium, qui retardent et, dans certains cas, empêchent complétement la cristallisation du sucre qu'elles renferment. Il suffit donc, par un moyen quelconque, de diminuer la proportion de ces sels, pour rendre à la mélasse la propriété de fournir, par cristallisation, une nouvelle quantité de sucre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce résultat a été obtenu par M. Dubrunfaut en plaçant dans un endosmomètre de Dutrochet, en présence de l'eau, les mélasses à leur densité normale. Il s'établit alors deux courants, dont l'un, très-énergique, marche de l'eau vers la mélasse, tandis que l'autre, plus faible, marche de la mélasse vers l'eau. Ce dernier courant entraîne dans l'eau la plus grande partie des sels de la mélasse, de telle sorte qu'il reste dans l'endosmomètre une mélasse renfermant à peu près la proportion primitive de sucre (1), mais plus pauvre en sel, et qui, soumise aux opérations du raffinage, peut donner du sucre cristallisé.

Tel est le principe du nouveau mode de traitement, non-seulement des mélasses, mais aussi de tous les liquides sucrés, que M. Dubrunfaut a appliqué dans l'appareil industriel qu'il appelle *osmogène*.

Dans l'osmogène, en effet, on trouve, comme dans l'endosmomètre de Dutrochet, deux réservoirs séparés au moyen d'une paroi perméable par endosmose.

---

(1) Voici un exemple de ce mode d'analyse, appliqué à une mélasse prussienne qui accusait, a l'analyse mélassimétrique, 50 pour 100 de sucre cristallisable et 14 pour 100 de cendres. On a exécuté six opérations successives d'osmose, qui ramenaient la mélasse de 40 à 30 degrés Baumé, ce qui obligeait à une concentration du sirop à chaque opération pour le ramener à 40 degrés. L'osmose s'est ainsi effectuée dans des conditions identiques qui rendent les résultats parfaitement comparables. Voici ces résultats pris dans les analyses saccharimétrique et saline des six eaux obtenues de 100 grammes de mélasse mis en expérience :

	SUCRE.	CENDRES.
	gr.	gr.
1re eau.	0.5	4.0
2e —	0.5	2.0
3e —	0.5	1.0
4e —	0.5	0.5
5e —	0.5	0.3
6e —	0.5	0.3

Ces nombres, un peu arrondis à dessein, indiquent nettement la loi suivant laquelle s'accomplissent les réactions dans les conditions spécifiées; on voit, en effet, qu'à mesure que le sirop osmosé s'enrichit en sucre la diffusibilité de ce sucre, qui est faible, ne change pas sensiblement, mais à la condition de maintenir constante la densité du sirop, qui est une fonction de la diffusibilité. D'autre part, on voit que, en conséquence de la même propriété, la proportion de sels diffusée dans les six opérations successives va en décroissant en proportion géométrique à mesure que le liquide osmosé s'appauvrit en sels très-diffusibles, et dans les conditions de l'expérience prise pour exemple, la diffusibilité des sels cesse de décroître à une certaine limite, c'est-à-dire lorsque la quantité des sels restants est réduite aux 6/14. L'expérience démontre, en outre, que, dans ce cas, les sels qui restent dans le sirop sont des sels organiques peu diffusibles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'un de ces réservoirs contient la mélasse ou le sirop; l'autre réservoir est rempli d'eau ordinaire; la paroi perméable qui sépare les deux liquides est en papier-parchemin.

Chaque réservoir est constitué par un cadre en bois un peu épais, de 1 mètre de largeur, sur $0^m,66$ de hauteur et $0^m,015$ à $0^m,02$ d'épaisseur. Quatre barres transversales en bois divisent l'intérieur du cadre en cinq compartiments, qui communiquent entre eux au moyen d'ouvertures pratiquées dans chaque traverse.

De chaque côté du cadre sont fixées des feuilles de papier-parchemin soutenues par des cordes minces.

En faisant entrer la mélasse par la partie inférieure, elle monte en serpentant dans les cinq compartiments du cadre, et peut sortir par la partie supérieure.

Un second cadre, exactement disposé comme le précédent, mais rempli d'eau, est juxtaposé au premier, de manière que la même feuille de papier-parchemin serve de séparation aux deux cadres. Ce système constitue ce que l'on pourrait appeler un élément ou couple de l'osmogène; mais, comme sa surface active ne permettrait pas de traiter de grandes quantités de mélasses, M. Dubrunfaut réunit les uns à côté des autres un grand nombre de doubles cadres (25 pour l'eau et 25 pour la mélasse), qui fonctionnent simultanément et, par conséquent, donnent un rendement proportionnel au nombre de cadres employés; c'est l'ensemble de tous ces cadres qui constitue l'osmogène.

La seule condition à remplir pour que l'appareil marche avec succès, c'est que tous les cadres à mélasse et tous les cadres à eau puissent se remplir et se vider simultanément, comme si l'on n'opérait que sur un seul couple.

A cet effet, chaque cadre porte deux ouvertures à la partie supérieure, et deux à la partie inférieure. Dans les cadres à mélasse, l'ouverture inférieure de droite, par exemple, communique par un petit canal, pratiqué dans l'épaisseur du cadre, avec le premier compartiment; et le dernier compartiment est mis en rapport par un petit canal semblable avec l'ouverture supérieure de gauche, les deux autres ouvertures restant complétement isolées de l'intérieur du cadre.

Dans les cadres à eau, on rencontre la même disposition, avec cette différence que c'est l'ouverture inférieure de gauche qui est percée et que c'est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'ouverture supérieure de droite qui est en rapport avec le dernier compartiment.

Dans la réunion de tous les cadres qui composent l'osmogène, les ouvertures supérieures et inférieures forment par leur juxtaposition des canaux ou tubes horizontaux; dans le tube inférieur de droite se trouvent toutes les ouvertures correspondant avec les cadres à mélasse, de sorte qu'en faisant arriver la mélasse par ce tube, tous les cadres à mélasse se rempliront simultanément. Ils se videront de même par le tube supérieur de gauche, où viennent aboutir les ouvertures de tous les compartiments inférieurs. La même disposition s'applique aux cadres à eau.

On arrivera donc ainsi à produire un écoulement continu de mélasse et d'eau dans l'osmogène, les deux liquides étant toujours séparés pendant leur parcours par la membrane de parchemin.

On peut voir, à la planche 413, annexée à cette note et à la légende qui l'accompagne, tous les détails de construction de l'osmogène.

Voici maintenant les détails relatifs à la mise en marche et à la conduite générale de l'appareil.

Mise en train et manœuvre de l'osmogène.

On commence par placer entre chaque couple de cadres composant l'appareil une feuille de papier-parchemin, préalablement percée de trous semblables à ceux *b, c, c', d, d'* qui existent dans les cadres (fig. 5, pl. 413). Les boulons qui réunissent les cadres étant ensuite serrés, on ferme le robinet U (fig. 3) et on introduit l'eau dans l'entonnoir E', et en même temps le sirop dans l'entonnoir D' (fig. 3 et 4), en observant par les tubes à niveau V si les deux liquides montent bien à la même hauteur. Lorsque l'appareil est plein, l'eau d'exosmose doit déborder par l'éprouvette F' et le sirop osmosé par l'éprouvette F; dans chacune de ces éprouvettes est placé un aréomètre qui doit y rester en permanence. C'est au moyen de cet instrument qu'on juge si on doit augmenter ou diminuer l'introduction du sirop, de manière à obtenir qu'il sorte osmosé régulièrement au degré voulu. Il en est de même pour l'eau; mais, comme celle-ci n'accuse que peu de degrés à l'aréomètre, on en règle l'introduction plus facilement d'après son écoulement qui doit être environ double du volume du sirop osmosé.

Quant au degré auquel on doit faire descendre le sirop par l'osmose, il dépend de la nature même du liquide sucré et du degré d'épuration

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on veut obtenir. Des sirops qui entrent dans l'osmogène à 41 degrés B. peuvent en sortir à 30, à 25, à 10 ou 12 degrés et même moins encore si l'on veut.

La température du sirop, avant son introduction, peut varier de + 60 à + 75 degrés, pour empêcher la fermentation; celle de l'eau ne doit pas ordinairement être inférieure à + 85 degrés; une fois réglée, la température doit rester constante.

Lavages. — Les lavages peuvent être faits tous les jours ou à deux ou trois jours d'intervalle. Ils sont rendus nécessaires par l'encrassement des cadres et par les dépôts boueux provenant d'une épuration calcaire complexe due à l'osmose, ou encore par des altérations qui se manifestent par des gaz et des projections dans les petits tubes en verre *g* des cadres à eau (fig. 5). On vide alors l'appareil en faisant écouler l'eau et le sirop qu'il contient par les robinets X, dont un seul est visible fig. 4; on ouvre ensuite le robinet de communication U (fig. 3), et on introduit de l'eau chaude, 1° par l'entonnoir E', qui est l'entonnoir ordinaire d'introduction de l'eau, et 2° par l'entonnoir à sirop D'. La communication étant libre, on n'a pas à craindre de surcharge, et cette opération peut se faire rapidement. L'appareil étant plein, on peut laisser sortir l'eau quelques instants par les éprouvettes à eau et à sirop en fermant le robinet de communication U, après quoi on vide complétement. On peut ensuite remettre le travail en train, en introduisant de l'eau et du sirop comme il a été expliqué ci-dessus.

L'entonnoir à sirop D' (fig. 3) est ovale; il porte intérieurement deux tringles sur lesquelles on place une petite corbeille en toile métallique de $0^m,10$ de haut sur $0^m,10$ de large, dans laquelle tombe le sirop. Cette corbeille sert à retenir les corps étrangers qui se trouvent souvent dans les sirops, et dont l'introduction dans les cadres de l'appareil pourrait entraver la circulation du liquide.

Il est à remarquer, comme exemple général, que, lorsqu'on travaille à eaux perdues, l'eau d'exosmose peut être expulsée à 1 ou à 2 degrés B.; mais, lorsqu'on doit la concentrer, on a intérêt à l'obtenir un peu plus forte, et dans ce but on en règle l'introduction de manière qu'à la sortie sa densité s'élève à 3, à 4 ou même à 5 degrés. Lorsqu'on réosmose des sirops salés provenant d'eaux d'exosmose concentrées, la densité des nouvelles eaux d'exosmose peut être portée, à la sortie, à 6 ou 7 degrés B.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le travail épurateur des sirops que nous venons de décrire a déjà été appliqué dans trente établissements de sucrerie, qui ont mis en évidence la réalité et la puissance de l'osmose, considérée comme moyen d'analyse industrielle. Cette méthode permet de séparer, à l'aide d'un travail simple et sans l'intervention d'agents chimiques, des substances précieuses qui se trouvaient perdues. C'est ainsi qu'au moyen de l'osmose on peut faire sortir de la mélasse, résidu incristallisable des sucreries : 1° du sucre, 2° des chlorures de potassium et de sodium, 3° du nitrate de potasse, qui sont tous parfaitement cristallisés. Ce dernier travail n'est organisé que dans quelques usines, et notamment chez MM. Fiévet frères, à Six et à Masny, près Douai; chez M. Manage, à Thiaut, près Valenciennes; chez M. Decrombecque, à Lenz, etc.

L'emploi de l'osmogène a été expérimenté, en outre, récemment dans une grande distillerie de mélasses, chez M. Porion, à Wardrecques, près Saint-Omer, et ses résultats utiles sont mis là en grande évidence. En effet, un osmogène peut, dans ce cas, suffire pour osmoser de 40 à 30 degrés B. 5000 kilogrammes de mélasse par vingt-quatre heures, et ce travail, en faisant sortir les nitrates, qui empêchent la fermentation alcoolique, ne peut qu'être favorable à la production de l'alcool, tout en conservant intacts des sels de grande valeur pouvant être utilement restitués au sol qui les a fournis aux betteraves.

L'emploi de l'osmogène étant basé sur la diffusibilité, qui est variable dans les diverses substances chimiques sur lesquelles s'exercent de nombreuses industries, il est évident qu'on pourra en faire une infinité d'utiles applications dans les laboratoires de recherches et dans les ateliers.

M. Dubrunfaut s'occupe de l'appliquer à la distillation des grains par les acides en s'appuyant sur la grande diffusibilité de ces derniers, qui permet de les séparer par osmose de la dextrine et des glucoses pour les faire servir indéfiniment (1).

---

(1) Dans la séance de la Société d'encouragement du 24 avril 1868 (voir *Bulletin* de 1868, t. XV, p. 382), où M. de Luynes a parlé de l'osmose et expliqué l'osmomètre de M. Dubrunfaut, un membre de la Société, M. Schwartz, a demandé si l'application faite par M. Dubrunfaut dans les sucreries n'aurait pas quelque analogie avec un procédé pratiqué en Allemagne sous le nom de *diffusion*, et qui aurait été inventé depuis quelques années par M. Robert, fabricant de sucre, à Selewitz (Autriche). A cette observation, M. Dubrunfaut répond que la diffusion dont il est question dans le procédé de M. Robert n'est qu'une modification de la *macération*, inventée par Mathieu de Dombasle, et que, en exceptant les matières albuminoïdes, elle n'effectue aucune analyse saline. M. Dubrunfaut ajoute « qu'elle est, d'ailleurs, de beaucoup postérieure en date, de même que la dialyse de « M. Graham, à la découverte de l'osmose, qui a pour date certaine le 1er avril 1854. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 413 REPRÉSENTANT L'INSTALLATION DES APPAREILS POUR L'ÉPURATION DES SIROPS ET DES MÉLASSES AU MOYEN DE L'OSMOGÈNE.

Figures 1 *et* 2.

La figure 1 est une élévation longitudinale représentant une batterie de quatre osmogènes.

La figure 2 est une section verticale suivant la ligne I, II de la figure 1.

A, A, chaudières à réchauffer les sirops à osmoser provenant soit de l'égout des turbines, soit des chaudières à mélasse.

B, chaudière à eau d'alimentation des osmogènes; l'eau doit être maintenue dans cette chaudière à une température constante, déterminée par les conditions du travail.

C, C, C, C, batterie de quatre osmogènes; chaque osmogène est composé d'un certain nombre de cadres juxtaposés et serrés entre deux sommiers C′ au moyen de boulons; la construction de ces cadres sera détaillée plus loin.

D, tuyau d'alimentation des sirops, branché sur les chaudières A, A et muni de petits robinets correspondant aux entonnoirs à sirops D′ des osmogènes.

E, tuyau d'alimentation d'eau, branché sur la chaudière B et également muni de petits robinets correspondant aux entonnoirs à eau E′ des osmogènes.

F, F′, éprouvettes d'où s'écoulent les produits de l'opération, c'est-à-dire, d'une part, les sirops osmosés qui se rendent dans la chaudière G et, d'autre part, les eaux d'exosmose qui coulent dans une chaudière de concentration.

G, chaudière à réchauffer ou à clarifier les sirops osmosés.

H, H, filtres contenant du noir en grains.

I, monte-jus des filtres.

J, J, longrines sur lesquelles les appareils sont disposés symétriquement à hauteur convenable. Les sommiers C′ des osmogènes sont munis, dans le bas, de deux petits tourillons tournant dans des coussinets fixés sur ces longrines, en sorte que, lorsqu'on veut changer le papier-parchemin dont les cadres sont munis, il suffit, pour sortir ceux-ci, de desserrer les boulons et de faire basculer les sommiers après avoir démonté les tubes qui y sont fixés.

K, cuvette en cuivre, placée sous chaque osmogène et destinée à recevoir l'égouttage ou les eaux de lavage pour protéger le plancher.

L, petit entonnoir servant soit pour dégagement d'air (fig. 2), soit pour l'alimentation suivant les besoins.

M, prise générale de vapeur.

N, tuyau de vapeur de monte-jus.

O, tuyau d'échappement de monte-jus.

P, tuyau de vapeur pour la chaudière G.

Q, tuyau de vapeur pour les chaudières A, A et B.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous ferons remarquer que les dispositions que représentent les figures **1** et **2** sont celles qui ont été prises au début. Depuis lors, elles ont été modifiées de la manière suivante :

Ainsi les chaudières A, A et B sont placées à l'extrémité de la ligne des osmogènes, dans une direction perpendiculaire à cette ligne.

Les tuyaux de distribution de sirop et d'eau D et E sont rapprochés à l'aplomb des osmogènes, de telle sorte qu'un seul ouvrier puisse en même temps diriger les chaudières dont les robinets sont à portée de sa main.

Figures **3** *et* **4**.

La figure **3** est une élévation, dans un plan parallèle à celui des sommiers, d'un osmogène installé suivant les nouvelles dispositions adoptées.

La figure **4** est une autre élévation dans un plan perpendiculaire à celui de la figure **3**.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets que dans les figures **1** et **2**.

C′, C′, sommiers de l'osmogène composés, chacun, de madriers de chêne, dont les joints bien étanches sont faits à languettes et rainures; le pourtour est garni d'une bride en fer, faisant fonction d'armature et sur laquelle porte le serrage des boulons.

R, R, boulons de serrage réunissant les cadres à eau et les cadres à sirops.

1, **3**, **5**, **7**, etc., série des cadres à sirops (fig. **4**).

2, **4**, **6**, **8**, etc., série des cadres à eau alternant avec les précédents.

La construction de ces cadres sera expliquée plus loin.

S, S, tubulures en fonte taraudées à l'intérieur pour recevoir des tuyaux filetés en fer.

T, culotte en cuivre pour communication des deux séries de cadres.

U, robinet de communication des cadres à eau et à sirop; il est fermé pendant le fonctionnement de l'appareil.

V, tubes en verre indicateurs de niveau, placés sur la tranche d'un cadre à eau et d'un cadre à sirop.

D′, entonnoir d'alimentation des sirops.

E′, entonnoir d'alimentation d'eau.

F, éprouvette à sirops osmosés.

F′, éprouvette à eau d'exosmose.

W, W, boîtes à raccord en bronze.

L, tuyau d'air des cadres à eau.

X, robinets de vidange correspondant aux collecteurs d'eau et de sirop.

Y, Z, tuyaux de départ des sirops osmosés et des eaux d'exosmose, correspondant aux éprouvettes F, F′.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Figures 5 *et* 6.

La figure 5 est une vue d'un des cadres à eau de l'osmogène avec arrachement sur deux points des ficelles qu'il porte, dans le but de laisser voir certaines ouvertures dont il va être parlé.

La figure 6 est une section verticale perpendiculaire au grand axe de ce cadre.

a, cadre ou châssis en bois traversé par quatre barrettes également espacées et parallèles à ses longs côtés.

b, trous au nombre de six dans lesquels passent les boulons d'assemblage qui serrent tous les cadres entre les sommiers.

c, *c'*, ouvertures ovales placées aux extrémités d'une diagonale du cadre ; l'une *c* est un élément du canal d'arrivée de l'eau, l'autre *c'* est un élément du canal de sortie de cette eau devenue eau d'exosmose.

d, *d'*, ouvertures semblables aux précédentes et placées aux extrémités de l'autre diagonale du cadre ; la première *d* est un élément du canal d'arrivée des sirops et la seconde un élément du canal de sortie de ces mêmes sirops osmosés.

e, *e'*, petits canaux correspondant aux ouvertures *c*, *c'* ; ils sont faits avec deux tubes de laiton noyés dans l'épaisseur des longs côtés du cadre.

f, mortaises, au nombre de quatre, pratiquées aux extrémités des barrettes dans une position d'alternance.

g, tube en verre indicateur de niveau du liquide dans les cadres à eau.

Enfin les nombreuses lignes verticales représentent les ficelles placées de chaque côté du cadre, et sous lesquelles, de l'un ou de l'autre côté, se place une feuille de papier-parchemin percée d'ouvertures correspondantes aux ouvertures *b*, *c*, *c'*, *d*, *d'*. Ces ficelles, qui passent au travers de petits trous percés sur les bords des longs côtés du cadre, ont pour but d'empêcher l'adhérence entre les feuilles de parchemin de deux cadres consécutifs.

On voit, par suite de la disposition des barrettes du châssis, que ce châssis est divisé en cinq compartiments, dans lesquels l'eau entrant par l'ouverture *c* suivra le chemin indiqué par les flèches pour sortir par l'ouverture *c'*.

Les cadres à sirop sont faits de la même manière et portent les mêmes ouvertures *b*, *c*, *c'*, *d*, *d'* que les cadres à eau ; il y a cependant entre eux cette différence que, dans les cadres à sirops, les petits canaux *e*, *e'*, au lieu d'être placés aux ouvertures *c*, *c'*, sont, au contraire, placés aux ouvertures *d*, *d'* ; en outre, les mortaises *f* des barrettes sont disposées aux extrémités opposées à celles où elles se trouvent sur la figure 5. Il en résulte que dans ces cadres, qui dans un osmogène alternent avec les cadres à eau, les sirops entrant en *d* parcourent également cinq compartiments et sortent finalement en *d'*.

Quand les cadres sont assemblés (ceux de rang impair pour les sirops et ceux de rang pair pour l'eau), les ouvertures *c*, *c'*, *d*, *d'* constituent par leur juxtaposition quatre canaux parallèles, où circulent dans les deux premiers l'eau, et dans les deux seconds

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les sirops. C'est pendant cette double circulation que les sirops s'osmosent; les canaux *c, c'* correspondent respectivement aux entonnoir et éprouvette E′, F′ (fig. 3), de même que les canaux *d, d'* correspondent respectivement aussi aux entonnoir et éprouvette D′, F. (M.)

ÉLECTRICITÉ.

DE L'INDUCTION ET DE SES APPLICATIONS A LA CONSTRUCTION DES APPAREILS ÉLECTRO-MÉDICAUX, PAR M. F. P. LE ROUX,

Membre du Conseil. (*Fin.*) (1)

B.

Des appareils rhéo-électriques.

48. — Tandis que dans les appareils magnéto-électriques on dépensait de la force mécanique, dans ceux-ci on dépense de l'électricité, laquelle est fournie par une pile. Mais les deux sortes d'appareils rentrent en réalité dans un type commun, car dans les uns comme dans les autres on n'a d'autre but, soit par le mouvement, soit par l'emploi d'une pile, que de se procurer un courant initial dont la rupture détermine ensuite un extra-courant que l'on utilise soit directement, soit par la production d'un induit dans un circuit voisin. Dans les uns comme dans les autres, l'action est considérablement renforcée par la présence d'un fer doux dans l'hélice inductrice.

L'induction ne pouvant prendre naissance que par suite de l'état variable d'une certaine influence électro-dynamique ou électro-magnétique, il doit nécessairement entrer dans les appareils où le courant fourni par une pile est la source des effets d'induction, un organe spécialement destiné à produire les alternatives d'action de ce courant : c'est *l'interrupteur*, ou *rhéotome* comme on l'appelle aussi.

Le mode d'interruption diffère suivant que l'on veut produire des interruptions très-rapides ou au contraire très-lentes, régulièrement espacées ou non. Nous décrirons tout à l'heure les interrupteurs adoptés dans les appareils électro-médicaux dont il sera question ci-après; la critique que l'on pourrait adresser à la plupart c'est qu'ils offrent généralement le moyen de produire des interruptions très-rares ou au contraire très-rapides, et ne permettent pas de passer par des vitesses moyennes. Dans le plus grand nombre en effet, les interruptions lentes se font direc-

(1) Voir les cahiers d'avril 1869, p. 202, et de mai, p. 285.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tement à la main, ce qui permet à peine d'en faire deux par seconde, tandis que les interruptions vives qui sont automatiques se répètent au moins une vingtaine de fois par seconde. Il est cependant des appareils qui permettent de mieux graduer les interruptions ; nous aurons soin de faire ressortir pour chacun d'eux la réalisation plus ou moins parfaite de cette condition.

Nous ferons remarquer aussi à propos des interruptions rares qu'il y a à distinguer entre les interruptions tout à fait isolées et les groupes plus ou moins espacés d'interruptions très-voisines. Dans certains des appareils que nous décrirons ci-après, les interruptions rares se font par un organe spécial, et on n'a à chaque fois qu'une commotion parfaitement isolée; dans d'autres au contraire, c'est par l'intermédiaire du trembleur lui-même que se fait l'interruption, et, pour n'avoir qu'une commotion, il faudrait que ce courant ne fût maintenu que pendant un temps plus court que la durée d'une vibration du trembleur. C'est là une condition difficile à remplir, et lorsqu'on emploie des courants très-forts, c'est un grave inconvénient que d'être exposé à produire par quelque fausse manœuvre une série plus ou moins nombreuse de commotions au lieu de quelques-unes complétement isolées.

Les appareils magnéto-électriques semblent, au premier abord, permettre de graduer à volonté la fréquence des interruptions, puisque celle-ci est intimement liée à la rapidité du mouvement de la manivelle; il n'est pas inutile de faire remarquer qu'ils ne réalisent cependant pas les conditions les plus convenables pour faire varier la fréquence des interruptions en conservant une même intensité d'action. Il arrive en effet que lorsqu'on diminue la vitesse de rotation, non-seulement on diminue le nombre d'interruptions qui se produisent dans l'unité de temps, mais encore on fait décroître aussi l'intensité des effets, puisqu'on rend plus lent le mouvement qui détermine les variations de l'aimantation. Pour conserver l'intensité constante tout en faisant varier le nombre des intermittences par la vitesse de rotation, il faudrait donc avoir soin de rapprocher les armatures à mesure que celle-ci diminue, et cela suivant une certaine loi qu'il resterait à rechercher. Il est vrai de dire que la pratique médicale ne paraît pas, jusqu'à présent, s'être beaucoup préoccupée de cette condition.

En résumé, les appareils rhéo-électriques l'emportent donc sur les appareils magnéto-électriques, en ce que l'on y peut faire varier la fréquence des intermittences indépendamment de l'intensité, et aussi en ce que dans le plus grand nombre des cas les interrupteurs étant automatiques, on peut soutenir les effets un temps assez long sans l'intervention directe de l'opérateur; avantage qui compense bien l'incommodité qui résulte de la préparation d'une pile. Au reste, les efforts des constructeurs tendent précisément à donner aux appareils rhéo-électriques le caractère d'instantanéité de mise en action dont jouissent les appareils magnéto-électriques, et cela par la disposition de piles dont la préparation n'exige aucuns soins immédiats : nous en verrons des exemples. Il est vrai de dire aussi qu'il semble que rien ne puisse,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au point de vue de la commodité, l'emporter sur les appareils magnéto-électriques, toutes les fois que l'on veut employer l'électricité plutôt comme moyen d'exploration que comme agent curatif.

49. — Les interrupteurs séparés dont on peut faire usage, sont les suivants :

1° La roue interruptrice de Pouillet, formée d'une roue métallique portant des dents entre lesquelles sont incrustées des portions de matières isolantes, ou celle de Masson qui est une roue de verre, sur laquelle est enroulé un anneau métallique, présentant des solutions de continuité sur la moitié de sa largeur. Deux ressorts établissent la communication, l'un avec la partie métallique continue, l'autre avec la partie discontinue.

On peut faire mouvoir ces roues, soit à la main, soit par un mouvement d'horlogerie.

2° Une sorte d'étoile métallique à rayons très-aigus et très-espacés qui viennent plonger successivement dans une petite coupe remplie de mercure; on met ordinairement en mouvement ce système par un rouage d'horlogerie. Malheureusement, les communications par le mercure ne présentent pas de sûreté à cause de l'oxydation de ce métal par l'effet des étincelles, de telle sorte que sa surface se couvre rapidement d'impuretés qui finissent par empêcher la communication.

3° Pour obtenir des interruptions notablement espacées, Fabré Palaprat se servait du métronome des musiciens, auquel il adaptait un petit doigt métallique plongeant à chaque oscillation dans un godet rempli de mercure.

4° On peut employer le pendule, à l'exemple des horloges électriques, pour distribuer ou interrompre le courant. M. Duchenne a fait réaliser par M. Mathieu une horloge qui interrompt à volonté le courant une, deux, trois ou quatre fois par seconde.

5° De petits appareils d'horlogerie portatifs, tels que ceux de M. Pulvermacher, remplissent le même but et permet ent d'augmenter la fréquence des interruptions.

6° Les interrupteurs automatiques qui sont ceux où le courant détermine lui-même son interruption.

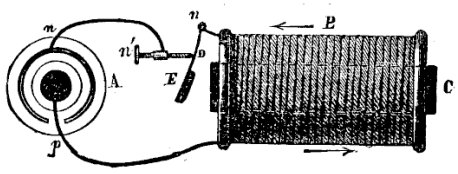


Fig. 31.

Le principe le plus fécond qui ait été utilisé dans leur construction est celui de l'interrupteur de Neef, qu'on appelle aussi quelquefois *trembleur*.

Soit (fig. 31) A la pile dont le courant traverse l'hélice B et vient passer par un levier D; celui-ci par l'effet d'une force quelconque (son élasticité, sa pesanteur ou un ressort auxiliaire), se trouve maintenu en contact avec l'extrémité d'une vis n' qui sert à fermer le circuit. A l'extrémité du levier D, est une petite masse de fer doux E; dans la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bobine est un cylindre C de la même matière. Au moment où le courant passe, l'aimantation imprimée au fer doux de la bobine attire la petite masse E; mais aussitôt le contact est rompu entre D et la pointe de la vis n', le courant est interrompu, la force attractive cesse aussi, le levier D revient prendre sa position initiale et ainsi de suite.

La rapidité de ces alternatives est réglée par le moment d'inertie de la masse E et en général du système mobile, par sa distance au fer de la bobine et par la force antagoniste qui tend à rappeler le levier et enfin par l'intensité du courant; dans les divers appareils que nous aurons occasion de citer, on a mis à profit ces diverses circonstances; dans les uns, on fait varier la distance en allongeant ou raccourcissant la vis n'; dans d'autres, la longueur du levier D qui agit comme ressort, et qui est, par conséquent, d'autant plus énergique qu'il est plus court; dans d'autres encore, on a une masse auxiliaire que l'on déplace à volonté sur le prolongement du levier D.

50. — Les interrupteurs attenants aux appareils sont tous fondés sur les principes dont il vient d'être question; nous en décrirons quelques-uns d'une manière spéciale.

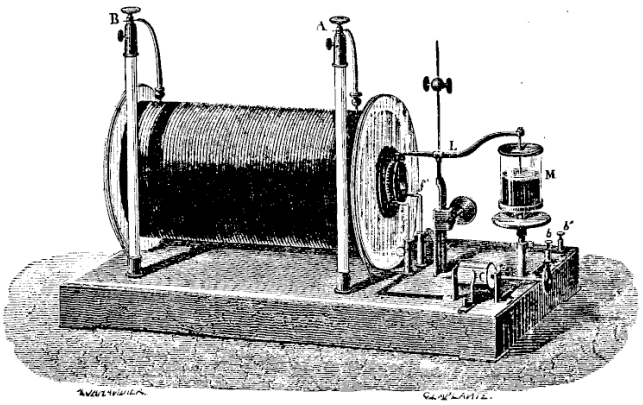


Fig. 32.

Interrupteur de Foucault. — Parmi les interrupteurs dérivés du trembleur de Neef nous devons signaler l'interrupteur disposé par Foucault pour les grosses bobines de M. Ruhmkorff; il possède la faculté précieuse de pouvoir se régler depuis une extrême lenteur jusqu'à une grande vitesse. Voici en quoi il consiste : une sorte de balancier horizontal L (fig. 32) porte à l'une de ses extrémités une petite masse de fer doux attirée par le fer central de l'hélice inductrice, et à l'autre une pointe de platine plongeant d'une petite quantité dans un verre qui contient un amalgame de platine recouvert d'une couche d'alcool; ce balancier est supporté par une lame verticale flexible prolongée à sa partie supérieure par une tige le long de laquelle on peut faire glisser une petite

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

masse qui règle la rapidité des oscillations du système. Une crémaillère peut faire monter ou descendre le tout, de manière à faire varier la distance du petit contact au fer central de l'hélice. Le godet qui contient l'amalgame est lui-même porté sur un support à crémaillère qui permet d'y faire plonger la tige de platine à différentes profondeurs. Ces trois éléments donnent la possibilité de faire varier, entre des limites très-éloignées, la fréquence des interruptions.

La figure 32 représente un interrupteur de Foucault adapté à une grosse bobine de Ruhmkorff, mais il s'en construit de séparés dans lesquels même on utilise pour produire l'oscillation un courant distinct de celui qu'on veut rendre intermittent; de cette façon le courant moteur peut conserver une intensité constante, tandis que le courant actif passe par toutes les intensités désirables sans troubler le rhythme de l'interrupteur.

51. — *Trembleur de M. Trouvé.* — Nous donnons ci-contre la figure du trembleur de M. Trouvé; il est remarquable par l'habileté avec laquelle son auteur a su en faire tenir toutes les pièces dans un espace très-restreint. La pièce A (fig. 33) est un contact de fer doux articulé à l'une de ses extrémités, il est soulevé à l'autre par un petit ressort en platine; la longueur active de celui-ci est réglée par une goupille entraînée par

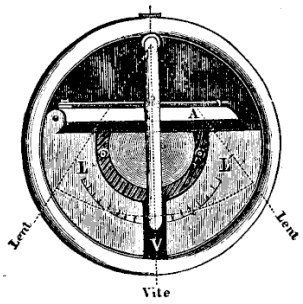


Fig. 33.

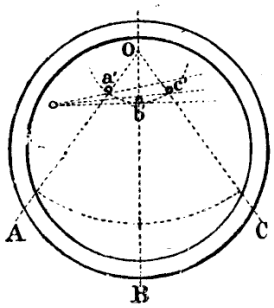


Fig. 34.

un levier, articulé en O, et qui peut prendre les deux positions OM et OM′ correspondant à L (lentement) et V (vite). On voit facilement, en effet, à l'inspection de la figure 34, que l'excursion du contact est d'autant plus grande, et par conséquent les oscillations d'autant plus lentes que le levier de réglage est plus dévié vers la gauche. Dans cet appareil le courant passe par la goupille et par la petite lame de platine faisant fonctions de ressort.

52. — *Interrupteur de M. Duchenne.* — La nécessité de disposer, d'une façon absolue, du nombre des interruptions a été bien sentie par M. Duchenne, qui a eu soin de munir son appareil *volta-faradique* d'un trembleur dont les battements peuvent être ralentis ou accélérés à volonté; ainsi il peut ne donner que quatre intermittences

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par seconde, ou bien en produire un nombre extrêmement considérable dans le même temps, en passant par tous les degrés de vitesse intermédiaires.

Voici la figure de ce trembleur (fig. 35) que nous empruntons, ainsi que sa description presque textuelle, au traité de M. Duchenne (1). Les extrémités du fil de la première hélice communiquent, l'une avec le bouton E, l'autre avec la vis C; la pièce mobile de cuivre A, qui est repoussée contre la vis C par un ressort placé au devant d'elle, communique avec le bouton F. On comprend qu'à l'instant où les boutons E et F sont mis en rapport avec les pôles d'une pile, le courant passe dans le fil de la première hélice, et aimante le fer doux central de celle-ci, qui attire alors le fer doux mobile G. Ce fer doux entraîne avec lui la pièce mobile de cuivre A qui était appliquée contre la vis C. Il en résulte une solution de continuité, et conséquemment la cessation de l'aimantation et le retour de la pièce A contre la vis C. Alors le courant passe de nouveau dans l'hélice, produit les phénomènes ci-dessus décrits, et ainsi de suite.

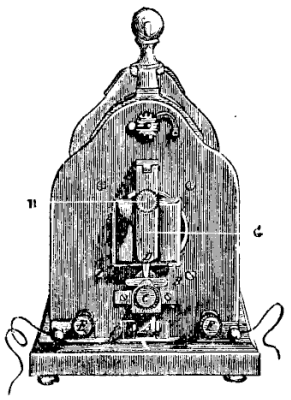


Fig. 35.

Le fer doux mobile G est assez éloigné du fer doux placé au centre de l'hélice pour avoir une course notable à parcourir quand il est attiré par l'aimant temporaire de la première hélice. Dans cet état, il ne bat que quatre fois par seconde. Mais en tournant graduellement de droite à gauche la vis C, l'étendue de la course du fer mobile G diminue de plus en plus; conséquemment la rapidité du trembleur croît progressivement au gré de l'opérateur. Pour que l'action magnétique pût s'exercer avec assez de force à de grandes distances entre l'aimant temporaire de l'hélice et le fer doux mobile G, M. Duchenne a augmenté la masse de ce dernier en l'articulant avec un barreau de fer doux de 14 centimètres de longueur qui s'étend sur la face supérieure de la bobine.

53. — M. Duchenne établit une distinction entre les trembleurs *avec* ou *sans vibrations*. Les trembleurs à vibrations sont ceux qui entre chaque intermittence sont agités par plusieurs ressauts et rebondissements très-rapides qui rendent l'électrisation très-désagréable. Sauf certains cas particuliers, on doit éviter les dispositions de trembleurs donnant lieu à ces effets, car elles rendent plus difficiles certaines expériences électro-musculaires.

On sait que les secousses électriques très-rapprochées déterminent au lieu de commotions isolées un état tétanique; des vibrations se produisant dans le trembleur

(1) Duchenne, *Traité de l'électrisation localisée*, 2e édition, Paris, J. B. Baillière, 1861.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

donnent donc lieu en réalité à des séries plus ou moins courtes et plus ou moins espacées de convulsions tétaniques.

54. — Des faits d'ordre purement physique que j'ai observés viennent à l'appui de ceux d'ordre physiologique cités par M. Duchenne. J'ai eu en effet l'occasion de reconnaître que la manière dont s'opère la rupture de l'extra-courant peut donner lieu à une division de l'étincelle induite dont le fait suivant pourra donner une idée. Dans des expériences relatives à la vitesse du son (1) je me servais comme moyen chronoscopique de la trace laissée sur une plaque d'argent iodurée par une étincelle d'induction provenant d'une bobine de Ruhmkorff. L'interruption du courant inducteur était produite mécaniquement ; or, dans certaines circonstances, au lieu d'une trace unique j'ai observé jusqu'à 15 traces, correspondant à autant de petites étincelles dans lesquelles s'était subdivisée une seule décharge. On pouvait les distinguer les unes des autres parce que la plaque était animée d'un mouvement rapide, et que les petites étincelles étant successives laissaient leur trace en des points différents ; or ces quinze traces étaient réparties sur une longueur de 1 millimètre, correspondant à un temps notablement inférieur à $\frac{1}{50000}$ de seconde. Ces étincelles étaient d'ailleurs certainement successives car elles s'alignaient toutes dans le sens du mouvement de la plaque.

Il n'y a pas lieu de croire que chacune de ces étincelles partielles correspondît à une vibration produite dans l'interrupteur, mais il est manifeste que suivant la loi du mouvement de l'interruption, la décharge induite qui se manifeste le plus ordinairement par une seule étincelle peut se diviser en un certain nombre de décharges partielles. Ces phénomènes ont été observés avec une bobine de Ruhmkorff de moyen modèle.

55. — *Des moyens de graduation.* — Il en existe un grand nombre, mais il ne faut pas croire qu'ils soient tous physiquement équivalents, car ce n'est pas seulement l'intensité absolue des effets qu'ils font varier, la plupart modifient en même temps la loi des décharges, et on ne peut dire à priori que cette circonstance soit insignifiante, quoique jusques à présent aucun fait n'ait été signalé qui manifeste d'une manière irrécusable son influence sur l'organisme ; le physicien doit cependant en prévoir la possibilité.

1° Variation d'intensité du courant inducteur. — Il n'y a qu'un très-petit nombre d'appareils où ce mode de graduation soit mis à la disposition de l'opérateur ; il est cependant d'autant plus précieux que c'est sans doute celui qui doit le moins influer sur le mécanisme des décharges.

2° Introduction d'une plus ou moins grande masse de fer doux dans la bobine inductrice. — Ce moyen imité des expériences faites par M. Dove avec son inducteur différentiel est employé dans quelques appareils où l'on varie le nombre des fils de

(1) *Détermination expérimentale de la vitesse de propagation d'un ébranlement sonore dans un tuyau cylindrique,* Annales de Chimie et de Physique, 4e série, tome XII, page 345.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fer qu'on place dans les bobines, mais il est peu employé à cause de son incommodité.

3° Introduction d'une longueur plus ou moins grande de l'hélice inductrice dans l'hélice induite. — Ce moyen est le plus parfait de tous. M. Duchenne en attribue l'invention au docteur Rognetta ; il a été adopté par M. Duboys-Reymond (de Berlin) dans l'appareil plus connu sous le nom de Siemens et Halske, etc. La critique que M. Duchenne fait de ce système au point de vue de la soi-disant nécessité de contacts mobiles n'est pas fondée, car on peut employer des conducteurs flexibles, et c'est ce que font en effet aujourd'hui tous les constructeurs.

4° Introduction d'une résistance variable dans le circuit induit; on emploie souvent dans ce but une colonne d'eau de longueur variable.

5° Affaiblissement des courants induits par l'influence d'une masse métallique continue placée dans le voisinage. — Nous avons analysé plus haut cette influence mise en évidence par M. Dove, et dont M. Duchenne paraît avoir introduit l'usage dans la construction des appareils électro-médicaux. On emploie à cet effet un tube de cuivre mobile dans le sens de son axe de manière à recouvrir plus ou moins la bobine induite ou la bobine inductrice, ou même simplement le fer doux placé dans l'intérieur de celle-ci.

6° Utilisation d'une longueur plus ou moins grande du circuit induit. — Ce moyen de graduation permet de fractionner les effets suivant deux ou trois rapports seulement; il n'est pas fréquemment employé. On en a un exemple dans l'appareil de M. Trouvé.

56. — *Des divers types d'appareils au point de vue de l'utilisation des courants.* — Reprenons la figure schématique d'un appareil formé d'une pile et d'une bobine inductrice renfermant un noyau de fer doux.

Si le corps humain se trouve placé (fig. 36) dans un circuit n'' PN (dans la partie re-

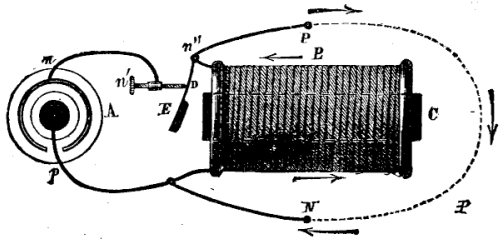


Fig. 36.

présentée en traits interrompus), il est facile de voir que pendant tout le temps que le circuit de la pile est fermé par l'interrupteur, une très-faible portion seulement du courant de cette pile passe dans le circuit dérivé qui contient le corps humain, car la résistance de celui-ci est très-grande par rapport à celle de la bobine. Mais quand le cir-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cuit de la pile est interrompu en D par l'effet du mouvement du trembleur, l'extra-courant, trouvant dans l'étincelle une résistance qui devient bientôt beaucoup plus considérable que celle du corps humain, passe en grande partie par le circuit n'' PN.

L'extra-courant direct ou de rupture est d'ailleurs le seul sensible ; nous savons en effet qu'il a beaucoup plus de tension que l'inverse ou d'établissement, et que sa durée est notablement moindre, circonstances toutes deux favorables à la production de l'effet physiologique douloureux que l'on paraît rechercher.

57. — On ne construit plus aujourd'hui d'appareil qui n'utilise que l'extra-courant. Tous ceux en usage comportent une seconde hélice d'un fil beaucoup plus fin et beaucoup plus long que celui qui forme la première ; c'est l'hélice induite proprement dite ou deuxième hélice. On peut à volonté recueillir soit l'extra-courant en plaçant le corps (fig. 37) dans le circuit PN, soit le courant induit en le plaçant dans le circuit P′N′

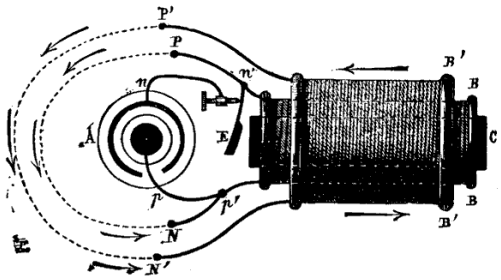


Fig. 37.

qui ferme la deuxième hélice. L'induit de rupture, qui est de même sens que l'extra-courant, est pour les mêmes raisons que ci-dessus le seul perceptible ; cependant l'induit inverse agit peut-être en prédisposant le trajet qu'il parcourt dans le corps à ressentir plus vivement l'induit direct qui lui succède.

58. — Un certain nombre de constructeurs établissent une communication perma-

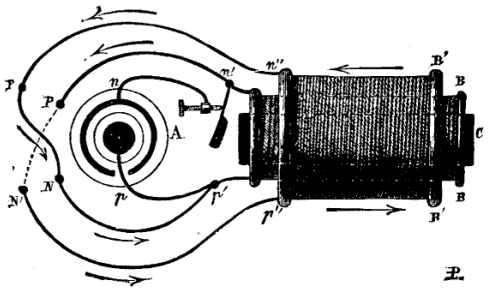


Fig. 38.

nente entre une des extrémités du fil de la première hélice et une extrémité du fil de la seconde (sur la figure 38 entre P′ et N) en ayant soin d'observer la condition que les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

courants marchent dans le même sens de façon à s'ajouter ; cela revient à mettre le fil gros et le fil fin l'un au bout de l'autre.

Dans cette disposition, en attachant les conducteurs manipules

en P et en N on a l'extra-courant,

en P′ et N′ le courant induit ;

en P et N′ la superposition des deux courants.

La pratique montre que cette dernière combinaison l'emporte sur chacune des deux premières. Il me paraît probable que dans ce cas ce n'est pas précisément par l'addition des deux sortes de courant que le renforcement a lieu, mais sans doute parce qu'alors l'extra-courant peut se décharger plus rapidement et plus complétement que lorsque le circuit est simplement interrompu, de telle sorte que l'effet serait en partie analogue à celui que produit le condensateur de M. Fizeau.

DESCRIPTION DE DIVERS APPAREILS ÉLECTRO-MÉDICAUX.

Bobine d'induction de M. Ruhmkorff.

59. — Dans les cas, qui sont du reste assez rares, où l'on a besoin d'étincelles d'une forte tension, on ne saurait trouver mieux que l'appareil qui a conquis à M. Ruhmkorff une célébrité si méritée. Nous donnons ici la figure d'un petit modèle (fig. 39) qui produit

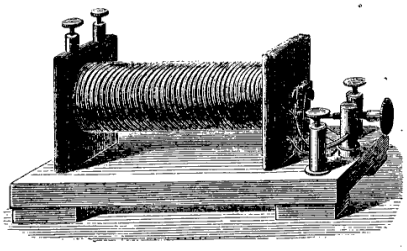


Fig. 39.

des étincelles de 1 à 10 millimètres, lesquelles peuvent être supportées lorsqu'elles ne se succèdent pas trop rapidement. Ces bobines à tension relativement forte peuvent remplacer l'électricité des machines ordinaires à frottement, surtout lorsqu'elles sont munies d'un interrupteur donnant à la volonté de l'opérateur des décharges isolées les unes des autres.

Appareil pour le service des hôpitaux, par M. Ruhmkorff.

60. — M. Ruhmkorff a disposé récemment un appareil transportable, spécialement destiné à la pratique des hôpitaux, et dans lequel sont réunies les conditions les plus es-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sentielles pour assurer la régularité de l'emploi des courants d'induction. Cet appareil est représenté ci-contre (fig. 40). Il contient deux éléments zinc-charbon et bisulfate de mercure; le zinc peut être immergé plus ou moins dans le liquide, ce qui permet

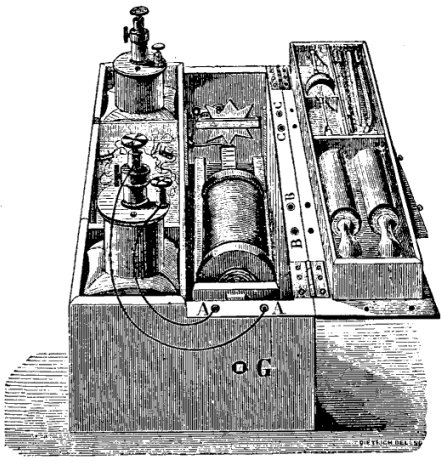


Fig. 40.

de graduer l'effet inducteur. Un seul des éléments suffit dans les cas ordinaires; le second est surtout un élément de rechange. Le mode de graduation est l'enfoncement des deux hélices l'une dans l'autre, ce qui permet de réduire l'effet presque à zéro, s'il en est besoin. Le trembleur est celui de Neef; la fréquence des interruptions se règle au moyen d'une vis. Une étoile mue par une petite manivelle dont dispose l'opérateur permet de produire des effets intermittents.

Cet appareil donne à volonté l'extra-courant et l'induit du premier ordre.

Appareil portatif par M. Ruhmkorff.

61. — Ce constructeur fabrique depuis longtemps un appareil portatif spécialement destiné à la pratique civile, et qui est d'un beaucoup plus petit volume que le précédent. Il contient deux éléments zinc-charbon et bisulfate de mercure; ces éléments sont très-simples : ce sont de petits godets en charbon des cornues à gaz dans lesquels plongent des disques épais de zinc. Le montage de cette pile est très-facile, et ses effets durent assez longtemps pour la plupart des applications. Il faut, il est vrai, monter et démonter la pile à chaque fois.

Il y a deux bobines qui fonctionnent identiquement de la même manière; c'est une même bobine coupée en deux. Le graduateur est une chemise en cuivre extérieure aux bobines.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'interrupteur est le trembleur de Neef; une étoile placée extérieurement à la boîte permet de produire les intermittences.

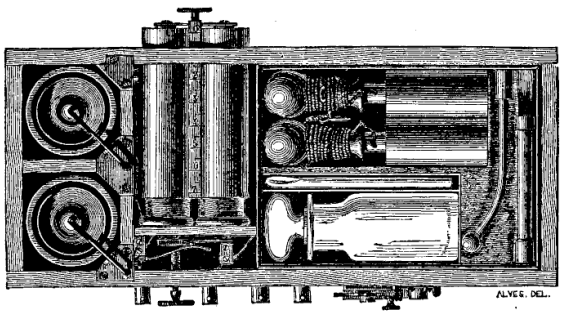


Fig. 41.

Cet appareil donne à volonté l'extra-courant et le courant induit.
Il est représenté ci-contre (fig. 41) au tiers de la grandeur naturelle.

Appareil de M. le docteur Tripier.

62. — C'est un appareil non portatif à pile indépendante. Nous en empruntons la figure et une partie de la description au traité de cet auteur (1).

Dans cette figure, le circuit inducteur est celui de la bobine à fil fin, B; le commutateur C et la manette D sont disposés de manière à y amener le courant de la pile dont les électrodes aboutissent en a et a'. Des rhéophores insérés sur les extrémités polaires du circuit B permettent de recueillir par deux manipules les extra-courants de haute tension développés dans le circuit. Les rhéophores attachés à la bobine B′ conduisent chacun à l'une des branches d'une pince à expérience et donnent des courants induits de faible tension.

Voici d'après M. Tripier les divers effets qui peuvent s'obtenir par la combinaison des divers organes de son appareil :

« Les trois cylindres étant superposés et le courant de la pile traversant l'hélice du « fil gros et court, on obtient (1°) les extra-courants de ce fil, (2°) les courants induits « du fil fin. Dans ces deux cas, les actions inductrices réciproques des deux circuits « s'ajoutent à celle du faisceau de fer doux agissant comme électro-aimant.

---

(1) *Manuel d'électrothérapie*, par le docteur A. Tripier. Paris, J. B. Baillière, 1861.
Je dois la figure 42 à l'obligeance de M. Tripier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Les trois cylindres étant toujours superposés et le courant de la pile traversant « l'hélice du fil long et fin, on a 3° les extra-courants de grande tension de ce fil, et (4°)

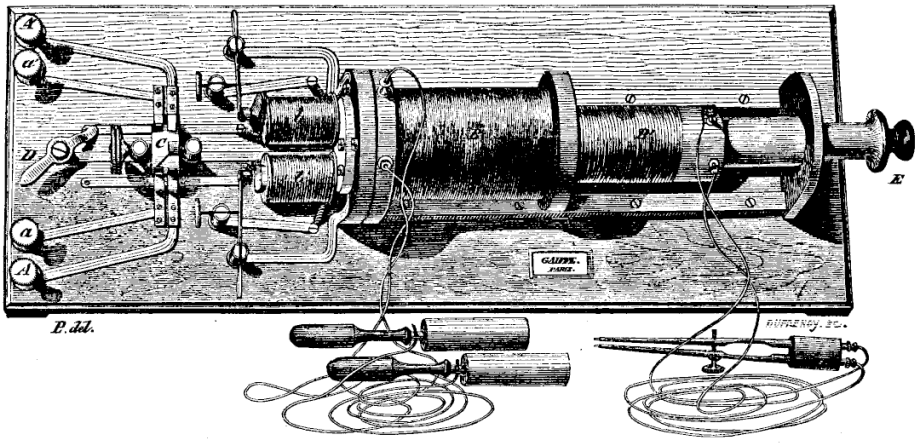


Fig. 42.

A, A', bornes destinées à recevoir les électrodes de l'une des piles; — *a*, *a'*, bornes recevant les électrodes de l'autre pile. — B, bobine sur laquelle est enroulé le fil fin; — *b*, petite bobine à fil fin contenant dans son intérieur l'électro-aimant qui règle les interruptions du circuit de la bobine précédente.— B', bobine sur laquelle est enroulé le gros fil;— *b'*, petite bobine à gros fil, contenant l'électro-aimant qui règle les interruptions du circuit de la bobine B' quand ce dernier circuit est parcouru par le courant de la pile. — E, tête de la tige qui continue l'électro-aimant central et lui sert de manche. — C, commutateur. — D, manette mettant l'appareil en communication avec l'une ou l'autre des piles.

« des courants induits de faible tension développés dans le gros fil. Dans ce cas en- « core les actions réciproques des deux bobines s'ajoutent à celle de l'électro-aimant.

« La bobine à fil gros et court étant seule retirée, et le courant de la pile étant « dirigé à travers la bobine à fil fin, on obtient (5°) les extra-courants de haute ten- « sion du fil fin, avec conservation de l'influence de l'électro-aimant et suppression « de l'action inductrice de la bobine à gros fil.

« La bobine à fil fin étant seule retirée, et le courant de la pile traversant la bobine « à gros fil, on a (6°) les extra-courants de faible tension de celle-ci avec conservation « de l'action inductrice de l'électro-aimant et suppression de celle de la bobine à « fil fin.

« Le faisceau central de fer doux étant seul retiré, on obtient (7° et 8°) des extra- « courants d'origine exclusivement voltaïque dans le fil fin ou dans le gros fil suivant « que l'un ou l'autre est traversé par le courant de la pile ; — en même temps que « (9° et 10°) les courants d'induction voltaïque du gros fil et du fil fin dans les mêmes « circonstances.

« Enfin, lorsqu'une bobine et le faisceau de fer doux sont retirés, on a les extra-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« courants produits par la rupture du courant de la pile, extra-courants de haute ten-
« sion (11°), si la bobine conservée est celle à fil long et fin, et (12°) de faible tension
« si l'on a gardé seulement la bobine à fil gros et court. »

63. — La tentative de M. Tripier est certainement louable, et il y a le plus grand intérêt à pouvoir comparer les effets produits dans des circonstances bien différentes et surtout bien déterminées. Mais nous ne croyons pas qu'il soit prudent de chercher les moyens de cette étude comparative dans un appareil complexe, où l'échafaudage de divers organes les uns sur les autres vient créer des conditions multiples auxquelles il est difficile d'avoir égard, telles que des différences de distance, d'intensité, etc. Du moment qu'il s'agit d'expériences de cabinet, il devient beaucoup plus simple, tout à fait rigoureux et presque aussi économique d'avoir un certain nombre de bobines dans lesquelles une seule condition varie de l'une à l'autre, toutes desservies par un seul interrupteur dans lequel le courant moteur soit indépendant du courant actif, comme cela a lieu dans certains modèles de l'interrupteur de Foucault.

Appareil de Dubois-Reymond, ou de Siemens et Halske.

64. — Le courant de la pile arrive (fig. 43) par les deux bornes A et A′, traverse l'électro-aimant D et la bobine inductrice B; les pièces E, *r*, *a* constituent un trembleur de Neef. On peut recueillir l'extra-courant.

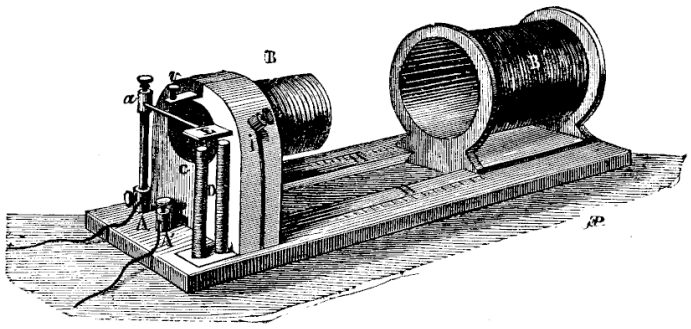


Fig. 43.

Une seconde bobine B′ recouverte d'un fil fin peut recouvrir complétement la première ou s'en éloigner à une assez grande distance ; elle est le siége de l'induit.

La bobine inductrice renferme des fils de fer doux dont on peut faire varier le nombre pour graduer encore d'une autre manière les effets.

Cet appareil est très-simple et très-bien conçu au point de vue de l'expérimentation en ce qui regarde la graduation des courants induits.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Appareils de M. le docteur Duchenne.

65. — On doit reconnaître que M. Duchenne a été, sinon toujours l'inventeur, au moins le promoteur du plus grand nombre des perfectionnements apportés aux appareils d'induction destinés aux usages médicaux. On pourrait être tenté de lui reprocher de ne pas accepter assez vite les perfectionnements apportés chaque jour par les progrès de l'art de la construction, mais il faut bien reconnaître que pour l'expérimentateur qui cherche à établir entre les phénomènes observés des comparaisons souvent fugaces, la prudence oblige à changer le moins possible les conditions de l'instrument explorateur.

Quant à moi, si j'avais le droit de formuler une opinion, je trouverais les grands appareils de M. Duchenne peut-être un peu trop riches en effets multiples pour qu'on puisse facilement s'y reconnaître avant de les avoir longtemps pratiqués, et les conditions variables assez difficiles à démêler les unes des autres pour qu'il soit difficile de donner aux résultats de la pratique individuelle une valeur absolue et indépendante de l'appareil qui a servi à les obtenir.

Nous décrirons les deux derniers modèles adoptés par l'auteur, l'un est un appareil de cabinet, l'autre est portatif.

66. — *Grand appareil volta-faradique découvert.*— Les hélices superposées constituant le système d'induction se composent de deux fils de cuivre rouge, différant en diamètre et en longueur, et recouverts par de la soie.

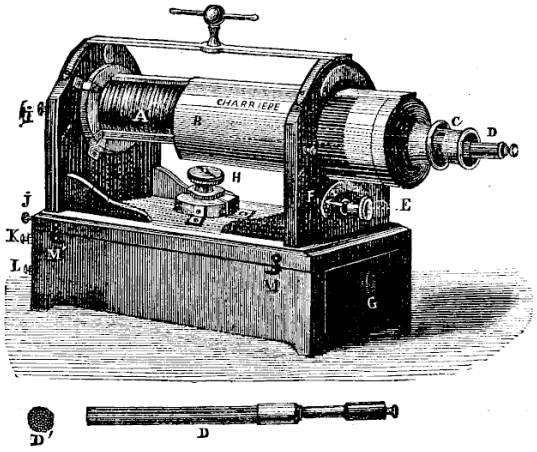


Fig. 44.

Le fil de cuivre le plus gros (½ millimètre de diamètre) et le plus court (100 mètres de longueur) est enroulé sur une botte de fils de fer doux. Les extrémités de ce fil aboutissent à la pile.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le fil le plus fin ($\frac{1}{10}$ de millimètre de diamètre) et le plus long (1000 mètres) est enroulé sur le fil précédent. Les extrémités se rendent aux deux ressorts du commutateur des hélices. Cet organe, que l'on voit en E, est destiné à faire passer rapidement et alternativement le courant de l'une ou de l'autre des hélices dans les conducteurs qui portent l'électricité sur le sujet en expérience.

Il y a deux tubes graduateurs : l'un B qui agit sur la deuxième hélice, et l'autre C sur la première.

Le fer doux D est mobile, on peut même le retirer complétement. D′ représente sa section.

Le trembleur est celui que nous avons décrit plus haut (page 351).

Outre le commutateur des hélices E, il y a un commutateur des piles H qui permet de changer rapidement la direction des courants sans déplacer les rhéophores.

A ces parties principales, M. Duchenne joint un modérateur à eau, une pédale destinée à faire avec le pied les intermittences éloignées, et une boussole pour mesurer l'intensité du courant. Cette boussole doit être très-éloignée de l'appareil afin que l'aimantation du fer doux ne cause pas de perturbation dans ses indications.

67. — *Appareil portatif.* — M. Duchenne lui a donné la forme d'un volume in-8; il se compose (fig. 45) : d'une bobine longue de 6 centimètres, formée par deux hélices

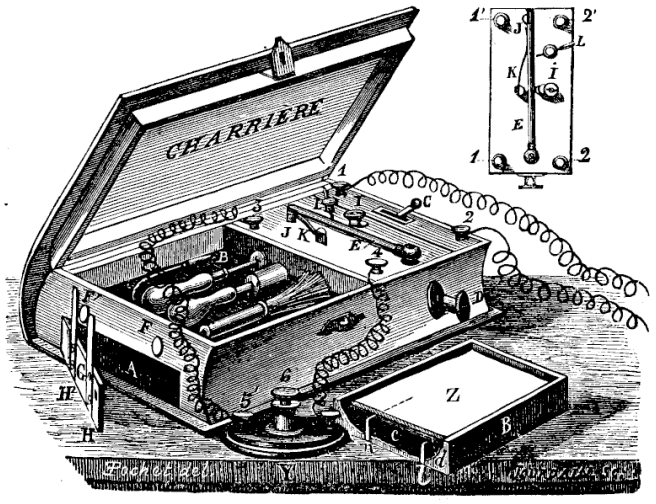


Fig. 45.

superposées, l'une à fil gros ($\frac{1}{2}$ millimètre de diamètre) et court (60 mètres), l'autre à fil fin ($\frac{1}{2}$ de millimètre de diamètre) et long (300 mètres); d'un fer doux constitué

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par une plaque de fer-blanc roulée en hélice et placée dans l'axe de la bobine (1) ; d'un tube graduateur D ; d'un commutateur des hélices C ; d'un trembleur E et d'un rhéotome L pour les intermittences lentes.

Un couple au bisulfate de mercure (représenté en Z) se loge dans le compartiment A.

Cet appareil donne à volonté l'extra-courant ou le courant induit.

G est une pédale rhéotome indépendante qu'on emploie dans le cas où l'on veut produire des intermittences isolées ; on la fait mouvoir avec le pied.

M. Duchenne a reconnu que cet appareil était suffisant dans la grande majorité des cas.

Appareil de M. Morin.

68.—Cet appareil a été l'un des premiers qui aient réalisé les conditions de commodité exigées par la pratique civile de l'électro-thérapie, et parmi les plus utiles des dispositions dues à M. Morin il faut compter la solidarité de la pile et de l'appareil d'induc-

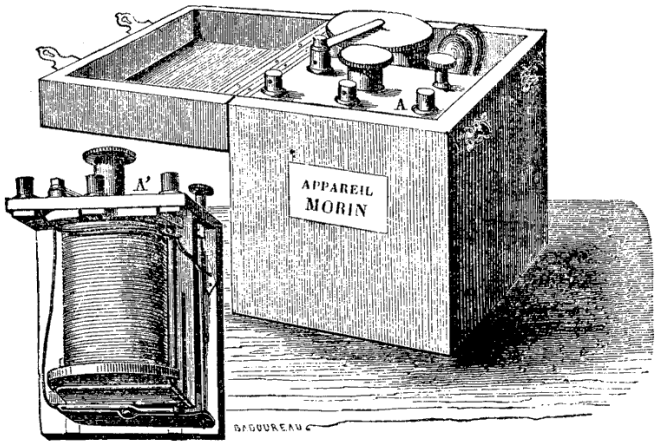


Fig. 46.

tion. La difficulté était d'autant plus grande que ce constructeur s'était imposé la condition d'employer le couple de Bunsen, légèrement modifié il est vrai.

La figure 46 donne la vue d'ensemble de l'appareil de M. Morin. Dans le coin de

(1) L'une des faces de la feuille de fer-blanc est recouverte de papier afin d'isoler les spires les unes des autres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

droite se trouve la pile, à côté les accessoires; A est une planchette sur laquelle est fixé l'appareil d'induction proprement dit ; on voit en A′ ce système à découvert.

Les figures 47 et 48 montrent le système de la bobine : la première en vue extérieure de face, la seconde en coupe. D est un tube de fer-blanc qu'on peut mettre ou

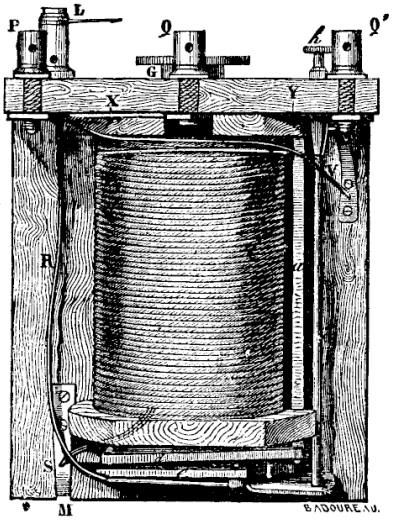


Fig. 47.

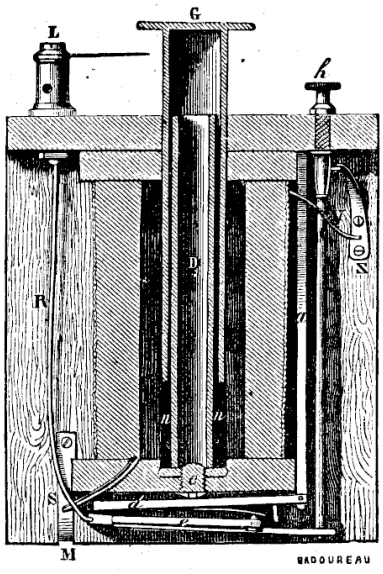


Fig. 48.

retirer à volonté ainsi que diverses tiges de fil de fer; G est une chemise mobile de cuivre qui sert de graduateur ; vient ensuite le fil fin ou fil induit; le fil gros ou fil inducteur est placé extérieurement. En *e* est une petite masse de fer taraudée dans le bois de la bobine : elle s'aimante sous l'influence du courant et attire le contact *d*; celui-ci est formé par une lame de fer doux articulée à l'extrémité d'une autre lame du même métal *a* placée latéralement à la bobine de manière à s'aimanter sous l'influence du courant inducteur et accroître ainsi l'attraction. Il n'y a pas de ressort antagoniste; c'est la pesanteur qui en remplit l'office. Le contact *d* porte une petite lame de platine qui vient frapper sur une pointe de même métal dont la distance se règle au moyen de la tige terminée par le bouton *h*. Le même bouton, après qu'on lui a fait faire un certain nombre de tours, sert à produire des interruptions espacées au gré de l'opérateur.

En L est un levier mobile et flexible qui sert à établir la communication de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bobine avec la pile : à cet effet il vient porter sur une tige de platine I fixée dans le charbon de celle-ci.

La pile (fig. 49) se compose d'une enveloppe de cuivre A doublée d'un zinc épais E, puis d'un vase poreux C dans lequel se trouve un charbon de cornues H. On met de l'acide azotique ou du bichromate de potasse en dedans du vase poreux et de l'eau pure en dehors. Un couvercle de gutta-percha B ferme à peu près hermétiquement tout ce système.

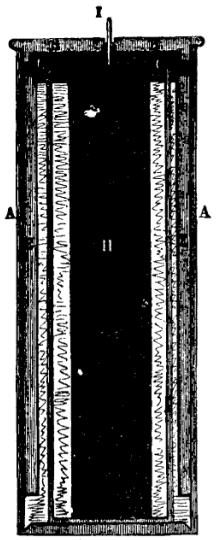


Fig. 49.

Cette pile offre les inconvénients inhérents à l'emploi de l'acide nitrique, mais elle a l'avantage de donner une quantité notable d'électricité, de pouvoir être montée à l'avance, rester plusieurs heures en action et enfin être démontée à loisir, tandis que les petites piles à bisulfate de mercure doivent être préparées au chevet du malade.

L'appareil de M. Morin peut être regardé comme disposé de manière à donner des courants où la quantité est un des éléments de la question, tandis que dans les petits appareils portatifs c'est surtout vers la *tension* que se portent les efforts des constructeurs, dans le but d'atteindre la limite moyenne d'effet fixée par la sensibilité de nos organes; son auteur s'est efforcé, suivant son expression, de construire non pas seulement un appareil à secousses, mais un instrument vraiment physiologique.

Cet appareil donne l'extra-courant, le courant induit et la somme des deux; M. Morin paraît avoir été le premier à employer cette combinaison.

Appareils de M. Gaiffe.

69. — Cet ingénieux constructeur fabrique depuis longtemps déjà un petit appareil très-portatif représenté au quart de la grandeur naturelle par la figure 50.

La pile et la bobine d'induction occupent deux compartiments séparés, s'ouvrant indépendamment l'un de l'autre. La pile se compose de deux éléments zinc et bisulfate de mercure renfermés dans un bac en caoutchouc durci dans le fond duquel sont incrustées deux plaques de charbon de cornues. Des fils de platine destinés à établir la communication sont noyés dans la masse et font saillie au dehors ; les deux zincs se posent à plat sur des repos ménagés à cet effet, et il n'y a pas à se préoccuper autrement de l'établissement des communications ; rien de plus commode que la manœuvre de cette pile.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'appareil donne l'extra-courant, le courant induit et si l'on veut la somme des deux; les communications sont d'autant plus faciles à établir convenablement que M. Gaiffe a l'utile précaution de marquer de signes indiquant le sens du courant les trous où s'enfoncent les extrémités des rhéophores.

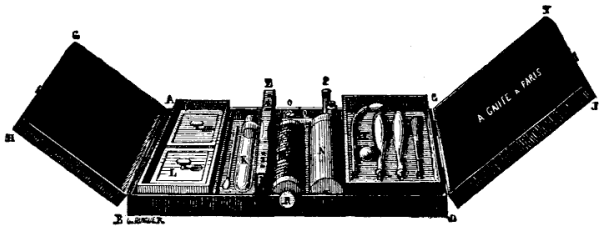


Fig. 50.

L, petit bac de caoutchouc durci contenant les deux éléments de la pile.

K, tube contenant une provision de bisulfate de mercure.

M, bobine d'induction. — R, bouton du tube graduateur.

O, Q, pièces du trembleur.

P, bouton sur lequel on appuie pour produire les interruptions isolées.

N, cylindres manipules, — T, excitateurs divers.

70.— *Nouveau modèle.— Pile au chlorure d'argent.*—M. Gaiffe vient de disposer un nouveau modèle dont les praticiens ne manqueront pas d'apprécier l'heureuse combinaison. Il s'est inspiré de l'exemple de M. Trouvé dont nous décrirons ci-après la pile hermétiquement fermée, mais il a su utiliser les qualités précieuses de la pile au chlorure d'argent fondu (1) sur laquelle M. Warren de la Rue a récemment appelé l'attention. Chacun des deux éléments de pile renfermés dans l'appareil de M. Gaiffe

---

(1) L'élément eau salée, chlorure d'argent et fer ou zinc a été utilisé il y a près de trente ans par M. Becquerel dans ses recherches sur le traitement électro-chimique des minerais d'argent. (Voir le tome II du *Traité d'électricité*, par MM. Becquerel et Edm. Becquerel. Paris, Didot, 1855.)

M. Marié-Davy a construit une pile zinc, eau pure et chlorure d'argent fondu. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, tome XLIX, 1859.)

M. Edm. Becquerel dans son mémoire sur la pile voltaique (*Annales du Conservatoire des arts et métiers*, tome I^er^, page 295, année 1861) a déterminé la force électro-motrice d'un couple dans lequel la dépolarisation de l'électrode négative était obtenue par le chlorure d'argent précipité placé dans un diaphragme de pile; il l'a trouvée un peu inférieure à celle du couple à sulfate de cuivre, c'est-à-dire très-peu plus grande que la moitié de celle du couple à acide azotique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se compose (fig. 51 et 52) d'une lame de zinc Z et d'une lame d'argent Y sur laquelle se trouve fondue une certaine quantité de chlorure d'argent; elle est enveloppée d'une étoffe

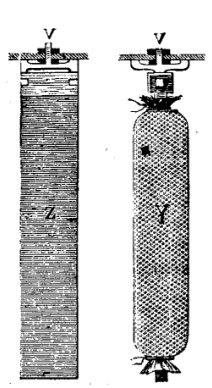


Fig. 51.

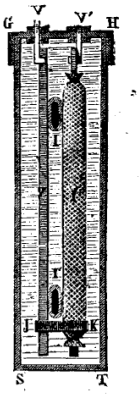


Fig. 52.

mince destinée à empêcher l'argent réduit de se précipiter au fond du vase. Le tout est contenu dans une sorte d'étui en caoutchouc durci fermé par un bouchon à vis et rempli d'eau contenant 5 pour 100 environ de sel marin. Des crampons en argent fin V, V′ auxquels s'accrochent les lames Z et Y portent le courant au dehors. JK est un lien en caoutchouc qui rappelle celles-ci l'une contre l'autre, tandis que deux coussins I, I′ en caoutchouc les maintiennent à une distance constante.

La quantité de chlorure d'argent est telle que cette pile peut fonctionner pendant dix heures d'une manière continue, avec une intensité constante, le circuit étant fermé par la bobine d'induction.

Lorsque l'élément est épuisé, il suffit de dévisser le couvercle et d'accrocher une nouvelle lame Y de chlorure d'argent, dont on peut se munir à l'avance. L'argent réduit étant recueilli intégralement, la dépense se réduit en définitive à la manipulation de sa transformation en chlorure.

Cette pile offre l'avantage inappréciable de pouvoir rester montée et en place dans l'appareil, pendant un temps quelconque, sans s'altérer, les actions chimiques qui déterminent la réduction du chlorure d'argent ne s'opérant que lorsque le circuit est fermé.

D'après les évaluations que nous avons relatées dans la note ci-dessus, on voit que les deux éléments du chlorure d'argent qu'emploie M. Gaiffe équivalent, au point de vue de la force électro-motrice, un élément de Bunsen.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin c'est une ressource précieuse au point de vue de la graduation des effets que de pouvoir employer à volonté un ou deux éléments, car ils sont indépendants l'un de l'autre.

71.—La figure 53 montre l'ensemble de l'appareil ; il est tout entier contenu dans la boîte ABCD qu'une traverse saillante partage en deux parties : le premier com-

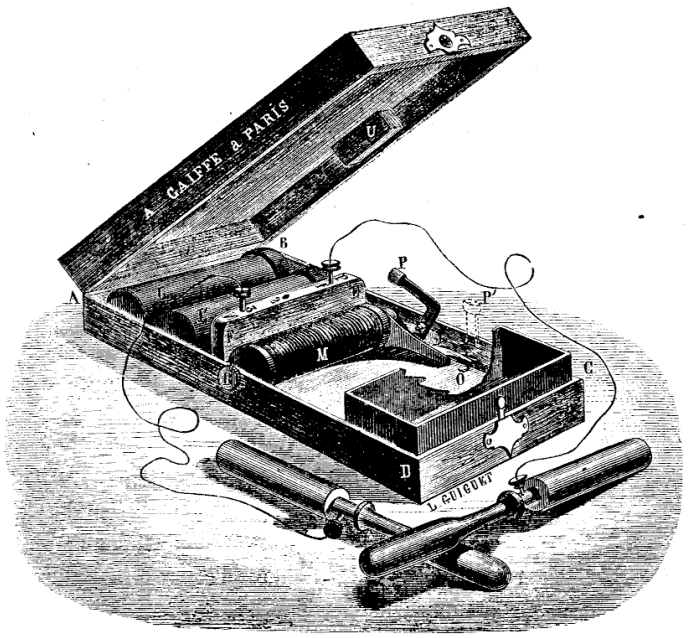


Fig. 53.

partiment renferme deux des éléments qui viennent d'être décrits L, L′ serrés entre les parois de la boîte par des ressorts qui servent à établir les communications. Le second compartiment renferme la bobine M et les accessoires. A un bout de la bobine, se trouve le bouton R du tube graduateur, à l'autre le trembleur auquel M. Gaiffe a apporté une heureuse modification. Au lieu de faire le réglage par une vis, qui maniée par des mains inexpérimentées venait souvent forcer le ressort, on le réalise par l'intermédiaire d'un levier coudé P pouvant s'abaisser jusqu'en P′ ; dans cette dernière position, il sert de pédale pour la production des interruptions espacées, lorsqu'on vient avec le doigt à le faire porter momentanément sur la petite vis O.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Trousse électrique de M. Trouvé.

72. — Les petites bobines d'induction construites par cet habile mécanicien sont des chefs-d'œuvre d'ingéniosité et de précision. L'une de ces bobines est représentée en B dans la figure 54, en demi-grandeur.

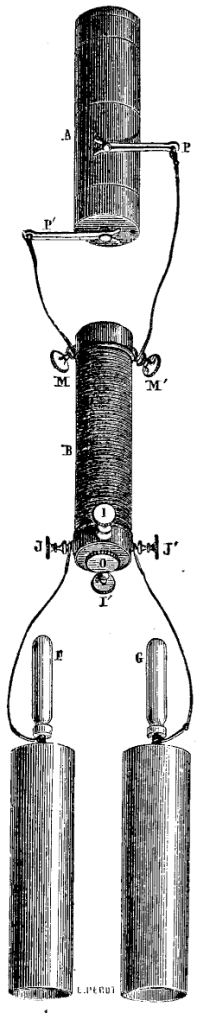


Fig. 54.

Nous avons décrit plus haut l'interrupteur employé par M. Trouvé.

Sa bobine se compose d'un fer doux formé par une feuille de tôle excessivement mince roulée en hélice, et entourée d'un tube de cuivre graduateur dont on voit la tête en O (fig. 54); le fil inducteur et le fil induit sont bout à bout; le premier forme 6 couches, le second 18.

En plaçant les boutons des rhéophores

En I′ et J′ on obtient l'extra-courant de deux couches.

En I′ et I l'extra-courant complet.

En I et J le courant induit seul.

En I′ et J l'ensemble des deux courants.

Les interruptions isolées se font en interrompant à la main le contact entre la pile et un petit bouton que porte la bobine dans ce but.

La pile est en A; la fig. 55 en offre une coupe. Elle se compose d'un étui de caoutchouc durci fermé par un couvercle à vis qui porte un cylindre de zinc un peu plus court que la moitié de la longueur de l'étui. Celui-ci est rempli jusqu'à la moitié d'eau, on charge avec 3 ou 4 grammes de bisulfate de mercure. En raison de cette disposition la pile ne fonctionne que lorsqu'on la renverse de façon que le couvercle soit en bas. Ainsi chargée elle peut fonctionner pendant près d'une heure et demie.

L'ensemble se dispose pour le transport dans une trousse que la figure 56 représente ouverte.

Les effets de ce charmant petit appareil sont relativement remarquables, ils s'expliquent d'ailleurs par les soins apportés à sa construction, l'isolement parfait de toutes ses parties et une parfaite entente des conditions les plus favorables au développement des effets que l'on se propose de produire dans ces appareils.

Pour être juste, il faut rappeler que M. Gaiffe a depuis longtemps ouvert la voie de la construction des petites bobines d'induction, mais M. Trouvé paraît avoir atteint les dernières limites du possible en ce genre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ÉLECTRICITÉ.

DE L'INDUCTION ET DE SES APPLICATIONS A LA CONSTRUCTION DES APPAREILS ÉLECTRO-MÉDICAUX, PAR M. F. P. LE ROUX.

Trousse électrique de M. Trouvé.

Par suite d'une erreur du metteur en pages, les figures **55** et **56**, dont il est question à la page **369** du mémoire de M. Le Roux (voir le cahier de juin dernier), ayant été oubliées, nous les rétablissons ici sur cette page supplémentaire, à laquelle nous donnons le chiffre de **368** *bis*, pour que le lecteur puisse l'insérer facilement à la place convenable du volume.

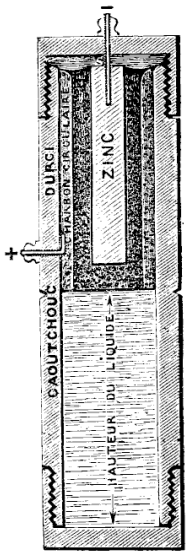


Fig. 55.

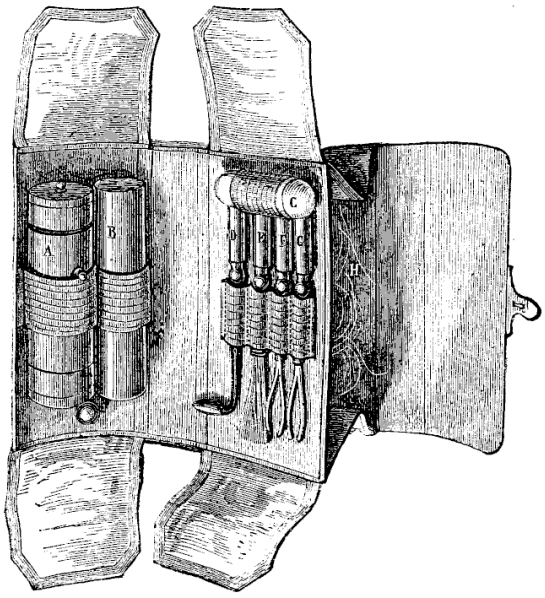


Fig. 56.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE.

RAPPORT *fait par* M. CHATIN, *au nom du comité d'agriculture, sur les* CONDITIONS DE LA PRODUCTION TRUFFIÈRE *et sur les procédés de culture de* M. ROUSSEAU, *à Carpentras.* (*Suite.*) (1)

LABOURS. — Le sol dans lequel on se propose de créer des truffières ne demande pas une défonce profonde; un ou plusieurs labours (suivant les herbes à détruire) engagés de $0^m,20$ seront suffisants. Après les semis, les labours d'entretien ne devront avoir que $0^m,10$ à $0^m,15$.

Jusqu'à ce que les truffières marquent, savoir pendant les cinq à six premières années de la plantation, on donnera deux labours par an, au printemps et en automne. Mais, dès que les truffières apparaîtront, on ne conservera que le labour du printemps, l'expérience ayant établi que la terre des truffières ne doit plus être remuée, passé le mois de mai, sous peine d'arrêter la production de celles-ci, au moins pour un certain temps. L'expérience a aussi établi que les labours profonds, le bêchage notamment, amènent la perte des truffières.

D'autre part c'est retarder de plusieurs années la formation des truffières que de ne plus labourer le sol, ainsi que cela a lieu dans le Poitou, une fois le gland mis en terre. Dans ce cas la truffe ne marque qu'à dix ou douze ans, au lieu de le faire de six à huit ans.

C'est un des grands avantages des lignes distantes de plusieurs mètres, de faciliter les labours et les hersages qui doivent suivre ces derniers. On peut d'ailleurs, dans les premières années des semis, récolter sur le milieu des entre-lignes quelques produits annuels (céréales, racines, etc.) qui payent les frais de culture et le loyer du sol.

Le labour qu'on donne aux plantations, consécutivement à la récolte, présente plusieurs avantages. Il favorise la végétation des arbres, l'extension et la fertilité des truffières, le volume des truffes et leur forme arrondie, qualités qui ajoutent beaucoup à leur valeur marchande. Dans les pays où, comme le Poitou, on n'a pas de plantations truffières assez régulières ou suffisamment espacées pour y faire passer la charrue, les propriétaires soigneux sont dans l'habitude de donner, après la récolte, un petit binage au pied de chaque arbre truffier. Dans le Périgord et la Provence, les rabassiers qui afferment la récolte des truffes exigent généralement des propriétaires que ceux-ci fassent biner, au moins tous les deux ans, la surface des truffières.

(1) Voir les cahiers de mars 1869, p. 163, t d'avril, p. 224.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'instrument usité pour ces binages n'est pas coupant, comme la bêche ou la houe, mais formé d'une ou de deux pointes propres à remuer le sol sans endommager les racines. Les rabassiers estiment que le fouillage par le groin du cochon favorise la production truffière ; ils laissent d'ailleurs les trous de fouille ouverts pour qu'ils se remplissent de feuilles, qu'ils regardent comme un bon engrais.

C'est un fait bien connu que les truffières se rattachant aux arbres des bois placés en bordure de champ de céréales ou de vignes profitent des labours donnés à ces champs, leurs truffes étant souvent plus abondantes, toujours plus grosses et plus arrondies que celles des terres incultes placées de l'autre côté des mêmes arbres.

Engrais. — Les opinions sont controversées sur l'utilité des engrais. Beaucoup rejettent l'emploi des fumiers, non-seulement comme inutiles, mais même comme nuisibles. C'est l'avis de M. A. Rousseau, qui assure même que les déchets de la truffe, dont il dispose par grandes quantités, et qui sont un engrais très-riche pour les céréales, peuvent amener la destruction des truffières. Des essais multipliés l'ont toujours conduit à la même conclusion, bien éloignée, on le voit, de celle tirée par M. le marquis de Noé, qui a cru que ces mêmes déchets avaient formé chez lui une truffière. M. Rey, qui possède à Saumane 200 hectares de bois truffiers, n'est pas moins opposé que M. Rousseau à l'emploi des fumiers.

Mais si l'utilité des fumiers proprement dits est mise en doute, ce qui, d'ailleurs, s'accorde mieux avec la préférence marquée qu'ont les truffes pour les terres maigres qu'avec leur composition phospho-azotée, il en est autrement des feuilles, surtout de celles, riches en tannin, du Chêne et du Châtaignier, que beaucoup regardent comme des plus favorables à la production truffière.

C'est sans doute comme ces feuilles qu'agiraient les épluchures de châtaignes, employées avec succès, dit-on, ainsi que l'eau dans laquelle les châtaignes ont cuit, par M. Chavoix, ancien député et propriétaire de riches truffières à Excideuil.

Amendements. — La culture rémunératrice de la truffe suppose le choix d'une terre naturellement propre à cette culture, ce qui exclut les amendements. Mais il n'en serait plus ainsi dans une culture de fantaisie ou de luxe, dans ce qu'on pourrait considérer comme *l'horticulture* de la truffe.

Dans ce dernier cas, on pourra améliorer les truffières, ou même les rendre possibles là où elles ne s'établiraient jamais naturellement, en ajoutant au sol une suffisante quantité de calcaire. Le marnage devra élever la proportion de calcaire du sol arable à 3 ou 4 centièmes de sa masse.

Du sable pourrait aussi être utilement ajouté à une terre trop argileuse, et réciproquement.

Peut-être encore se trouverait-on bien de mêler au sol, s'il en est trop dépourvu, un peu d'oxyde de fer ou d'une terre ferrugineuse ; non qu'un certain excès de fer soit nécessaire (?) à la production en elle-même, mais parce qu'il semble ressortir de l'observation qu'il ajoute au parfum de la truffe et à la fermeté de sa chair.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La composition de la cendre des truffes indique d'ailleurs que des phosphates et de la magnésie pourront être ajoutés utilement au sol.

Irrigations, arrosements.—Il est d'observation générale que, si les pluies manquent en été, il y aura disette de truffes. Ce qui a fait dire à M. Decaisne, comparant la truffe à d'autres champignons : pluie d'avril, abondance de Morilles; pluie de mai, beaucoup de Ceps; pluie d'août, fertilité des truffières (1).

Si les pluies manquent, pourrons-nous les remplacer par des irrigations ou des arrosements? Ce sera, en beaucoup de cas, économiquement ou même absolument impossible. Mais, la possibilité admise, quels en seront les avantages et les inconvénients?

Il nous paraît que les arrosements, sorte de pluie artificielle, pourront avoir tous les avantages de la pluie elle-même, peut-être même plus d'avantages, en raison des sels calcaires en dissolution dans l'eau; mais les expériences faites doivent rendre plus réservé en ce qui touche les irrigations, sinon quant au principe, du moins dans leur mode d'application.

J'ai rappelé que Bruyerin, médecin de François Ier, avait conseillé l'irrigation des truffières. M. A. Rousseau, actionnaire du canal de Carpentras qui traverse son domaine, a voulu profiter de la situation exceptionnellement avantageuse dans laquelle il était placé pour irriguer ses belles plantations truffières. Mais le résultat n'a pas répondu à son attente; il a même été défavorable, sans doute par la difficulté que la disposition du terrain, en plaine basse, apportait à la retraite des eaux. Les irrigations semblent donc être contre-indiquées dans les terres non susceptibles d'un parfait et assez rapide assainissement. M. Rousseau paraît s'être mieux trouvé d'une sorte d'irrigation par imbibition, obtenue en remplissant d'eau les fossés qui entourent ses champs truffiers.

Recepage, élagage. — L'abatage ou recepage des arbres truffiers fait disparaître pour toujours, ou du moins pour une longue période d'années, les truffières qui existaient au pied de ces arbres; l'élagage des maîtresses branches d'un gros arbre a des résultats, sinon aussi complets, du moins de même ordre. Telle est l'opinion de tous les trufficulteurs de la Provence et du Périgord. Des faits nombreux et positifs m'ont été cités à son appui; je crois donc très-fondée cette opinion, malgré les doutes émis par quelques propriétaires du Poitou, qui auraient dû, cependant, y être conduits les premiers par cette observation, que leurs bois cessent généralement de produire des truffes après qu'ils ont été mis en coupe.

Comme application de ce qui précède pour la direction des jeunes plantations faites en vue de la truffe, on ne devra pas attendre que les sujets aient pris de la force pour

(1) N'est-il pas superflu de tirer de cette influence favorable de la pluie sur les champignons, y compris la truffe, une objection nouvelle à la théorie de la mouche galligène?

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les former par le retranchement des branches basses, mais bien enlever celles-ci encore faibles et presque à mesure de leur production. L'abandon des plantations à l'état de touffe ou de buisson a d'ailleurs un inconvénient, celui de beaucoup gêner la fouille pendant les premières années de production, les truffes se trouvant alors engagées tout près du pied de l'arbre.

A mesure que les arbres grandissent, la truffière s'en éloigne en décrivant autour d'eux un cercle qui va en s'agrandissant, parallèlement à la couronne des branches ou, mieux, des racines.

Des botanistes ont cru voir dans la disposition en cercle des truffières un phénomène de même ordre que celui offert par un grand nombre de champignons épigés; mais une explication plus juste se tire de la disposition plus ou moins circulaire de l'ensemble des radicelles placées à la périphérie du système souterrain de l'arbre, et des rapports intimes qui existent entre le chevelu ou les extrémités de ces radicelles et la production des truffes.

Age des arbres. — Jusqu'à quel âge les arbres peuvent-ils entretenir la production truffière? Pour les habitants du Poitou, pour ceux surtout du Loudunois, le Chêne cesserait de donner des truffes à 25 ou 30 ans; de là les rotations de cultures établies par eux en vue de la production truffière. Pour M. Loubel, président du comice agricole de Carpentras, pour M. A. Rousseau, pour M. Martin-Ravel, et j'ajouterai, pour à peu près tout le monde, en dehors des Poitevins, la fertilité de l'arbre truffier est indéfinie ou du moins très-longue, n'étant limitée peut-être que par une production insuffisante du chevelu des racines, alors que l'arbre est en décrépitude. J'ai vu de très-vieux arbres, encore bons truffiers, en Provence, en Dauphiné, et même en plein Poitou, sur les bordures des bois. Un vieux chêne vert (?), plus de deux fois séculaire, existe à Boigne, près Saint-Saturnin (Vaucluse), où il couvre une truffière mesurant 2 éminées, et l'on cite au Puy-Brion, commune de Parme, une rangée de chênes Rouvres, vieille d'environ 100 ans, qui donne de nombreuses truffes.

J'ai dit que les habitants du Poitou estiment que leurs bois cessent de donner des truffes quand ils ont atteint l'âge de 25 à 30 ans. C'est là une erreur qu'explique leur mode de plantation du chêne à 1 mètre environ seulement, plantation serrée qui amène la disparition des truffières par l'ombrage des arbres, sans parler de l'exploitation en taillis, erreur dont aurait dû les préserver la persistance de truffières sur le bord des bois, notamment sous les vieux arbres qui ont échappé au recepage, ainsi que je l'ai fait remarquer, aux environs de Loudun même, à M. Foucault, propriétaire de nombreux bois truffiers.

Voici, du reste, par dates, l'âge, régulièrement constaté, d'un certain nombre de truffières artificielles du département de Vaucluse :

Truffières de MM. Talon, à Saint-Saturnin-les-Apt, âgées de.	57 ans.
— Carbonel et Vaison, à Roussillon et environs de Fontaube. .	55 —

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Truffières de MM.	Vendran, à Bédoin, au pied du Ventoux.	50 ans.
—	D. Bernard, maire d'Apt, à Saignon.	41 —
—	Dauberte, à Bédoin.	25 —
—	Jean, à Bédoin.	24 —
—	Guillibert, président du tribunal d'Apt, à Bnoux et Bonnieux.	22 —
—	Rousseau, à Carpentras. . . . . de 12 à	21 —
—	Agnel, aux Agnels.	20 —
—	Henry Bonnet, à Apt.	19 —
—	Gerbaud, à Bédoin.	18 —
—	Martin-Ravel, à Montagnac. . . . . de 6 à	12 —

Du reste, presque toutes les communes du Ventoux, Flassan, Villes, Bonnieux, Mormoiron, Sault, Malaucène, les Olasarts, les Beaux, les Héritiers, etc., ont, comme Bédoin même, de petites et multiples truffières artificielles, de date inconnue et provenant de semis faits par les rabassiers dans leurs voyages d'exploitation.

Au résumé, il ressort de quelques-unes des dates ci-dessus rappelées que la production n'est aucunement limitée, comme on le croit en Poitou, à un âge compris dans la jeunesse des arbres.

Que si, après avoir considéré l'âge limite, on recherche l'âge initial de la production truffière, on arrive à reconnaître que, sous l'influence de soins convenables de culture, comme ceux donnés aux plantations de M. A. Rousseau dans Vaucluse, de M. Ravel dans les Basses-Alpes, les premiers produits se récoltent sous des plants de 5 à 6 ans, que le rapport est notable vers 8 ans, au maximum peut-être de 15 à 25 ans; tandis que, dans les semis négligés et trop serrés du Poitou, la récolte ne commence qu'à 10 ou 12 ans, pour s'arrêter vers 30 ans, sous la double influence de l'ombre des fourrés et du recepage des plantations.

Greffe. — M. Martin-Ravel a recherché, par l'expérience, si la greffe des chênes truffiers sur des chênes ne l'étant pas pourrait amener la formation de truffières sous ces derniers. Il entrevoyait, si le succès répondait à son attente, la possibilité de multiplier rapidement la production des truffes en communiquant à des sujets déjà grands les qualités des arbres ayant fourni les greffes. Mais les résultats n'ont point répondu aux espérances; peut-être eût-on pu les prévoir en considérant : 1° que, pour greffer, il faut rabattre les sujets, et que l'élagage des arbres détruit ou du moins suspend pour longtemps la fertilité des truffières; 2° que la truffière est subordonnée aux racines et que celles du sujet ne sauraient être modifiées par la greffe; de même que, lorsqu'on greffe un Abricotier sur un Prunier, etc., tout ce qui est au-dessous de la greffe reste Prunier.

§ 12. — *Récolte.*

La récolte de la truffe a lieu successivement, comme sa maturation, de novembre à mars; il est rare qu'elle commence plus tôt, presque aussi rare qu'elle se continue en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avril, le réchauffement de l'atmosphère et du sol amenant la décomposition rapide des produits non encore récoltés.

Cette récolte, dans laquelle on s'aide le plus souvent des signes indicateurs de l'existence des truffières (sol dénudé, fendillé, parfois fréquenté par des mouches (1), etc.), quelquefois de marques faites d'avance aux arbres ou d'observations particulières et variables, a lieu par divers modes qu'on peut rattacher aux trois chefs suivants :

1° Recherche et récolte à l'aide du porc;

2° Recherche et récolte avec le concours du chien;

3° Recherche et récolte par l'homme seul.

1° *Recherche et récolte par le porc.* — On emploie à cette recherche soit le porc mâle, soit, le plus souvent, la truie. La préférence est accordée à celle-ci en raison de sa docilité un peu plus grande, de son odorat en général plus fin, et surtout parce qu'elle donne une portée de porcelets qui représente, pendant une assez longue période, un revenu annuel.

Le porc chasse ordinairement au vent, comme le chien. Il aspire les émanations de la truffe, parfois de fort loin, de 40 à 50 mètres, si son nez est fin et s'il est mené à bon vent. Il va droit à la truffe, enfonce son groin en terre, à une ou plusieurs reprises, suivant que la truffe est superficielle ou profonde, et met, dans tous les cas, celle-ci à nu dans un temps très-court. Le porc a deux manières de compléter son travail, manières en rapport avec les habitudes qui lui ont été données : le plus ordinairement, il passe son nez au-dessous de la truffe, qu'il soulève et rejette sur le sol; d'autres fois, il arase la truffe, rejetant la terre placée au-dessus d'elle, mais la laissant en place au fond du trou, d'où le rabassier l'enlève en passant par-dessous une sorte de couteau à lame épaisse et longue. J'ai vu, à Montagnac, les porcs arracher la truffe, qu'à Carpentras ils arasaient ou mettaient seulement à nu.

Que le porc ait soulevé la truffe ou qu'il l'ait seulement arasée, il tient son travail pour complet, regarde le rabassier et attend son salaire, consistant en quelques glands (parfois quelques grains de maïs) que le rabassier lui jette aussitôt. On n'a garde de l'oublier, car il témoignerait son mécontentement par des grognements et surtout en refusant de se remettre en chasse. A-t-il eu, au contraire, ce qu'il considère, et non sans raison, comme son légitime salaire, il repart aussitôt pour continuer ses recherches.

Aussi gourmand de truffes qu'il est vorace, le porc reviendrait volontiers à ses instincts, mais, après chacune de ses découvertes, le rabassier écarte son groin de la truffe avec l'extrémité d'un bâton terminé par une pointe de fer, quelquefois même utilisée à lui faire rendre gorge. Mais il est bien rare qu'une journée se passe sans que

(1) La recherche de la truffe *à la mouche* a lieu surtout en été pour la truffe blanche vers Quinson et Valensole (Basses-Alpes), suivant M. Ravel.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quelque truffette, que le porc croit ne pas avoir été vue de son maître, en raison de son très-petit volume, ne passe lestement dans son estomac.

On doit toujours d'ailleurs faire manger le porc avant de le conduire à la récolte; par là on diminue sa voracité et l'on soutient ses forces. Ainsi tel chien mal dressé, qui, conduit à la chasse après un bon repas, rapporte à son maître la pièce tuée, avale celle-ci s'il a grand faim.

Le porc peut chasser depuis l'âge de 2 ans jusqu'à 15, 20 et même 25 ans; comme le chien de chasse, il n'a toutes ses qualités qu'à l'âge de 3 à 4 ans. S'il est jeune et fort, il peut chasser tous les jours; mais le plus souvent on lui donne quelque repos, soit à certains jours, soit vers le milieu de la journée. C'est le matin et le soir qu'il chasse le plus volontiers et le plus fructueusement. Dans les courtes et froides journées d'hiver, le porc peut chasser tout le jour; mais en été, époque où l'on ne récolte d'ailleurs que la truffe blanche, on le laisse se reposer de 10 heures du matin à 2 heures du soir. La pluie et le grand vent nuisent à son odorat, qu'exaltent, au contraire, un temps sec et une terre fraîche sans être mouillée. La neige n'empêche aucunement le porc de sentir la truffe.

Tous les porcs sont susceptibles d'être employés à la recherche des truffes; mais ils n'ont pas tous la même finesse d'odorat; de là des chercheurs médiocres, bons et très-bons. On comprend, dès lors, que la remonte de l'étable d'un truffier demande des tâtonnements, des précautions, et soit, à un certain point, aléatoire.

Pour l'élève et le choix d'un porc truffier, on a égard aux qualités des parents, l'influence héréditaire se faisant ordinairement sentir. On essaye d'ailleurs la sensibilité olfactive de l'animal en cachant de petites truffes, et observant la facilité, variable, avec laquelle celui-ci les découvre. Si le rabassier va au marché pour y acheter un porc de chasse, il se place sur un point où doivent passer les porcs, met une truffe sous son pied, et tient note des animaux qui, attirés par l'odeur de celle-ci, font mine de vouloir la prendre.

La recherche de la truffe par le porc est de toutes la plus productive, les conditions étant d'ailleurs égales, en raison de la sûreté de nez de l'animal et de la rapidité merveilleuse avec laquelle il fouille le sol. On cite, à Montagnac, un rabassier qui, avec une excellente truie et dans de riches localités truffières, récolta en deux jours 35 kilog. de truffes! C'est d'ailleurs, et avec raison, le mode de recherche de beaucoup le plus répandu, et à peu près le seul usité dans le Périgord, le Languedoc et la Provence; quelques chiens sont cependant employés ici vers Capdenac, Perthuis, etc., mais le plus souvent, ils y sont la propriété de maraudeurs.

2° *Recherche et récolte par le chien.* — Le chien est employé à la recherche de la truffe dans le haut Dauphiné, la Champagne, la Bourgogne, la Bresse, les environs de Paris, sur quelques rares points de la Provence, du Languedoc et du Périgord.

On peut dire, d'une façon générale, que le chien n'est employé à rechercher la truffe que dans les contrées où celle-ci n'est pas très-abondante, l'exploitation des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

contrées truffières les plus riches étant, au contraire, le domaine du cochon. A cela, il y a cette très-bonne raison que le chien, plus alerte et plus docile, peut seul parcourir rapidement de grands espaces, sans quitter la direction que lui donne son maître. Le chien est plus particulièrement encore l'aide du truffier marron, qui braconne le jour, et souvent au clair de la lune, dans les bois dont le parcours lui est interdit. Leste à la recherche, prompt à la retraite, le chien peut seul être le compagnon du maraudeur.

Les chiens dressés à la chasse de la truffe portent presque partout le nom de *Loulou* ou celui de *Mouton*. Ce sont des roquets de petite taille, à poils ras, ou des barbets. Les chiens de chasse sont rejetés comme pouvant être détournés de la recherche de la truffe par celle du gibier.

On dresse généralement le chien en le faisant chercher, cachées sous un peu de terre, de petites truffes d'abord accompagnées d'un morceau de lard, lequel est abandonné comme récompense; puis on supprime le lard, et un morceau de pain lui est donné après la découverte de la truffe. Plus tard, en chasse, le petit morceau de pain sera donné à Loulou, après chaque truffe trouvée; c'est l'équivalent du gland jeté au cochon.

On s'attache d'ailleurs, autant que possible, à élever les petits de parents bons chasseurs de truffes.

Le chien évente les truffières, s'en approche en en aspirant l'arome, et s'arrête sur les truffes mûres, qu'il cherche à déterrer en grattant vivement le sol droit au-dessus d'elles. Si la truffe est superficielle, il l'extrait et la rejette derrière lui. Mais, pour peu qu'elle soit profondément placée, le rabassier complète la fouille avec l'extrémité d'une houlette ou avec une sorte de couteau à longue et forte lame.

Il arrive que les chiens, en fouillant vivement sur des pentes rapides, projettent sur ces pentes les truffes, qui descendent au loin et souvent sont perdues pour les rabassiers. De là, dans les pays à collines fort déclives, l'habitude où sont ces derniers de dresser leurs chiens à marquer seulement de la patte la place où est la truffe.

Le chien du rabassier se passionne d'ailleurs pour son métier, comme le chien de chasse pour le gibier. On le voit quelquefois, quand il trouve une belle truffe, marquer sa joie par des cris ou une sorte de rire, être triste, au contraire, et porter la queue entre les jambes quand il a été malheureux dans ses recherches (1).

3° *Recherche par l'homme seul.* — Le chien est inférieur au cochon; l'homme, avouons-le, est ici inférieur au chien lui-même. Guidé seulement par les signes généraux de la présence des truffières, il fouille au hasard à la pioche dans toute l'étendue de celles-

(1) Le chat, suivant M. Vergnes, pharmacien à Martel, est friand de truffes, goût qui permettrait de l'utiliser à leur recherche, si cet animal était plus susceptible d'éducation. Mais on sait que le chat est plutôt campé dans nos habitations que domestiqué.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ci. Parfois alors, surtout s'il opère dans un terrain qui ne lui est pas bien connu, il perd son temps à retourner la terre, ici d'une truffière qui n'est qu'en formation, là d'une truffière en train de disparaître, soit parce qu'on a recepé ou élagué l'arbre, soit parce qu'une fouille antérieure a eu lieu trop profondément ou avec des instruments plus coupants qu'effilés en pointes, etc.; et, dans le cas le plus favorable, celui où il a affaire à une truffière en bon rapport, la peine qu'il se donne pour recueillir un poids donné de truffes est hors de toute proportion avec le résultat obtenu. Ajoutez que le produit de sa récolte, que composent des truffes à tous les degrés de maturation, est de qualité très-inférieure. Soyons assurés que la mauvaise réputation des truffes de certains cantons a pour cause principale, souvent exclusive, la récolte qui en a été faite par l'homme, le plus imparfait des chercheurs de truffes.

Profondeur du gisement des truffes. — Les truffes se trouvent dans le sol à toutes les profondeurs, depuis l'extrême surface jusqu'à 1 mètre environ.

Parfois la truffe dépasse le sol par sa portion supérieure; assez souvent, elle est assez près de la surface pour soulever la terre en petite taupinière ou produire de légères fentes, sûrs indices pour les gens du métier qui trouvent fort bien des truffes en passant un doigt dans ces fentes ou taupinières; le plus souvent elle est engagée de 10 à 25 centimètres; et l'on cite des truffes observées à 60 et 82 centimètres (Bressy, de Pernes) ou même à 1 mètre (P. Achard, de Tullins) quand le sol est meuble et profond.

En général, les truffes les plus voisines de la surface sont les premières à mûrir.

Il arrive souvent que la fouille soit abandonnée quand la truffe, d'ailleurs signalée par le chien ou le cochon, est située très-profondément : le rabassier craint alors une sorte de *faux arrêt*. En ce cas j'ai vu un homme (P. Achard) dont l'odorat était assez fin pour reconnaître, à l'odeur de la terre qu'il retirait du trou, si la truffe existait réellement, et si, par conséquent, la fouille devait être continuée ou abandonnée.

Abondance de la récolte. — L'abondance de la récolte est subordonnée à la climatologie de l'année, au sol, à l'âge des plantations, etc. On trouve assez souvent les truffes rapprochées par 2 à 3 ou même plus, et comme enchevêtrées en une sorte de grappe. Ailleurs, elles sont distinctes, quoique rapprochées. C'est ainsi qu'on a retiré, en Vaucluse, 17 truffes d'un seul trou de fouille par une truie et qu'une seule *trifouillière* (1) de Tullins (Isère), située au pied d'un vieux chêne, donna une année plus de 500 truffes (P. Achard). M. Ravel m'a cité un rabassier de Montagnac (Basses-Alpes) qui en deux jours avait récolté 35 kilog. de truffes. On peut admettre que 2 à 3 kilogrammes par jour sont une récolte moyenne dans les lieux où la truffe croît à l'état sauvage.

Mais c'est dans les cultures truffières, cultures où chaque arbre a le plus souvent une

(1) Trifouillière est le nom donné aux truffières dans une partie du Dauphiné.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

truffière à son pied, que la récolte, régulière et rapide, est la plus productive en un temps donné.

C'est ainsi que j'ai vu à Montagnac, chez M. Martin-Ravel, 14 truies faire récolter en une demi-heure, représentant sept heures de travail, 10 kilogrammes de truffes au 20 février, c'est-à-dire vers la fin de la saison truffière, et que dans la même culture deux truies ont fouillé 11ᵏ,40 en deux heures, soit en un travail de quatre heures. Une journée de dix heures produirait donc, dans une plantation semblable, d'une étendue suffisante, 28ᵏ,500!...

Des récoltes analogues ont lieu dans les cultures de M. Rousseau, à Carpentras, où, le 22 février, je voyais récolter, à l'aide d'une seule truie, près de 4 kilogrammes de truffes en deux heures. C'est dans ces mêmes cultures de M. Rousseau qu'eurent lieu les récoltes suivantes :

Le jeudi, 5 février 1857, plusieurs porcs et un chien faisaient récolter, sous les yeux d'une commission du comice agricole de Carpentras, 17 kilogrammes de truffes dans une culture composée de 4 hectares et demi, dont 2 hectares semés en 1847, et 2 hectares et demi semés en 1851 seulement (1).

Le 18 février 1858, la Société d'agriculture de Vaucluse assistait, dans les mêmes plantations, à une fouille dans laquelle quatre porcs mettaient à jour, en deux heures, 23 kilogrammes de truffes dont une très-minime quantité était inférieure en grosseur à un œuf de poule (2).

Le 19 février 1862, une fouille faite avec trois porcs et trois habiles rabassiers, et succédant à d'autres fouilles dont la dernière remontait à quinze jours, produisit 35 kilogrammes de truffes (3).

Le 22 janvier 1866, la plantation, alors composée de 7 hectares environ, dont 4 peuplés d'arbres de dix-huit et quinze ans et 3 hectares peuplés de sujets de sept, cinq et trois ans, fournit un grand nombre de belles et bonnes truffes.

Le peuplement de dix-huit et de quinze ans est en plein rapport, le peuplement de sept ans donne une quantité notable d'assez grosses truffes; on a retiré de celui de cinq ans quelques truffes petites et peu colorées; la plantation de trois ans ne donnait rien encore (4).

On comprend que la récolte sera d'autant plus facile et, par conséquent, le rendement de la journée d'autant plus grand, que les truffes seront placées plus près de la surface du sol.

---

(1) Ces truffes, de première qualité, et dont plusieurs pesaient plus de 300 grammes, furent expédiées à Paris au prix moyen de 20 francs le kilogramme. (Rapport de M. Loubet.)

(2) Ces truffes furent vendues 15 francs le kilogramme. (Rapport du marquis des Isnards.)

(3) Ces truffes représentaient, au cours du jour (de plus de 20 francs), une somme de 750 francs. (Rapport du docteur Blanchard.)

(4) Rapport de M. l'inspecteur Bedel.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Rotation dans la récolte. — Les truffes mûrissent successivement, de novembre à mars. Or, pour les avoir avec toutes leurs qualités, il faut ne les récolter que lorsqu'elles ont atteint leur parfaite maturité. Ici se montre toute la supériorité du cochon et du chien, qui ne fouillent que les truffes mûres, laissant celles auxquelles un seul jour manque encore pour arriver à cet état.

De là l'espèce de rotation établie pour la récolte des bois ou cultures truffières bien aménagés; rotation par suite de laquelle les animaux fouilleurs sont ramenés périodiquement sur les mêmes truffières tous les six à huit jours, ou même plus souvent.

Signes de l'abondance des récoltes. — Le meilleur signe de l'abondance de la récolte des truffes paraît être dans les indications climatologiques, de la pluie en juillet et août étant d'un excellent présage. Mais dans quelques localités on admet que la récolte est en de certaines relations avec la production des glands et celle des galles; ce que rappellent ces dictons populaires :

Beaucoup de glands, beaucoup de truffes;

Beaucoup de galles, peu de truffes.

Je dois dire que quelques personnes renversent ces propositions, ce qui semble indiquer que celles-ci n'ont rien d'absolu. En quoi les glands, qui nouent au printemps, seraient-ils en relation d'existence avec les truffes, dont le développement se lie aux pluies d'été; et quels peuvent être avec celles-ci les rapports des galles (1)? On voit mieux que les galles, surtout nombreuses dans les années sèches, manquent quand la truffe est abondante. Cette inversion entre la truffe et les galles ne semble pas favorable à la théorie de la mouche truffigène; cependant elle est franchement admise par M. Martin-Ravel. Une opinion contraire paraît être celle des truffiers de l'Aveyron, qui admettent une relation directe entre la présence des truffes sous l'arbre et celle des galles sur les rameaux de ce dernier. Ils feraient même des marques aux arbres portant des galles afin d'être assurés de les reconnaître l'hiver venu, et les galles tombées.

Quelques rabassiers de Provence croient aussi que les chênes porteurs de singulières galles de forme bizarre et hérissées de petites cornes ont toujours des truffières à leur pied (2).

Quoi qu'il en soit des causes des mauvaises récoltes et de leurs indices, les propriétaires de truffières évaluent qu'il y a disette de truffes une fois tous les dix ou douze ans. C'est, on le voit, toujours l'histoire des vaches grasses et de la vache maigre.

Modes d'exploitation de la récolte. — Ces modes sont les suivants :

---

(1) Notons que l'année 1868, qui a donné beaucoup de glands, et s'annonçait comme devant être fertile en truffes, d'après les premières récoltes, n'a cependant été que d'un rendement moyen.

(2) Le Chêne qui produit ces galles cornues et souvent d'apparence céracée est le *Quercus pubescens*, excellent truffier nommé Chêne gris, et quelquefois, mais à tort, Chêne blanc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° Récolte libre ;

2° Récolte faite par le propriétaire ;

3° Partage entre le propriétaire et le rabassier ;

4° Affermage des truffières.

1° La récolte des truffes est laissée libre en un grand nombre de pays, notamment dans ceux où la production n'est pas très-abondante. Mais beaucoup de propriétaires de bois truffiers ignorent la richesse réelle de ceux-ci, dont ils pourraient utilement profiter en n'en permettant l'accès qu'à des rabassiers avec lesquels ils auraient traité, au moins en imposant une certaine redevance en truffes.

2° Certains propriétaires font leur récolte sans le secours d'autrui ; quelques-uns louent à la journée des rabassiers et des animaux auxiliaires. Si ces derniers sont des chiens, le propriétaire fera bien de veiller à ce que le rabassier, qui n'a pas d'intérêt à ménager la truffière, ne fouille celle-ci qu'avec précaution.

3° Le partage entre le propriétaire et le rabassier a lieu dans beaucoup de pays, surtout en Périgord. Mais c'est là un contrat léonin, tout à l'avantage du rabassier, qui ne manque pas, quelle que puisse être la surveillance exercée par le propriétaire des truffières, de soustraire à son profit la plus belle partie de la récolte, qu'il dissimule dans ses poches, son panier, sa gibecière, etc., ou enfouit sur quelques points du bois où plus tard il ira l'enlever. Il est préférable de traiter moyennant une redevance en truffes, fixe et calculée d'après le rendement présumé de la récolte ; encore doit-on s'attendre à ce que dans la redevance se trouvent les truffes les plus petites et celles de moindre valeur, telles que la truffe blanche et les nombreuses espèces de truffes dites musquées.

4° Le meilleur mode d'exploitation, avec celui où le propriétaire, se gardant bien, récolte par lui-même, est l'affermage à prix d'argent. C'est à lui que se rattachent chaque jour davantage les propriétaires et les communes des contrées les plus riches en truffes. Le prix du fermage, variable avec la richesse des bois truffiers, est le plus souvent compris entre 20 et 100 francs l'hectare ; souvent la location est faite en bloc. Des communes du Ventoux afferment ainsi leur récolte de truffes jusqu'au prix de 4 000 à 5 000 francs (Ville, Bédouin, etc.).

L'affermage doit être consenti pour plusieurs années, afin d'intéresser le fermier à la bonne exploitation des truffières.

On se trouve bien aussi d'insérer au bail une clause obligeant les rabassiers à semer du gland (truffier) dans les grands espaces nus. C'est une clause qu'ils remplissent d'autant mieux que, le bail étant plus long, ils peuvent espérer profiter des premières récoltes.

A ces quatre modes d'exploitation de la récolte il faut, pour ne rien omettre, en ajouter un cinquième, que nous appellerons la récolte dérobée ; c'est, en réalité, la récolte par le vol, largement pratiquée dans les pays, haut Dauphiné, Bourgogne, Champagne, Franche-Comté, etc., où les truffes ne sont pas toujours en quantité qui justifie l'active

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

surveillance des propriétaires. Cette récolte dérobée est pratiquée par des rabassiers marrons ou coureurs qui, parfois, s'éloignent beaucoup de leur pays pour aller périodiquement, et surtout pendant les nuits claires, exploiter les contrées qu'ils ont faites leurs tributaires. Ces coureurs, qui opèrent seuls ou aidés d'un chien, causent de grands dommages aux truffières qu'ils retournent profondément avec des pioches longues et coupantes.

Le département de la Drôme est la terre classique des rabassiers marrons qui, souvent, partent réunis en bandes pour exploiter l'Ardèche, le haut Dauphiné, la Bresse et la basse Provence. P. Achard, truffier à Tullins (Isère), me montra un jour, les larmes aux yeux, la belle trifouillière (truffière) qui autrefois lui avait donné, en un seul hiver, plus de 500 truffes, et qui ne marquait plus depuis le passage des *Drômains* (rabassiers marrons de la Drôme), passage remontant à quinze ans. Le sol, disait-il, avait été retourné jusqu'à la *pierre-à-fi* (poudingue très-dur, sous-jacent au sol arable, et formé de galets, les uns calcaires, les autres granitiques ou quartzeux ; ces derniers faisant feu au briquet, comme la pierre à fusil ou *pierre-à-fi*).

(*La suite prochainement.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 9 avril 1869.

Présidence de M. le baron *Séguier,* vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Limousin* (A.), rue Ramponeau, 34, Belleville-Paris, propose un procédé qui permet d'employer un nombre illimité de *fers*, dans le tissage des étoffes en relief, épinglés ou velours, en les fabriquant sur le métier mécanique à plusieurs pièces dit *métier à la barre*. (Arts mécaniques.)

M. *Arnodin* (F.), à Châteauneuf-sur-Loire (Loiret). Bateau-remorqueur hydraulique où la puissance pour la remonte des bateaux est empruntée au courant de la rivière. (Arts mécaniques.)

M. *Dupuis* (Ch.), rue Saint-Denis, 375. Pompe à vapeur à action directe. (Arts mécaniques.)

M. *Delage* (J. F. L.), rue Cambacérès, 25, demande l'examen d'un instrument géodésique qu'il nomme *précisangle*, qui fait connaître par une lecture facile les plus petites parties des angles et des pentes. (Arts mécaniques.)

M. *Beringer* (Lucas), rue Simon-le-Franc, 17, demande une première annuité de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

brevet pour une invention relative à la traction et au transport des fardeaux. (Arts mécaniques.)

M. *Tertenoit,* à Saint-Maurice, près de Charenton, rue de Saint-Mandé, 14 (Seine). Tampons propres à empêcher les accidents provenant de la rupture des essieux ou des roues, dans les convois de chemins de fer. (Arts mécaniques.)

M. *Toufflin,* rue de Constantinople, 23, présente le modèle de l'appareil broyeur américain de *Carr* dont il est le dépositaire à Paris. (Arts mécaniques.)

M. *Naudet*, opticien, rue et place Thorigny, à Paris, soumet à l'examen de la Société un hygromètre de Saussure, modifié sur les indications de M. *Monier* et présentant divers avantages. (Arts économiques.)

M. *Baude* (E.), rue de Rivoli, 214, président du comité des délégués de la classe 65 à l'Exposition universelle de 1867, écrit, au nom de ce comité, pour annoncer le don fait, à la Société, d'une somme de 2390 francs, reliquat des fonds versés pour l'installation de l'Exposition. Cette somme est destinée à la fondation d'un prix en faveur des industries représentées par la 65e classe (matériel et procédés du génie civil de l'architecture et des travaux publics). (Commission des fonds.)

M. *Ravenack*, rue Saint-Dominique-Saint-Germain, 229, demande l'examen de la Société pour une fermeture hermétique des portes et fenêtres. (Arts économiques.)

M. *Marie* (Victor), rue Lafayette, 183, présente un appareil diviseur, système *Tacon*, qui offre des avantages spéciaux. (Arts économiques.)

M. *Bargné,* directeur de travaux agricoles, à la Maison-Neuve près la Grand'Combe (Gard), sollicite un secours pour réparer les dégradations que les crues ont faites dans les gazonnements de montagnes qu'il a opérés. Il rappelle à ce sujet les récompenses que la Société lui a accordées pour des travaux antérieurs du même genre. Il demande aussi à être présenté pour être nommé membre de la Société. (Comité d'agriculture.)

M. *Turenne* (H.), rue de Dunkerque, 37 (ateliers, rue de Rocroy, 24), sollicite l'examen de ses procédés pour le plombage du zinc. (Arts économiques.)

M. *Samain,* constructeur-mécanicien, à Blois (Loir-et-Cher), présente une machine hydrostatique ou nouvelle machine à colonne d'eau. (Arts mécaniques.)

Rapports des comités. — *Lessivage à vapeur.* — M. *Clerget* lit, au nom des comités des arts économiques et mécaniques, un rapport sur les appareils pour le lessivage du linge, que M. *Decoudun* a présentés à la Société.

M. le rapporteur propose de remercier M. *Decoudun* de son intéressante communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*, avec un dessin de l'appareil présenté. Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Pendules de cheminée. — M. *Duméry* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur les modifications que M. *Thomas* a faites au mécanisme des pendules d'appartement, pour donner aux mouvements ordinaires quelques-uns des avantages essentiels qui distinguent l'horlogerie de luxe, en leur conservant une modération de prix qui est un des éléments principaux de leur vente habituelle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le comité propose de remercier M. *Thomas* de son intéressante communication, d'insérer le rapport au *Bulletin* avec le dessin du mécanisme, et d'en mettre cinq cents exemplaires à la disposition de l'inventeur. Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Communications. — *Contre-vapeur dans les trains de chemin de fer.* — M. *Baude* expose au Conseil les avantages que l'exploitation des chemins de fer a retirés de l'emploi de la vapeur introduite dans le cylindre de la locomotive, à contre-sens du mouvement du piston, procédé très-usité maintenant, et qu'on désigne par les mots d'*emploi de la contre-vapeur*. (Cette communication sera insérée au *Bulletin*.)

M. *Combes* entre dans quelques détails sur le même sujet.

Si la communication de l'échappement des cylindres avec la tuyère est fermée par un registre, les gaz de la combustion ne pourront pas être entraînés dans la circulation rétrograde. La vapeur qu'on enverra de la chaudière en ce point sera seule aspirée, et, comme la température de la chaudière est limitée au-dessous de 180 degrés, puisque les soupapes sont chargées pour une pression maximum de huit atmosphères, on ne risquera pas de brûler les garnitures en projetant dans le cylindre de la vapeur seule, malgré le réchauffement que la compression du piston fait éprouver à cette vapeur. Mais, par suite de ce réchauffement même, on ajoutera de la chaleur à celle que la chaudière avait déjà, au lieu de lui en prendre. Il faudra donc alimenter abondamment et régler le feu et les quantités d'eau introduites dans la chaudière, en tenant compte de cette circonstance.

Quand on injecte de l'eau pure dans le cylindre, la prise sur la chaudière réduit la pression supportée par l'eau qui en sort, et sa température tombe de suite à 100 degrés environ; il en résulte une vaporisation partielle, et le mélange qui parvient aux cylindres est une émulsion formée de 12 pour 100 de vapeur et de 88 pour 100 d'eau; la température dans les cylindres est alors de 115 degrés environ. C'est ce mélange qui est transmis à la chaudière et, en réalité, l'emploi de l'eau pure pour produire la *contre-vapeur* entraîne une consommation de combustible, tandis que celui de la vapeur seule permet d'obtenir un réchauffement provenant de la résistance elle-même.

Il est probable que les deux modes seront employés suivant les circonstances; mais il paraît constant que l'injection de la vapeur seule convient à la marche d'un train sur de longues pentes d'une forte inclinaison.

Avec un emploi judicieux de la *contre-vapeur*, le mécanicien dispose, pour enrayer le convoi, d'une grande puissance, qu'on peut évaluer, approximativement, à 60 pour 100 de la force normale de la machine, et il faut considérer ce progrès dans l'exploitation des chemins de fer comme un des plus considérables qu'on ait réalisés depuis longtemps.

M. *Laboulaye* attire l'attention de l'assemblée sur les conséquences considérables que cet emploi de la vapeur permet d'espérer pour l'avenir des chemins de fer. Un enrayage puissant et rapide, sans secousse appréciable, sans perte de force, sans détérioration ou

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

usure du matériel, est un avantage extrêmement précieux, et on conçoit tout l'intérêt que les moyens qui le rendent possible ont excité parmi les ingénieurs. Mais le principe sur lequel ces procédés se fondent est d'une fécondité beaucoup plus générale et doit fournir des résultats d'une bien plus grande importance. Comme l'a dit M. *Combes*, il résulte de l'*emploi de la contre-vapeur* une accumulation de chaleur dans la chaudière. D'après les principes de la théorie mécanique de la chaleur, cette élévation de température n'est pas autre chose que la transformation en chaleur de la force vive du convoi descendant la pente sur laquelle il se trouve.

Au chemin de fer de *Nord-Espagne,* on a fait plusieurs fois, à la descente du *Guadarrama,* une expérience qui rend cette transformation évidente. Deux locomotives conduisaient un train de 24 waggons; la deuxième était disposée pour fournir de la force au démarrage après les arrêts, et pour régulariser les départs; la première, munie d'appareils convenables, était destinée à ne produire *uniquement que du travail résistant.* Au départ le feu était tombé, et il restait à peine quelques charbons sur la grille.

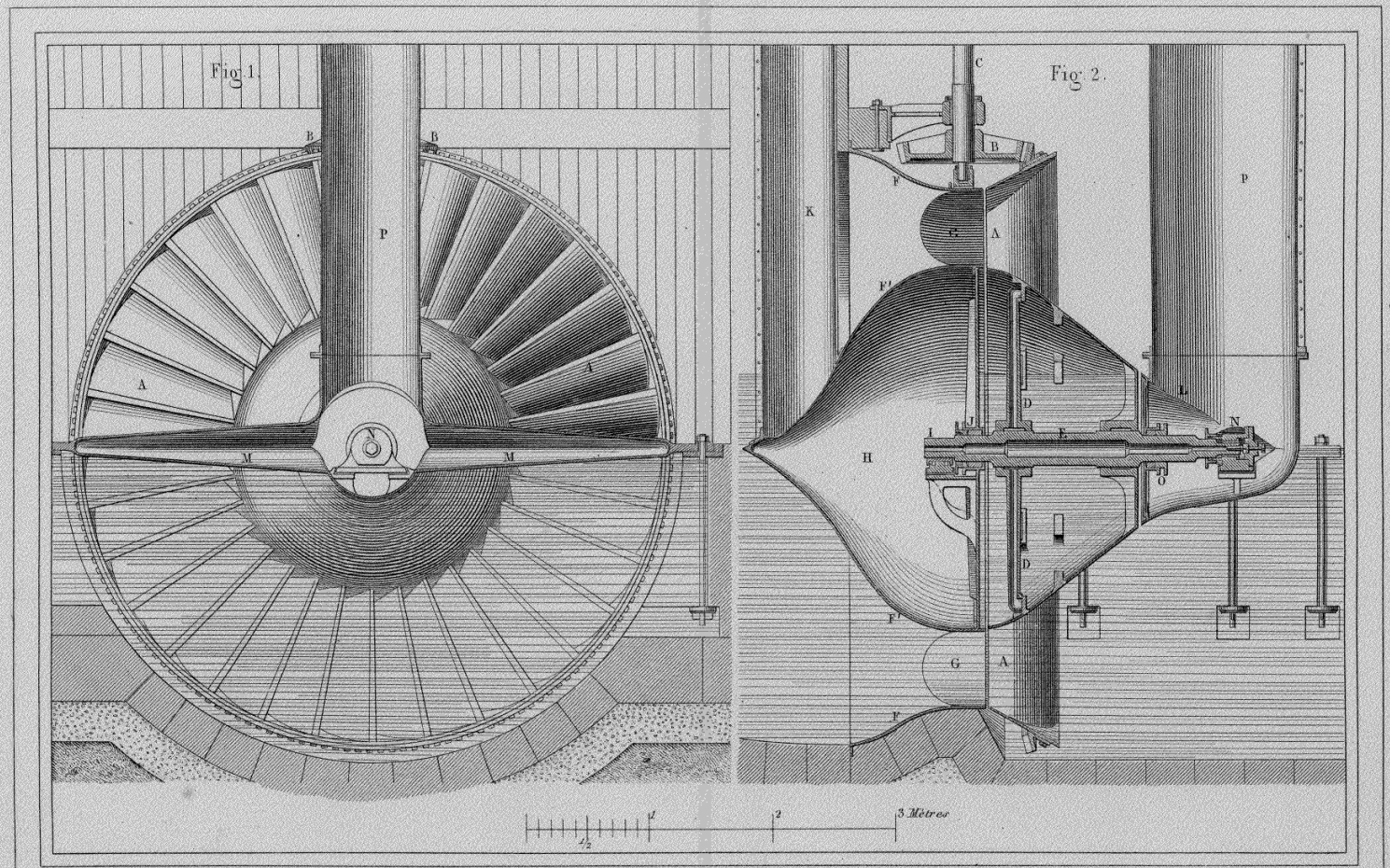
Après 9 kilomètres, le feu était éteint, et la pression dans la chaudière avait augmenté; à une quinzaine de kilomètres plus loin, malgré l'alimentation de la chaudière avec de l'eau froide, sa température s'était élevée au point de faire souffler toutes les soupapes de sûreté. Cette production de vapeur a persisté pendant une marche de 100 kilomètres; la pression était de 8 atmosphères; la température toujours élevée oscillait entre des limites peu écartées, et la locomotive a tiré de la descente du train, *sans consommation aucune de combustible,* une chaleur suffisante pour échauffer l'eau d'alimentation, pour fournir au rayonnement de la machine pendant trois heures, et pour produire toute la vapeur qui est sortie des soupapes lorsque la pression devenait trop forte.

Qui ne voit là les premiers effets, irréguliers et incomplets encore, d'un moyen puissant que nous possédons pour récupérer et emmagasiner, pendant la descente d'un train le long d'une pente, la force qu'il a fallu dépenser pour gravir la rampe précédente? Si l'exiguïté du réservoir de vapeur ne permet pas d'utiliser toute la *chaleur équivalente* à la force vive du train pendant son parcours sur une longue pente, il permet au moins de profiter d'une partie de cette force, très-importante et supérieure à ce que consomment les arrêts aux stations.

Nous devons donc nous attendre à des perfectionnements, jusqu'à présent inespérés, dans notre exploitation des chemins de fer, et elle les aura puisés dans l'application féconde des théories les plus nouvelles de la science.

Paris. — Imprimerie de madame veuve BOUCHARD-HUZARD, rue de l'Eperon, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

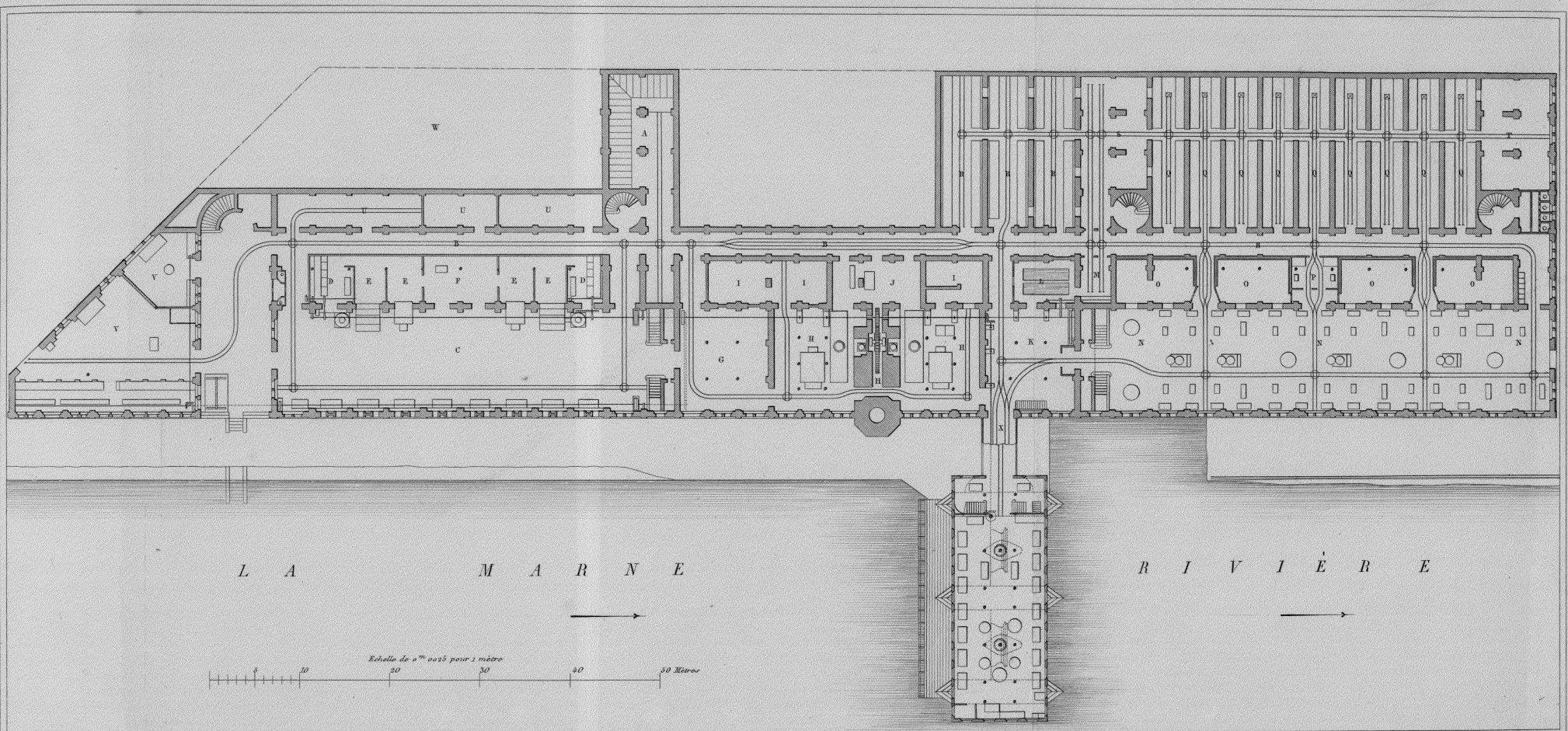


Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

TURBINE DE L'USINE DE M. MÉNIER, PAR M. L. D. GIRARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

FABRIQUE DE CHOCOLAT DE M. MÉNIER, A NOISIEL.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

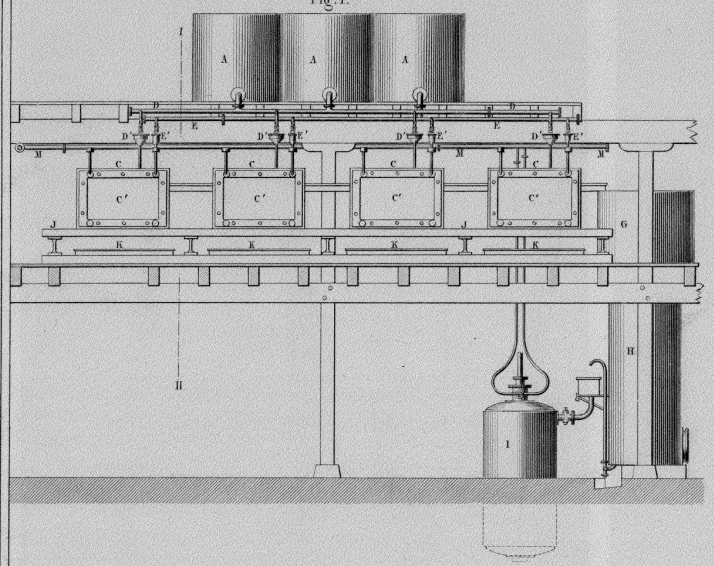


Fig. 2.

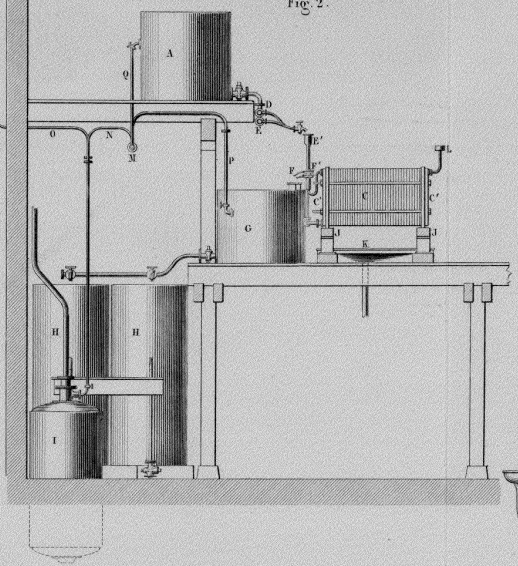


Fig. 3.

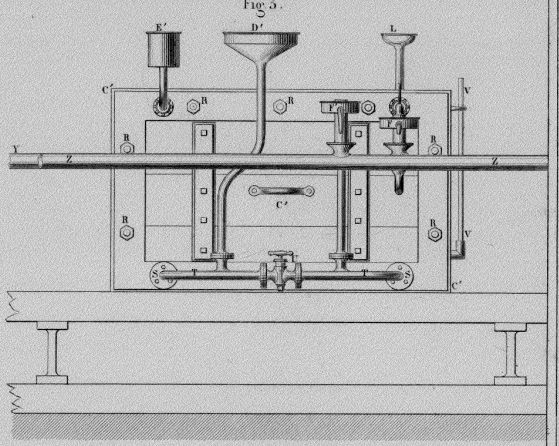


Fig. 4.

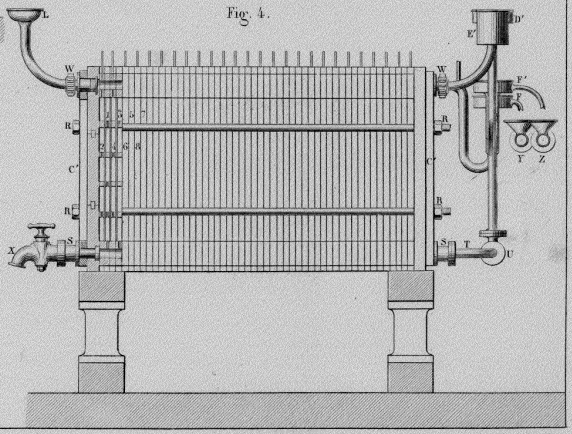


Fig. 5.

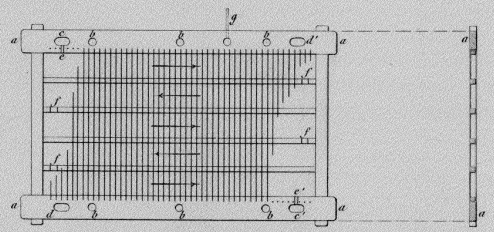
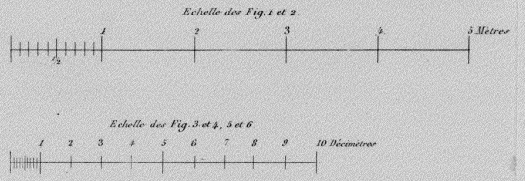


Fig. 6.



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède, 38 Paris

Ad. Leblanc del. et sc.

ÉPURATION DES SIROPS ET DES MÉLASSES AU MOYEN DE L'OSMOGÈNE, PAR M. DUBRUNFAUT.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

68e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XVI. — Juillet 1869.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. ALCAN, *au nom du comité des arts mécaniques, sur une* MACHINE A ÉGLOUTRONNER LES LAINES, *présentée par* M. A. MALTEAU, *constructeur, à Elbeuf.*

Messieurs, on sait que les laines à fibres courtes et vrillées, dites *laines à carder,* ont de tout temps été soumises à des opérations mécaniques préparatoires. Des machines fort simples, dites *batteuses* ou *loups*, servent à cet usage. La rotation rapide de l'organe principal de ces appareils, consistant en un tambour cylindrique ou conique armé de dents en fer, suffit à la désagrégation de la masse pour dénouer les fibres et en rejeter la poussière et les corps durs qui se trouvent accidentellement mélangés aux laines des diverses provenances d'Europe. Mais ces préparations deviennent insuffisantes lorqu'il s'agit de certaines autres toisons contenant non-seulement des matières étrangères ordinaires, mais aussi des petits chardons ou graterons dont les pointes s'entrelacent aux brins si intimement, que les machines dont il vient d'être question ne peuvent pas les enlever. Les laines de l'Amérique du Sud, en général, du Rio de la Plata, de Buenos-Ayres, du Chili entre autres, qui trouvent aujourd'hui un si large débouché en France, sont dans ce cas. A l'origine de leur apparition dans nos manufactures, il y a une vingtaine d'années, on ne pouvait les utiliser qu'en enlevant les petits graterons, un à un, à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la main. Cette besogne si lente ne fut possible économiquement qu'en la confiant aux prisonniers des maisons de détention. Mais cette ressource était trop limitée, et limitait elle-même l'emploi de ces laines avantageuses d'ailleurs. Une invention d'un Américain du Nord, nommé Syks, vint au secours des éleveurs du Sud, en établissant une machine qui parvint à égratronner avec une rare perfection au moins 200 kilogrammes de laine par jour. Cette machine, en usage aujourd'hui dans toutes les contrées industrielles, fut, en 1847, à Elbeuf, la cause d'une émeute de la part des femmes employées au travail à la main; cette opposition n'eut qu'un temps et n'empêcha pas les principaux mécaniciens d'apporter des modifications et améliorations de détails à la machine à égratronner, devenue désormais indispensable à un assortiment de machines à filer.

C'est certainement à cette invention que l'on doit le développement considérable de la laine de l'Amérique du Sud dans nos fabriques; elle y était à peu près inconnue en 1841 et sa consommation s'élève aujourd'hui à plus de 10000000 de kilogrammes par an pour la France seulement. Les ouvrières, si effrayées du résultat de ces machines, n'ont jamais été plus occupées ni mieux payées que depuis que ces appareils se sont propagés.

M. Auguste Malteau d'Elbeuf n'a cessé, depuis l'origine de l'usage des machines dont nous parlons, de chercher à les améliorer. Il est parvenu à en faire, dans lesquelles il combine les deux actions appliquées à la préparation de ces sortes de matières, celle du *louvetage* et de l'*égratronnage* ou *égloutronnage*. Sa machine se fait remarquer par sa simplicité, la solidité de son exécution, et par son bon fonctionnement, en même temps que par l'économie du rendement. Aussi les égloutronneuses de ce constructeur sont-elles appréciées par l'industrie, à laquelle M. Malteau continue à en livrer, même en présence de l'égratronnage chimique qui commence à être appliqué.

On sait que par ce système on cherche à dissoudre les substances végétales et les chardons par des bains acidulés qui, convenablement dosés, n'ont pas d'action sur la substance animale; mais il n'est pas démontré que ce dernier moyen puisse se généraliser, et rivaliser avec les procédés mécaniques lorsqu'ils remplissent, comme ceux soumis à votre examen par M. Malteau, toutes les conditions désirables.

Votre comité des arts mécaniques pense qu'il convient de continuer à encourager le progrès apporté à l'égratronnage mécanique.

Il vous propose, en conséquence, de remercier M. Malteau de son intéres-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sante communication, et d'insérer dans le *Bulletin* le présent rapport, ainsi que le dessin de la machine à égloutronner.

Signé ALCAN, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 24 juillet 1868.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 414 REPRÉSENTANT LA MACHINE A ÉGLOUTRONNER LES LAINES DE M. A. MALTEAU.

Fig. 1. Élévation longitudinale de la machine.

Fig. 2. Section verticale partielle dans un plan parallèle à celui de la figure 1.

Fig. 3. Vue partielle de face, prise du côté de la sortie de la laine.

Fig. 4. Vue d'un organe additionnel.

A, tablier sans fin, recevant la laine destinée à passer à la machine.

B, B, cylindres cannelés, entre lesquels la laine arrive en quittant le tablier A.

C, tambour, garni de battes et de dents en fer, recevant la laine des cylindres cannelés B, pour la livrer aux brosses D, E, F, G.

D, E, F, G, brosses cylindriques maintenant la laine sur le tambour H.

H, tambour sur lequel sont montés des peignes en acier chargés de travailler la laine quittant le tambour C.

I, cylindre, garni de pointes, dit *cylindre égloutronneur;* rapproché très-près du tambour H, il nettoie la laine et en sépare les flocons qui contiennent les graterons ou gloutrons.

J, brosse détachant du tambour H la laine nettoyée, qui est alors jetée hors de la machine pendant que les flocons chargés d'ordures tombent sur la toile sans fin K.

K, toile sans fin ramenant les flocons chargés d'ordures à portée du conducteur de la machine, qui les enlève et les fait passer de nouveau par toute la série des opérations précédentes.

Dans les machines à égloutronner ordinaires, la laine passe donc un plus ou moins grand nombre de fois à la machine, suivant son degré de propreté; mais plus elle y passe de fois, plus elle s'abîme, et c'est pour remédier à cet inconvénient que M. Malteau a ajouté à la machine les organes suivants :

L, tablier sans fin, à claire-voie, placé sous le cylindre égloutronneur (fig. 1 et 3), et destiné à laisser passer les ordures et graterons pendant que la laine, qui est renvoyée par le cylindre I, est de nouveau reprise par les brosses D, E, F, G.

M, M, M, rouleaux de conduite du tablier L, ayant leurs axes parallèles à celui du cylindre I.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quelquefois une petite toile sans fin horizontale N (voir le détail, fig. 4) est placée sous la partie horizontale du tablier L, pour recevoir les graterons qui ont passé et les emmener en dehors. Cette petite toile se meut sur des rouleaux O, dans une direction perpendiculaire à celle du tablier L.

P, cordes donnant le mouvement au tablier L.

Q, corde donnant le mouvement aux rouleaux O de la toile sans fin N, au moyen de deux petites roues d'angle R dont l'une est calée sur l'axe de l'un de ces rouleaux.

(M.)

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. PIHET, *au nom du comité des arts mécaniques, sur les* MACHINES ET OUTILS DESTINÉS AU TARAUDAGE, *présentés par* M. DENIS POULOT, *boulevard de la Villette, n° 50, à Paris.*

Messieurs, la bonne qualité, le bon marché et, par suite, la vulgarisation des machines et des constructions métalliques, qui jouent un si grand rôle dans l'industrie, dépendent évidemment de la facilité de l'exécution de leurs divers organes; aussi accueillerez-vous toujours avec empressement chaque pas nouveau vers ce progrès.

Parmi les organes qui se rencontrent le plus fréquemment sous la même forme dans toutes les constructions métalliques, les vis, les boulons et les écrous sont en majorité et sont partout d'une utilité générale.

De tout temps leur fabrication, toute simple qu'elle soit, a été l'objet d'incessantes recherches, car la moindre économie, le moindre perfectionnement qui exerce son influence sur des produits d'un emploi fréquent, donnent de grands résultats, et les machines que l'on y emploie présentent les types les plus divers soit dans leur simplicité presque rustique, soit dans leur complication parfois très-délicate.

M. Denis Poulot, fabricant de boulons et d'outils appliqués à cette spécialité, vous présente aujourd'hui, avec toute l'autorité de son expérience, une machine à tarauder dont la construction et les dispositions montrent une entente parfaite des besoins de cette fabrication et qui prendra rapidement sa place à côté des types les plus appréciés.

Dans la création de sa machine, M. Denis Poulot recherchait d'abord la réalisation précise de toutes les fonctions; vous n'y rencontrerez donc pas le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

caractère d'originalité qui frappe quelquefois et qui montre l'esprit fertile de l'inventeur, mais qui ne résiste pas toujours à l'expérience d'une pratique journalière. Il lui était donc difficile d'abandonner toute ressemblance avec les machines ordinairement en usage, qui toutes ont évidemment des avantages particuliers à côté de certains inconvénients.

Tous nos constructeurs connaissent les anciennes et belles machines de Fox, si largement taillées, dont un beau spécimen fonctionne à Paris depuis 1828 dans les ateliers de M. Victor Thiébaut et dont le Conservatoire des arts et métiers possède un modèle réduit : longtemps elles nous ont servi de types.

Plus tard ont paru les machines de Withworth, puis celles de Decoster qui les rappellent. Toutes deux sont évidemment d'un mérite supérieur au point de vue de l'action rationnelle des tranchants, et celle de Sellers, qui conserve les mêmes qualités sous une forme élégante et compacte, est l'expression la plus améliorée de ces sortes de machines.

Mais ces machines de Withworth et de Sellers ou leurs imitations ne sont pas entre toutes les mains; elles sont assez délicates pour être réservées à certains travaux et à certains ateliers où l'entretien de l'outillage est confié à d'habiles ouvriers.

M. Denis Poulot, s'occupant, à son tour, de cette question, a réussi heureusement à débarrasser sa machine de toute complication dans la disposition de ses filières et de ses coussinets; un simple ajustement rectangulaire, que le rabotage ou l'étirage à la filière peut donner, suffit pour en assurer les bons effets.

Nous acceptons sous toute réserve le procédé que conseille l'auteur d'employer à cet usage le barreau d'acier brut sans aucun ajustement. Certainement la simplicité de forme qu'il a donnée à ses porte-coussinets permet à la rigueur de le faire; mais c'est là une petite économie que ne doivent pas faire, suivant nous, les constructeurs soigneux; elle peut compromettre les bonnes fonctions des outils.

Tous les autres organes de la machine sont bien à la main; le démontage des pièces en service ne demande qu'une seule clef; on passe instantanément du taraudage de la vis à celui de l'écrou. Dès que le taraudage d'une vis est achevé, on peut y placer l'écrou et s'assurer ainsi de la perfection de chaque travail, tout en gagnant un temps toujours précieux.

M. Denis Poulot donne le mouvement de rotation, tantôt à droite, tantôt à gauche, qui est souvent nécessaire à ces machines, par une transmission inter-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

médiaire sur laquelle agissent deux courroies, l'une ouverte, l'autre croisée. Cette disposition débarrasse peut-être la machine proprement dite d'une partie de sa complication, mais nous croyons qu'elle lui retire une certaine facilité d'installation et le caractère de machine complète que nous recherchons constamment dans les machines-outils.

La parfaite disposition du bâti rend l'abord très-facile et permet, en servant de réservoir, d'y recueillir l'huile versée en abondance sur les outils, après qu'elle a été débarrassée, autant qu'il est possible, des copeaux qui sont retenus sur une toile métallique.

Une description sommaire des deux machines présentées par M. Poulot démontrera leur bonne combinaison.

Son premier type s'applique aux diamètres de 8 à 25 millimètres; il marche soit à bras, soit au moteur; il peut se fixer soit sur un établi, soit dans les mâchoires d'un étau, et est appelé à fonctionner facilement partout, dans l'atelier comme au chantier de montage.

Il se compose d'un petit banc de fonte, creusé en forme d'auge pour faciliter l'égouttage des copeaux gras. Sa partie inférieure et longitudinale est occupée par l'arbre moteur qui, d'un bout, porte un volant à manivelle et de l'autre deux pignons d'engrenage de diamètres différents, pour donner des vitesses appropriées au diamètre que l'on taraude.

La partie supérieure de ce banc est occupée d'un bout par un support venu de fonte, et dans lequel tourne un arbre creux portant à son extrémité extérieure deux roues correspondant aux pignons de l'arbre inférieur.

A l'une de ses extrémités cet arbre porte un mandrin à expansion, dont le serrage s'opère au moyen d'un plateau à spirale pour saisir les tarauds ou les tiges de boulons dans la limite des dimensions que comporte la puissance de la machine.

Sur le banc glisse le porte-coussinets, dont les mâchoires se rapprochent ou s'éloignent simultanément par l'action d'une vis à filets à droite et à gauche.

La seconde machine beaucoup plus puissante que la première est destinée au travail au moteur et permet de tarauder jusqu'au diamètre de 40 millimètres.

Elle se compose d'un bâti creux fixé au sol; dans l'intérieur de ce bâti se trouvent l'arbre de commande, sa poulie à vitesses variables et son pignon d'engrenage.

Au-dessus de ce premier arbre tourne l'arbre principal, percé dans toute sa

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

longueur pour recevoir les boulons ou tiges à tarauder d'une longueur quelconque; cet arbre porte sa roue d'engrenage calée entre les deux collets, et à sa partie antérieure se trouve le plateau à mâchoires serrant les tarauds ou les boulons.

Deux tiges de fer tournées, fixées en avant du bâti et parallèlement à l'axe des arbres, forment le chariot sur lequel glisse le porte-coussinets. Le rapprochement ou l'éloignement de ces coussinets, comme dans la première machine, est simultané; il s'opère également par l'action d'une vis à filets à droite et à gauche, à laquelle s'ajoute un système de pignon et de roue d'engrenage avec manivelle à volant.

Un débrayage, composé principalement d'une tige verticale, s'appuie au bâti et va rejoindre les courroies de la transmission de mouvement intermédiaire.

Les mâchoires qui saisissent les têtes de tarauds ou les tiges soumises au taraudage méritent une mention particulière. Ce sont deux disques dont la circonférence porte un certain nombre d'entailles diverses; ces disques se rapprochent ou s'éloignent l'un de l'autre selon la grosseur qu'ils ont à serrer.

Cette disposition, toute simple qu'elle paraisse, rend la manœuvre rapide; il n'y a pas de pièces de rechange en dehors de la machine; tout est là sous la main et cette disposition intéressante témoigne de l'esprit dans lequel l'inventeur l'a combinée.

Une troisième machine, qui n'est qu'une reproduction à plus grande échelle de la seconde, est destinée plus spécialement au taraudage des tubes en fer creux. Elle porte, en outre, une disposition pour couper ces tubes, ou encore pour couper les barres de fer rond, que les autres procédés de coupe laissent toujours imparfaits.

Lorsque cette machine doit être employée à cette opération, elle reçoit a l'extrémité de ses guides un chariot spécial portant une espèce d'outil de tour. Le tube ou la barre de fer rond sont maintenus solidement près de cet outil par une lunette qui fait partie du chariot, et cette lunette porte des coussinets à expansion qui s'adaptent aux divers diamètres à couper.

Une lunette semblable est fixée au bout extérieur de l'arbre creux; elle saisit le tube sans le déformer et l'entraîne dans sa rotation.

Indépendamment de ces machines, M. Poulot est l'auteur d'une notice très-complète sur le taraudage et de plusieurs petits outils accessoires, tels qu'un tourne-à-gauche à bras égaux, permettant l'emploi de diverses grosseurs de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tarauds, et divers modèles de filières simples. Nous ne nous appesantirons pas sur ces outils, qui témoignent surtout de l'attention que l'auteur porte à ses travaux.

L'empressement avec lequel les nouvelles machines de M. Poulot ont été accueillies par un grand nombre de nos bons ateliers démontre, d'ailleurs, que son auteur ne s'est pas trompé, et qu'il a réussi dans le programme qu'il s'était proposé.

Nous terminerons, Messieurs, en vous demandant de nous laisser insérer à la suite de notre rapport, malgré la publicité qu'elles ont déjà reçue ailleurs, quelques notes et quelques tables extraites de la brochure de M. Poulot; elles témoignent des efforts incessants faits par ce constructeur pour ramener les divers pas de vis employés dans l'industrie à une dimension uniforme et rationnelle. A ce point de vue, le concours de votre *Bulletin* ne pourra qu'être utile au succès de cette intéressante question.

Si vous voulez bien accepter cette proposition, nous vous demanderons en même temps d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin*, d'y joindre les dessins de l'une des machines décrites, et de vouloir bien remercier l'auteur de sa communication.

Signé PIHET, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 12 *juin* 1868.

Sur le taraudage et son outillage, par M. Denis Poulot.

(Extrait d'une notice de l'auteur.)

Du pas et de la forme des filets.

Les dispositions des filets et les dimensions du pas du boulon ont été exécutées jusqu'ici sans règles précises et ordinairement suivant les convenances spéciales de chaque constructeur. De là une grande diversité dans les types de pas et de nombreux inconvénients résultant de ce manque d'uniformité.

Frappés de ces inconvénients, quelques ingénieurs ont déjà tenté d'y porter remède. Ainsi MM. Withworth, en Angleterre, et Armengaud aîné, en France, ont proposé une forme de filet triangulaire dans laquelle la profondeur du filet n'est que les 633/1000 de la hauteur du pas. Or cette forme, suivant nous, est trop défectueuse, ne s'accorde pas avec ce qui se fait généralement en France, et ne laisse pas assez

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de profondeur pour arrondir légèrement les sommets, afin d'enlever ce qu'en terme de métier on appelle *le friant*.

Nous proposons l'emploi d'une forme plus simple, celle du *triangle équilatéral*. Avec cette disposition (fig. 1), *la hauteur du pas et la longueur des générateurs du filet* sont égales entre elles; la profondeur du filet, que nous désignons par H, est égale à la hauteur du triangle équilatéral. Si donc nous appelons le pas P, on aura, pour tous les cas, $H = 0{,}866 \times P$.

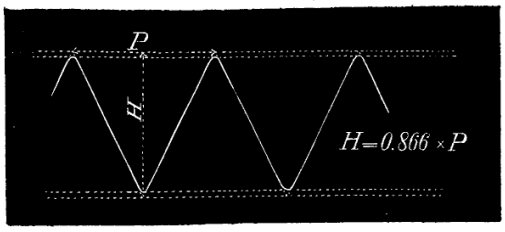


Fig. 1.

D'autre part, nous pensons que les parties arrondies du sommet et du fond du filet doivent être raccordées aux côtés de ce filet par un arc de cercle dont le centre serait situé sur la bissectrice de l'angle, à une distance du sommet égale au 1/20 de H, ce qui réduit la profondeur d'une quantité peu importante, ainsi qu'on le verra plus loin au tableau du pas français.

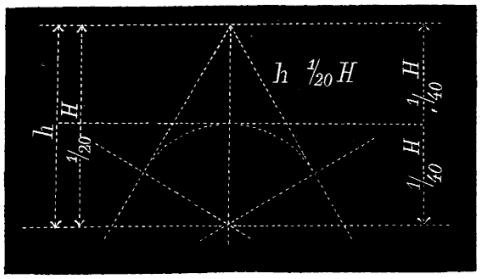


Fig. 2.

La figure 2 représente l'extrémité d'un filet de pas très-grand, ainsi que le tracé graphique de la partie arrondie du sommet.

Dimensions des pas en raison des diamètres.

Nous ne nous préoccupons pas ici du diamètre qu'il convient de donner aux pièces taraudées par rapport aux résistances et aux efforts qu'elles doivent supporter; c'est l'affaire du constructeur. Le diamètre du boulon étant donné, nous en déduisons le pas.

Les dimensions que nous proposons se rapprochent sensiblement de celles dont se servent les compagnies de chemins de fer et les grands ateliers de construction, tels que ceux de Cail, Gouin, le Creusot, etc. Les compagnies ont adopté une série de diamètres, mais, cette série étant trop restreinte, les ateliers de construction ont créé des types intermédiaires qui se rapprochent généralement les uns des autres, mais

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

entre lesquels, cependant, il existe encore des différences assez sensibles pour que l'outillage, pris d'un côté, ne puisse servir à l'autre. C'est en raison de ces considérations que nous donnons le tableau suivant, qui montre l'application du pas pour des diamètres variant depuis 7 jusqu'à 40 millimètres :

Tableau I.

Diamètres en millimètres.	Pas en millim.
7 — 8 — 9 — 10.	1,50
11 — 12 — 13 — 14.	1,75
15 — 16 — 17 — 18 — 19.	2,00
20 — 21 — 22 — 23.	2,50
24 — 25 — 26 — 27 — 28.	3,00
29 — 30 — 31 — 32.	3,50
33 — 34 — 35 — 36 — 37 — 38.	4,00
39 — 40.	4,50

Pas dit des chemins de fer.

Les ingénieurs de chemins de fer, désirant réduire, autant que possible, le diamètre des boulons entrant dans le matériel, ont arrêté 14 diamètres de 8 à 40 millimètres, qui sont ceux de 8, 10, 12, 15, 18, 20, 23, 25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, et 6 pas différents pour ces 14 diamètres (voir le tableau suivant).

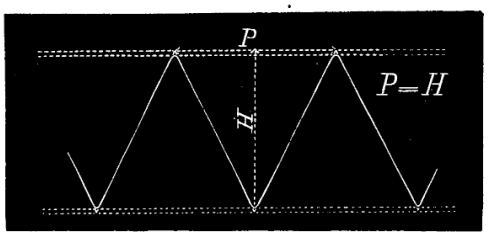


Fig. 3.

Or le pas adopté pour les diamètres de 12, 20, 30 et 40 millimètres nous semble trop faible; les filets sont trop fins et beaucoup trop exposés, en raison du diamètre des tiges, à se desserrer et à faire *vis sans fin,* lorsqu'on exerce de grands efforts de serrage. En outre, les variations de diamètre de ce type sont trop restreintes pour les petites dimensions allant jusqu'à 15 millimètres pour pouvoir satisfaire à tous les besoins de l'industrie.

Le pas dit des chemins de fer est loin d'avoir une base unique. Nous avons résumé la forme moyenne; il y en a de plus et de moins profonds, mais il n'y a rien de régulier, ce qui est un inconvénient assez grand.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau II.

Diamètre extérieur des filets en millimètres.	Pas des filets en millimètres.	Profondeur des filets en millimètres.	
8 — 10 — 12.	1,50	1,50	On doit retrancher de ces chiffres une certaine fraction pour la partie arrondie.
15 — 18 — 20.	2,00	2,00	
23.	2,50	2,50	
25 — 28 — 30 — 32.	3,00	3,00	
35 — 38.	3,50	3,50	
40.	4,00	4,00	

Pas français.

Dans les types des chemins de fer que nous venons de citer, la hauteur est loin d'être rigoureusement égale au pas. Une étude attentive de cette question nous a démontré que cette profondeur n'était pas indispensable à la sécurité des pièces taraudées, qu'un pas moins profond était tout aussi solide, et qu'il permettait de former

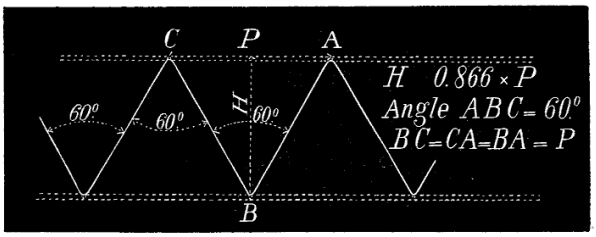


Fig. 4.

les filets d'une façon plus facile et d'augmenter, en même temps, le noyau de la tige taraudée; d'où résulte cet avantage que les filets sont moins sujets à s'arracher lors du taraudage. Cherchant donc un angle facile à construire, nous avons été amenés à celui du triangle équilatéral, et c'est ainsi que tous nos filets présentent un angle de 60 degrés.

Les pas ainsi construits sont de bonne venue et cadrent parfaitement avec les diamètres donnés dans le tableau I. Il serait certainement préférable d'avoir, dans un atelier de construction, un outillage complet pour tous les diamètres contenus dans ce tableau; mais, comme un pareil outillage serait fort coûteux, nous avons résumé, comme suit, une série de diamètres, à laquelle il conviendrait de réduire les dimensions à employer pour toutes les constructions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau III.

Diamètres.	Pas.	Profondeur du triangle.	Profondeur réelle.
7 — 8 — 9 — 10.	1,50	1,299	1,134
11 — 12 — 13 — 14. . . .	1,75	1,516	1,441
15 — 16 — 18.	2,00	1,73	1,640
20 — 23.	2,50	2,16	2,052
25 — 28.	3,00	2,60	2,470
30 — 32.	3,50	3,03	2,879
35 — 38.	4,00	3,464	3,291
40.	4,50	3,90	3,705

La Marine impériale, ayant compris les avantages qu'elle tirerait d'une uniformité de pas à une base unique, a adopté depuis longtemps le triangle équilatéral, ainsi que le prouve la circulaire suivante adressée, en 1863, à tous les établissements qui sont sous sa direction.

Paris, le 25 septembre 1863.

Le Ministre aux préfets maritimes et au directeur d'Indret.

« Messieurs, par une circulaire en date du 14 mai 1861 (*B-O*), j'ai fixé les dimen-
« sions à donner aux boulons et écrous employés dans les machines de la Marine
« militaire.

« Ces dimensions ne comprennent que les diamètres extérieurs, les pas et les dia-
« gonales des écrous, et ces données ne sont pas suffisantes pour que les vis et les
« boulons exécutés dans un port puissent s'adapter au taraudage provenant d'un
« autre port.

« J'ai reconnu, par suite, que, pour atteindre à l'uniformité recherchée, laquelle
« est si désirable au point de vue de la célérité et de l'économie des réparations, il
« était nécessaire que *la forme des filets* fût réglementée.

« Deux méthodes principales sont actuellement suivies dans l'exécution de ces
« organes.

« L'une de ces méthodes consiste à donner aux filets une forme courbe. Elle a
« l'avantage de rendre ces filets moins coupants et plus durables. Malheureusement
« elle repose sur le tracé de courbes qui ne pourront jamais être obtenues identiques
« d'un établissement à l'autre ; son adoption ne saurait dès lors conduire à l'unifor-
« mité recherchée.

« Dans la seconde méthode, la section des filets est rigoureusement un triangle
« équilatéral. Elle a, sans doute, l'inconvénient de donner des filets un peu aigus,
« mais cet inconvénient est racheté par la simplicité de la définition du filet et la
« facilité de le reproduire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« J'ai adopté cette seconde méthode et décidé que la section de chaque filet de vis « serait désormais un triangle équilatéral, ayant pour côté le pas fourni par le tableau « inséré dans la circulaire du 14 mai 1861.

« Veuillez, je vous prie, donner des ordres pour qu'on se conforme aux prescrip- « tions de la présente dépêche dans toutes les machines qui seront construites à « l'avenir.

« Recevez, etc. »

Le Maréchal Ministre de la guerre,
chargé, par intérim, du Ministère de la marine et des colonies,
Signé RANDON.

Pas carré.

Comme, jusqu'ici, on n'a pas eu de base pour déterminer la profondeur à donner aux filets carrés, nous soumettons aux constructeurs la formule suivante :

$$H = 2/5\ P,$$

dans laquelle H est la hauteur et P le pas. En appliquant cette formule, on obtient des profondeurs qui cadrent bien sur les petits comme sur les grands diamètres (voir fig. 5).

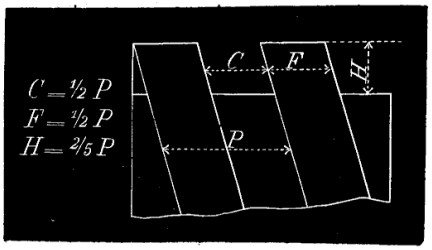


Fig. 5.

Pas rond.

Les vis qui doivent être manœuvrées souvent et d'une manière prompte, comme il arrive dans les chemins de fer pour les tendeurs de wagons, les freins, etc., demandent l'emploi d'un filet solide dont l'usure ne compromette pas la sécurité. La disposition des filets ronds permet de faire un pas profond et d'autant plus solide que les angles sont supprimés.

La figure 6 représente la forme généralement adoptée.

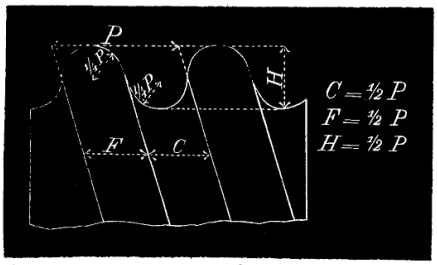


Fig. 6.

Pas anglais.

Dans les vis et boulons à filets triangulaires proposés par M. Withworth, l'auteur fait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

varier les diamètres de 1/16 de pouce anglais (soit $0^m,00159$) pour les diamètres compris entre $0^m,00635$ et $0^m,0127$; de 1/8 de pouce (soit $0^m,00318$) pour les diamètres compris entre $0^m,0127$ et $0^m,04127$, et à chaque variation de diamètre correspond un changement de pas. Voici le tableau des filets Withworth ;

Tableau IV.

DIAMÈTRE EXTÉRIEUR du boulon		NOMBRE DES FILETS dans la hauteur		PAS des filets en millimètres.	PROFONDEUR des filets en millimètres.
en pouces anglais.	en millimètres.	de 1 p. 25mm,4.	ou de H = *d*.		
1/4	6.35	20	5	1.27	0.8
5/16	7.93	18	5.6	1.41	0.89
3/8	9.52	16	5.9	1.58	1
7/16	11.11	14	6.1	1.81	1.15
1/2	12.70	12	6	2.11	1.34
5/8	15.87	11	6.8	2.30	1.46
3/4	19.04	10	7	2.54	1.61
7/8	22.22	9	7.8	2.82	1.79
1	25.40	8	8	3.17	2.06
1 1/8	28.57	7	7.8	3.63	2.29
1 1/4	31.75	7	8.7	3.63	2.30
1 3/8	34.92	6	8.2	4.23	2.66
1 1/2	38.10	6	9	4.23	2.66
1 5/8	41.27	5	8.1	5.08	3.21
1 3/4	44.45	5	8.7	5.08	3.24
1 7/8	47.62	4.5	8.5	5.64	3.57
2	50.82	4.5	9	5.64	3.57
2 1/4	57.17	4	9	6.35	4.02
2 1/2	63.52	4	10	6.35	4.02
2 3/4	69.87	3.75	10.3	7.24	4.59
3	76.20	3.5	10.5	7.24	4.59
3 1/4	82.55	3.25	10.5	7.80	4.94
3 1/2	88.90	3.25	11.3	7.80	4.94
3 3/4	95.25	3	11.2	8.46	5.36
4	101.60	3	12	8.46	5.36
4 1/4	107.95	2.93	12.4	8.80	5.57
4 1/2	114.30	2.87	12.9	8.80	5.57
4 3/4	120.65	2.81	13.3	9.20	5.82
5	127.00	2.75	13.7	9.20	5.82
5 1/4	133.35	2.69	14.1	9.60	6.08
5 1/2	139.70	2.62	14.4	9.60	6.08
5 3/4	148.50	2.56	14.9	10.16	6.43
6	152.40	2.5	15	10.16	6.43

Pas proposé par M. Armengaud aîné.

Dans son *Vignole des mécaniciens,* M. Armengaud aîné discute la question des pas et des filets en faisant appel à l'uniformité. La formule qu'il donne pour déterminer les pas est celle-ci : $P = 0,08\ d + 1$; il en résulte donc un pas pour chaque diamètre.

En outre, il propose des variations de diamètre de $0^m,0025$ en $0^m,0025$ pour les diamètres compris entre 5 et 25 millimètres et des variations de $0^m,005$ en $0^m,005$ pour ceux compris entre 25 et 80 millimètres. Il en résulte, comme on le voit par le tableau

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ci-dessous, douze types de pas entre 5 et 40 millimètres, ce qui nous semble trop considérable.

Tableau V

Diamètres.	Pas.	Profondeur.
5.	1,4.	0,8
7,5.	1,6.	1
10.	1,8.	1,1
12,5.	2	1,3
15.	2,2.	1,4
17,5.	2,4.	1,5
20.	2,6.	1,6
22,5.	2,8.	1,8
25.	3	1,9
30.	3,4.	2,1
35.	3,8.	2,4
40.	4,2.	2,6
45.	4,6.	2,9
50.	5	3,2
55.	5,4.	3,5
60.	5,8.	3,8
65.	6,2.	4,1
70.	6,6.	4,4
75.	7	4,7
80.	7,4.	5

En mettant de côté la question des pas, on doit reconnaître que ces dimensions laissent subsister des inconvénients graves. Ainsi, par exemple, dans le cas du taraudage de boulons bruts de forge, il faudrait avoir des fers de $0^m,0075$, $0^m,0125$, $0^m,0175$, $0^m,225$; or, à moins de les commander spécialement, on ne peut en trouver dans le commerce. D'un autre côté à l'égard des diamètres de $0^m,025$ à $0^m,030$, de $0^m,030$ à $0^m,035$, de $0^m,035$ à $0^m,040$, les besoins sont trop fréquents pour qu'on doive supprimer les diamètres intermédiaires. En effet, si dans une machine il y a, par exemple, des goujons de $0^m,025$ de diamètre dont les filets viennent à être cassés, pour reformer le pas on est obligé de se servir du diamètre de $0^m,030$, car on n'a pas de dimension intermédiaire entre $0^m,025$ et $0^m,030$; c'est-à-dire qu'il faut augmenter le diamètre de $0^m,005$, ce que toutes les pièces ne permettent pas de faire en raison de leur forme. Pour les diamètres au-dessus de $0^m,040$ la différence de $0^m,005$ peut être admise.

Au sujet des filets triangulaires, nous reconnaissons avec M. Armengaud que leur application dépasse rarement $0^m,060$ de diamètre. Comme le tableau des pas français ne va pas au delà de $0^m,040$, pour les diamètres supérieurs nous appliquons un pas égal au 1/10 du diamètre. Ainsi pour $0^m,060$ nous prenons un pas de $0^m,006$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pas appliqués aux tubes en fer.

L'emploi des tubes en fer a pris, depuis quelques années, un développement considérable. Comme leurs raccords sont faits au moyen de manchons taraudés, nous dirons deux mots des pas employés.

Ici il y a également un manque d'uniformité. Les Anglais, conséquents avec eux-mêmes, ont appliqué leurs pas, et les fabricants français ont adopté, en général, le même pas, d'où résultent des complications et des embarras lorsqu'il s'agit de réparations. En effet, si les tubes étaient taraudés avec un pas en rapport avec l'outillage de nos établissements, les réparations seraient faciles; malheureusement le pas anglais diffère trop du nôtre, et tout le monde ne peut pas avoir un outillage spécial. Nous appelons donc l'attention des fabricants sur cette question, afin d'amener dans les taraudages des tubes l'application du pas métrique français.

Voici un tableau des diamètres et des pas appliqués aux tubes, avec indication des pas proposés par nous.

Tableau VI.

Diamètres extérieurs.	Pas anglais en pouces.	Pas anglais en millimètres.	Pas proposés.
10.	1/4	1,27.	1,25
13.	5/16	1,41.	1,50
17.	5/16	1,41.	1,50
21.	7/16	1,81.	2,00
27.	7/16	1,81.	2,00
34.	5/8	2,30.	2,50
42.	5/8	2,30.	2,50
49.	5/8	2,30.	2,50
54.	5/8	2,30.	2,50
60.	5/8	2,30.	2,50
100.	7/8	2,82.	3,00

Ce que nous venons de dire des tubes s'applique également à la robinetterie.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 415 REPRÉSENTANT UNE DES MACHINES A TARAUDER DE M. DENIS POULOT.

Fig. 1. Élévation longitudinale de la machine.
Fig. 2. Section transversale suivant la ligne I, II de la figure 1.
Fig. 3. Vue en dessus.
Fig. 4. Détail de l'une des pièces.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette machine peut tarauder les boulons et les écrous. Telle que la représentent les figures, elle est disposée pour le taraudage d'un boulon; nous indiquerons plus loin les changements qu'on doit faire lorsqu'on veut tarauder un écrou.

A, banc en fonte, creusé en forme d'auge pour recevoir les copeaux de métal et l'huile qui s'égoutte; cette auge est formée d'un double fond, dans lequel se rend l'huile au moyen d'une ouverture destinée à lui livrer passage.

Le banc A, qui porte toutes les pièces de la machine, peut se fixer dans les mâchoires d'un étau ainsi que l'indique en traits ponctués la figure 1.

B, B, vis servant à fixer la machine sur un établi lorsqu'on ne veut pas se servir d'un étau.

C, robinet pour vider l'huile contenue dans le double fond de l'auge.

D, arbre moteur tournant dans la partie inférieure du banc A qu'il traverse dans toute sa longueur.

E, volant à manivelle, calé sur l'une des extrémités de l'arbre moteur.

F, G, pignons calés sur l'arbre D à l'extrémité opposée à celle du volant; ils sont de dimensions différentes pour donner des vitesses appropriées aux diamètres que l'on veut tarauder.

H, support venu de fonte avec le banc A, et dans lequel tourne un arbre creux portant les roues I, J.

I, J, roues dentées de diamètres différents correspondant aux pignons F, G; il suffit de déplacer une goupille pour faire glisser l'arbre D et engrener à volonté chacun des pignons avec la roue qui lui correspond.

K, mandrin à expansion servant à opérer le serrage du boulon ou de l'écrou à tarauder.

L, L, mordaches verticales, traversant diamétralement le mandrin K et portant à leurs extrémités inférieures deux entailles en regard l'une de l'autre, dans lesquelles la tête du boulon vient se placer par deux de ses angles opposés (voir la fig. 4 qui est une vue de face). Les extrémités supérieures de ces mordaches sont dentées en forme de crémaillère sur la face qui regarde le plateau M.

M, plateau monté librement sur l'axe du mandrin K et muni, du côté des mordaches L, d'un filet saillant de forme spirale, dans les contours duquel peuvent être engagées les crémaillères de ces mordaches. Si, au moyen des trous pratiqués sur la circonférence du plateau M, on fait tourner ce plateau dans un sens ou dans l'autre, on comprend qu'on produira le rapprochement ou l'écartement des mordaches L et, par conséquent, le serrage ou le desserrage du boulon à tarauder.

N, boulon à tarauder dont la tête est saisie entre les mordaches L; il reçoit un mouvement de rotation continu par l'intermédiaire du pignon G et de la roue J.

O, chariot portant les outils à tarauder le boulon N; il est composé de deux parties, dites porte-coussinets, embrassant les bords longitudinaux du banc A le long duquel il peut glisser.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

P, P, coussinets montés au chariot en regard l'un de l'autre, et portant chacun dans une entaille latérale un des outils de taraudage; ils sont munis, à la partie inférieure, d'appendices filetés formant écrous sur la vis Q (fig. 2).

Q, vis portant un pas à gauche et un pas à droite pour rapprocher ou écarter à volonté les coussinets P et, par conséquent, les outils de taraudage chargés d'opérer sur le boulon N.

R, double poignée de manœuvre de la vis Q.

S, réservoir d'huile muni, à sa partie inférieure, d'un robinet pour laisser écouler l'huile nécessaire à la lubrification pendant le travail de la machine.

Lorsqu'au lieu d'un boulon il s'agit, au contraire, de tarauder un écrou, les outils de taraudage sont remplacés par des pinces à l'aide desquelles on maintient l'écrou dans une position fixe; puis un taraud est mis à la place du boulon N et reçoit, comme celui-ci, un mouvement de rotation, pendant lequel il opère le taraudage de l'écrou.

(M.)

MACHINES A VAPEUR

SUR L'APPLICATION DE LA THÉORIE MÉCANIQUE DE LA CHALEUR AUX MACHINES A VAPEUR, LOCOMOTIVES ET AUTRES, DANS LA MARCHE A CONTRE-VAPEUR. — INFLUENCE DES PROPORTIONS RELATIVES D'EAU ET DE VAPEUR AMENÉES DE LA CHAUDIÈRE AUX TUYAUX D'ÉCHAPPEMENT, PAR M. CH. COMBES,

Membre du Conseil.

§ I. Ce mémoire fait suite à celui que j'ai publié dans le cahier de janvier 1869 du *Bulletin*, p. 13. Je continuerai à considérer une machine à laquelle la vapeur est distribuée au moyen d'un seul tiroir à recouvrements conduit par un excentrique circulaire, le tiroir et l'excentrique étant installés de manière que l'admission de la vapeur motrice, dans la marche directe ordinaire, ait lieu à l'origine de chaque excursion du piston et cesse *moyennement* au milieu de sa course. Je rappelle que, dans ce cas, une excursion complète du piston est divisée en trois parties dont la première correspond à l'admission de la vapeur motrice, la seconde à la détente de la vapeur comprise entre le piston et la table du tiroir, la troisième à l'échappement anticipé dans l'atmosphère de la vapeur détendue. Dans les deux premières parties, la vapeur qui rem-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plit la partie du cylindre située en avant du piston et qui est poussée par celui-ci s'écoule par le tuyau d'échappement et la tuyère qui le termine; dans la troisième, la lumière d'échappement est masquée par le rebord du tiroir et la vapeur est progressivement comprimée dans l'espace (*nuisible*) compris entre le piston arrivé à la fin de son excursion et la table du tiroir.

L'excentrique conducteur du tiroir étant amené dans la position qui procurerait la même distribution de la vapeur pour une rotation des roues de la locomotive en sens inverse et une marche rétrograde du train, le sens de la rotation et de la marche primitives persistera, en tous cas, pendant un certain temps, par l'effet de l'inertie des masses en mouvement, et il pourra être maintenu indéfiniment par l'action de la gravité, si la machine et le train descendent une pente suffisamment inclinée. Dans cette marche à contre-vapeur, la partie de la course qui, dans la marche directe ordinaire, venait la dernière et correspondait à la contre-pression en avant et à l'échappement anticipé en arrière du piston, se présentera la première et correspondra à la détente de la vapeur ou du mélange resté dans l'espace compris entre la table du tiroir et le piston arrivé à la fin de l'excursion précédente; tandis que ce mélange fluide exerce sur le piston, dans le sens de son mouvement effectif, une pression progressivement décroissante, le piston pousse devant lui et chasse vers la tuyère le fluide qui remplit le cylindre de l'autre côté, jusqu'à ce que le tiroir ait atteint sa position moyenne.

Alors commence la deuxième partie de la course du piston, celle qui, dans la marche ordinaire, correspondait à la détente de la vapeur motrice. Durant cette partie de la course, la lumière vers laquelle s'avance le piston est masquée par l'un des rebords du tiroir et celle dont il s'écarte est ouverte à l'échappement. Le piston comprime donc devant lui la vapeur ou le fluide qui remplissent la partie du cylindre dans laquelle il pénètre, tandis que l'espace qu'il abandonne derrière lui se remplit du fluide arrivant du conduit d'échappement.

Cela dure ainsi jusqu'à ce que, le rebord du tiroir ayant démasqué à l'extérieur la lumière vers laquelle le piston s'avance, la partie du cylindre dans laquelle il s'enfonce soit mise en communication avec la boîte de distribution et la chaudière. La vapeur de la chaudière fait alors irruption dans le cylindre où elle se mêle au fluide comprimé précédemment, et le piston refoule le tout dans la boîte de distribution et la chaudière jus-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'à la fin de sa course, tandis que l'espace qu'il laisse derrière lui continue à se remplir du fluide aspiré dans le conduit d'échappement. C'est la troisième et dernière partie de l'excursion du piston, celle qui, dans la marche ordinaire, correspondait à l'admission de la vapeur motrice et se présentait la première. Quand elle est terminée, l'espace compris entre le piston et la table du tiroir reste rempli du fluide dont la plus grande partie vient d'être refoulée vers la chaudière, et qui se détendra au commencement de l'excursion suivante du piston en sens contraire, tandis que la partie du cylindre située de l'autre côté du piston restera en communication avec le tuyau d'échappement aboutissant à la tuyère.

§ II. Les moyens par lesquels on a rendu possible et facile l'emploi de la marche à contre-vapeur dans l'exploitation des chemins de fer, pour modérer la vitesse des trains sur les pentes fortes, et pour déterminer le ralentissement et l'arrêt complet aux stations et dans les autres cas où cela est nécessaire, sont fort simples. Ils consistent à faire arriver, préalablement à toute manœuvre des mécanismes liés au tiroir, dans les conduits d'échappement qui aboutissent à la tuyère, un jet de vapeur emprunté à la chaudière et chargé d'eau liquide dans une proportion que le mécanicien peut faire varier à volonté, en ouvrant plus ou moins des robinets adaptés à deux tuyaux de petit diamètre partant de la chaudière et qui débouchent l'un dans l'espace occupé par la vapeur, l'autre dans l'espace rempli d'eau. Ce jet doit être assez abondant pour fournir à l'aspiration des cylindres et tenir la tuyère toujours remplie, même lorsque cette aspiration est à son maximum d'intensité, de vapeur plus ou moins humide, qui s'écoule par son orifice et empêche l'air chaud remplissant la boîte à fumée et la cheminée d'entrer dans les cylindres. Telles sont les dispositions mises en pratique sur le chemin de fer du Nord de l'Espagne, que M. Ricour a décrites dans deux mémoires imprimés, le premier dans les *Annales des mines*, 6e série, t. X, le second dans les *Annales des ponts et chaussées*, t. XVII.

M. Marié, ingénieur en chef du matériel et de la traction aux chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, s'empressa d'appliquer sur ce réseau les dispositions précédentes, en y apportant quelques modifications importantes. En juin 1867, un grand nombre de locomotives en étant déjà pourvues, M. Marié rédigea et fit imprimer une instruction très-détaillée et fort bien faite sur *l'emploi de la contre-vapeur pour modérer la vitesse des trains*. Cette instruction avait été précédée par une note autographiée en date du 24 décembre 1866, dans laquelle sont décrits l'appareil

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à vis pour le changement de position du tiroir et l'agencement particulier des tuyaux pour l'injection de vapeur et d'eau dans l'échappement (*système Le Châtelier*), tels qu'ils étaient appliqués aux locomotives construites et en construction sur la ligne de Paris à Lyon. Les deux tuyaux qui amènent l'un de la vapeur, l'autre de l'eau de la chaudière, aboutissent à deux compartiments d'une boîte isolés l'un de l'autre et séparés d'un troisième compartiment par une table à lumières, sur laquelle glissent deux tiroirs indépendants l'un de l'autre et manœuvrés du dehors à la main par des tiges filetées traversant un écrou fixe. L'un des tiroirs règle l'admission de la vapeur, l'autre celui de l'eau qui se mêlent dans le troisième compartiment, d'où un tuyau bifurqué conduit le mélange fluide aux conduits d'échappement des deux cylindres. La note du 24 décembre 1866 fait connaître les résultats de nombreuses expériences sur des trains de marchandises descendant des pentes de 8 à 37 millimètres par mètre.

En appliquant, dans mon mémoire (cahier de janvier 1869, p. 13), les principes de la théorie mécanique de la chaleur au calcul du travail moteur de la vapeur dans la marche directe et du travail résistant dans la marche à contre-vapeur, pour le même cran de détente (admission commençant au point mort et suppression de la vapeur moyennement à la moitié de la course du piston), j'ai admis que, dans la marche à contre-vapeur, le fluide aspiré dans le cylindre par le conduit d'échappement était de la vapeur saturée à la température de 100 degrés et sous la pression d'une atmosphère, sans aucun mélange d'air, ni d'eau liquide, comme cela pourrait avoir lieu si, en même temps que l'on amène le tiroir dans la position qui convient à la marche en arrière, on mettait les conduits d'échappement des cylindres en communication avec une capacité close, vide d'air et contenant de l'eau et de la vapeur à la température de 100 degrés, maintenue par un afflux d'eau ou de vapeur venant de la chaudière, tandis qu'une soupape dont le poids serait exactement équilibré, s'ouvrant du dedans au dehors, mettrait obstacle à l'entrée de l'air extérieur. Ces circonstances diffèrent de celles qui résultent des dispositions mises en pratique sur les chemins de fer du Nord de l'Espagne et du réseau de Paris à Lyon et à la Méditerranée. J'ai supposé que la vapeur saturée et sèche à 100 degrés suit, lors de la compression qu'elle subit dans le cylindre et qui n'est accompagnée d'aucune liquéfaction, la loi d'un gaz permanent de même chaleur spécifique (0,48) et pour lequel le rapport des deux chaleurs spécifiques à pression constante et à volume

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

constant serait 1,41. Moyennant ces hypothèses, le calcul donne pour la température de cette vapeur, à la fin de la période de compression, au plus 170°,7 et pour sa tension $2^{at},14$. A ce moment l'espace rempli de vapeur surchauffée est mis en communication avec le réservoir de la chaudière, que je suppose plein de vapeur saturée à la pression de 8 atmosphères et à la température de 170°,81. La vapeur de la chaudière se précipite donc dans le cylindre par la lumière ouverte et se mélange avec celle qui y existait déjà; la force vive dont elle était animée, au passage rétréci de la lumière, s'éteint bientôt en tourbillonnements et l'équilibre des pressions est rétabli en un temps vraisemblablement fort court, durant lequel le piston avance très-peu; puis la vapeur est refoulée vers le cylindre.

La pression exercée sur le piston par la vapeur refoulée ne peut dépasser en moyenne celle qui existe dans la chaudière, et qui y est maintenue à 8 atmosphères au plus par les soupapes de sûreté qui donnent issue à la vapeur, dès que cette limite est atteinte : le travail résistant développé dans la phase de refoulement, y compris l'irruption de la vapeur qui suit l'ouverture de la lumière, ne peut donc dépasser le produit de 8 atmosphères, soit $8 \times 10333 = 82664$ kilogrammes, par l'aire du piston et le chemin qu'il parcourt, depuis que la lumière commence à s'ouvrir jusques à la fin de son excursion. Ce travail résistant est converti en chaleur, qui s'accumulerait dans le système entier, composé de la chaudière et du cylindre, et élèverait de plus en plus la température de l'eau, de la vapeur et des parois, si une quantité de chaleur égale n'était emportée par la vapeur, sortant par les soupapes de sûreté, ou perdue à travers les parois solides par contact avec le milieu ambiant, ou par rayonnement. Il n'y aurait pas d'élévation de température au-dessus de 171 degrés que le jeu des soupapes de sûreté maintient dans la chaudière, si la chaleur due au travail exercé par le piston sur la vapeur refoulée revenait à la chaudière, ainsi que je l'ai supposé dans mon mémoire. Mais l'expérience montre que, dans la marche à contre-vapeur, lorsqu'on injecte de la vapeur sans mélange d'eau dans les conduits de l'échappement, la température du cylindre et de la boîte de distribution s'élève bientôt de manière à brûler les graisses et à donner lieu au grippement et à une usure rapide des pièces frottantes, même dans le cas où l'injection de vapeur est assez abondante pour que son écoulement par la tuyère soit incessant.

M. Ricour a, dans son premier mémoire, daté à Madrid du 24 avril 1866

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(*Annales des mines,* 6e série, t. X, p. 155), expliqué cet échauffement par la compression brusque de la vapeur existante dans le cylindre sous une pression voisine, par exemple, de 2 atmosphères, au moment de l'irruption de la vapeur de la chaudière à 8 atmosphères de pression. Il a développé cette explication dans son deuxième mémoire inséré aux *Annales des ponts et chaussées,* t. XVII, p. 245, et dans une note manuscrite qu'il m'a fait l'honneur de m'adresser le 22 avril dernier (1); il insiste sur ce point que la chaleur développée par l'extinction de la force vive, avec laquelle la vapeur contenue dans la boîte du tiroir fait irruption dans le cylindre, ne se répartit pas dans tout le système, mais se porte d'abord sur la vapeur contenue dans le cylindre, dont elle élève la température bien au-dessus de celle de la chaudière, à moins qu'il n'existe dans le cylindre, avec la vapeur, une quantité d'eau liquide suffisante pour maintenir la vapeur à saturation et à son maximum de densité, sous la pression limitée par la charge des soupapes de sûreté et, par conséquent, à la température existante dans l'intérieur de la chaudière elle-même. Si l'eau liquide fait défaut, la vapeur surchauffée et refoulée par l'effet de la dilatation et par le piston n'atteint pas la chaudière : elle reste dans la boîte du tiroir et la partie voisine du conduit allant à la chaudière. C'est donc cette même vapeur surchauffée qui fait irruption dans le cylindre, vers le milieu de l'excursion suivante; les mêmes faits se reproduisent et amènent un nouvel accroissement de température, moindre toutefois que celui qui a eu lieu à la fin de l'excursion précédente et ainsi de suite. M. Ricour conclut que, abstraction faite de l'influence des parois solides et en les supposant imperméables à la chaleur, la température de la vapeur arriverait, après un nombre suffisant de coups de piston, à une limite supérieure qu'il détermine par le calcul, ainsi que la proportion d'eau liquide dont la vapeur injectée dans les conduits de l'échappement doit être chargée, pour que la vapeur reste constamment saturée.

Ces considérations sont justes, et l'on peut, en les prenant pour point de départ, calculer pour chaque *cran* de la marche à contre-vapeur : 1° le *maximum* de température à laquelle pourrait arriver la vapeur dans le cylindre, au cas où elle serait absolument sans mélange d'eau liquide;

(1) Cette note a été imprimée depuis dans un appendice au mémoire cité. *Notice sur le tube d'inversion.* A. Dunod, éditeur, p. 59 de l'appendice.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° la quantité d'eau additionnelle nécessaire pour que la vapeur reste toujours saturée et que sa température ne puisse pas dépasser celle qui existe dans la chaudière. J'ai fait ces calculs par une méthode différente de celle que M. Ricour a suivie, dans son mémoire du 24 avril 1866.

§ III. Je prends les mêmes données que dans mon premier mémoire; seulement je considère la distribution *moyenne* que donnerait une longueur infinie de la bielle du piston de la machine. La détente de la vapeur à la pression de 8 atmosphères renfermée entre le piston au commencement de son excursion et la table du tiroir se continue, dans ce cas, jusqu'à ce que le piston ait parcouru les 0,1475 de son excursion. La partie du cylindre qui est en arrière du piston est alors mise en communication avec l'échappement, et le piston comprime devant lui la vapeur sèche ou humide, à la pression d'une atmosphère et à la température de 100 degrés, qui a été aspirée, durant l'excursion précédente, jusqu'à ce qu'il ait atteint le milieu de sa course. A ce point, la moitié du cylindre où le piston va pénétrer est mise en communication avec la boîte de distribution; la vapeur surchauffée ou saturée, mais toujours à la pression de 8 atmosphères, fait irruption dans cette partie du cylindre et se mêle à la vapeur qui s'y trouve déjà. La force vive dont elle est animée s'éteint en tourbillonnements et la chaleur dégagée surchauffe les vapeurs mélangées, si elles sont sèches, ou vaporise l'eau liquide qu'elles contiennent. Puis toute la masse de fluide est refoulée vers la boîte de distribution et la chaudière jusqu'à la fin de l'excursion du piston, après laquelle l'espace compris entre le piston et la table du tiroir reste rempli de vapeur, qui se détendra au commencement de l'excursion suivante du piston en sens contraire.

Ceci posé, je considère le cas où la vapeur, puisée par aspiration dans le condenseur ou les conduits aboutissants à la tuyère ouverte, est absolument sèche, et je cherche la limite supérieure de la température que pourra atteindre la vapeur surchauffée, après un nombre quelconque de coups de piston, dans la boîte de distribution et l'espace compris entre le piston arrivé à la fin de son excursion et la table du tiroir. J'obtiendrai cette limite, en faisant abstraction de l'influence des parois solides du cylindre et les considérant comme imperméables à la chaleur. Lorsque, le piston étant arrivé aux 0,1475 de son excursion, le tiroir ouvrira la communication entre l'échappement et l'extrémité du cylindre, dont le piston s'éloigne, et fermera la communication entre l'échappement et la partie du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cylindre dans laquelle le piston s'enfonce, ce piston aura devant lui de la vapeur à 100°, à une atmosphère de pression, sèche par hypothèse, qu'il comprimera. Le volume initial de cette vapeur sera 0,9025 AL; son poids, par conséquent, $0{,}9025 \times 0{,}607\,AL = 0^{k},5478\,AL$. La compression sera terminée quand le piston atteindra le milieu de sa course. Son volume sera alors réduit à 0,55 AL. On trouve, par les méthodes de calcul exposées dans mon premier mémoire, que la compression a donné lieu à un travail résistant de $5108^{k\times m},060 \times AL$, équivalant à $12^{cal},047 \times AL$; que la température finale de la vapeur surchauffée est de 164°,11 et sa tension de 2 atmosphères. Soit x la température de la vapeur surchauffée par hypothèse et à la pression de 8 atmosphères qui existe dans la boîte de distribution et fait alors irruption dans la moitié du cylindre située en avant du piston. Désignant par α le coefficient moyen de dilatation de la vapeur d'eau, entre la température de 170°,81, correspondante à l'état de saturation sous la pression de 8 atmosphères, et la température x, le poids du mètre cube de vapeur contenue dans la boîte de distribution sera exprimé par $4^{k},277 \times \frac{1+\alpha \times 170°,81}{1+\alpha x}$. Le coefficient α ne nous est pas exactement connu; nous savons seulement qu'il est plus grand que celui de l'air et qu'il ne s'écarte pas beaucoup de 0,00375. En admettant ce dernier chiffre, le poids du mètre cube de vapeur surchauffée à la température x sera : $\frac{7^{k},01658}{1+0,00375x}$.

Si x est la limite supérieure de température que nous cherchons, il faut qu'après l'établissement de l'état de repos relatif et de l'uniformité de température dans toute la masse de vapeur formée du mélange de celle qui a fait irruption du dehors et de celle qui était déjà dans le cylindre, la température commune soit encore égale à x, c'est-à-dire que, la vapeur qui est entrée conservant sa température initiale, la chaleur dégagée par l'extinction de la force vive avec laquelle elle s'est précipitée de la boîte de distribution dans le cylindre, soit précisément égale à celle qui est nécessaire pour élever la température de la vapeur qui s'y trouvait déjà de 164°,11 à x et la pression de 2 à 8 atmosphères. Or, en négligeant le petit déplacement du piston qui a lieu, pendant l'irruption de la vapeur venant de l'extérieur et le rétablissement de l'équilibre dans l'intérieur du cylindre, la masse totale de vapeur, après l'équilibre rétabli, y occupera un volume égal à 0,55 AL. Son poids sera par conséquent :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$$\frac{7^k,01658}{1+0,00375\,x} \times 0,55\,AL = \frac{3^k,85912}{1+0,00375\,x} \times AL$$

Le poids de vapeur qui se trouvait dans le cylindre, au moment où la communication avec la boîte de distribution a été ouverte, était $0^k,54782\,AL$ à la température de $164^o,11$; la quantité pondérale de vapeur qui est entrée dans le cylindre est donc :

$$\frac{3^k,85912}{1+0,00375\,x} \times AL - 0^k,54782\,AL = \frac{3^k,31130 - 0^k,00205\,x}{1+0,00375\,x} \times AL$$

Cette vapeur occupait dans la boîte de distribution un volume que nous obtiendrons en divisant son poids total par le poids du mètre cube qui a été déterminé ci-dessus. Ce volume est donc égal à : $\frac{3^k,31130 - 0^k,00205\,x}{7^k,01658} \times AL.$

Un volume précisément égal de vapeur saturée à la pression de 8 atmosphères aura dû se former dans l'intérieur de la chaudière, pour occuper l'espace délaissé dans la boîte de distribution et de proche en proche dans les conduits par la vapeur qui a fait irruption dans le cylindre; le travail mécanique correspondant à cette vaporisation est, en négligeant le volume de l'eau liquide par rapport à celui de la vapeur formée, égal au produit du volume lui-même multiplié par la pression de 8 atmosphères sur l'unité superficielle, c'est-à-dire par 8×10333^k; la chaleur équivalente à ce travail mécanique s'obtiendra en divisant le produit précédent par 424. Or c'est précisément le travail mécanique dû à la vaporisation de l'eau dans la chaudière qui engendre la force vive avec laquelle la vapeur fait irruption dans le cylindre, et l'extinction de cette force vive reproduit, en se transformant, la chaleur équivalente. En conséquence, la vapeur entrée apporte avec elle dans le cylindre, indépendamment de sa chaleur interne, une quantité de chaleur équivalente au travail mécanique de la vaporisation de l'eau dans la chaudière, laquelle est exprimée, d'après ce qui précède, par :

$$\frac{3^k,31130 - 0,00205\,x}{7,01658} \times AL \times \frac{8 \times 10333}{424}$$

Cette quantité de chaleur doit être exactement égale à l'accroissement de la chaleur interne des $0^k,54782\,AL$ de vapeur qui se trouvaient dans le cylindre, avant l'irruption de la vapeur du dehors, pour passer de la tem-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pérature 164°,11 à la température x, accroissement qui est égal au produit du poids $0^k,54782\,AL$ par la chaleur spécifique de la vapeur à volume constant. Prenant pour cette dernière chaleur spécifique : $\frac{0,48}{1,4} = 0,3434$, nous avons pour déterminer x l'équation :

$$\frac{(3^k,31130 - 0,00205\,x)\,82664}{7,01658 \times 424} = 0,3434 \times 0,54782\,(x - 164,11)$$

d'où finalement :

$$x = 501°,4.$$

Ce nombre ne peut être considéré que comme approché, en raison de l'incertitude qui existe sur le coefficient de dilatation de la vapeur au voisinage du point de saturation et sur la chaleur spécifique à pression constante. Malgré ces incertitudes, si l'on réfléchit que, dans les calculs précédents, on a négligé toutes les causes de refroidissement des parois du cylindre et de la boîte de distribution de la vapeur, on est amené à penser que la limite ainsi déterminée est au-dessus de la température réelle que la vapeur absolument sèche pourrait acquérir et, à plus forte raison, communiquer aux parois qui la contiennent. Quoi qu'il en soit, le nombre calculé est bien assez élevé pour expliquer la décomposition des graisses, le grippement et l'usure des pièces qui ont été observés dans la pratique.

§ IV. Quelle est la quantité d'eau liquide qui doit être mêlée, dès le commencement de la marche à contre-vapeur, à la vapeur à 100 degrés et sous la pression d'une atmosphère, aspirée du condenseur ou des conduits d'échappement aboutissants à la tuyère ouverte, pour que la vapeur reste toujours à l'état de saturation dans le cylindre et que, par conséquent, sa température ne puisse pas s'élever au-dessus de celle qui est maintenue dans la chaudière ?

Cette seconde question peut être résolue avec le secours des tables numériques relatives aux propriétés de la vapeur d'eau à saturation, calculées par le professeur Zeuner, et que j'ai reproduites dans mon essai sur les principes de la théorie mécanique de la chaleur. Je prends les données dont j'ai fait précédemment usage, et je suppose d'abord que la vapeur contenue dans le condenseur ou les conduits d'échappement soit chargée d'eau liquide dans la proportion de 20 pour 100 du poids total du mélange, qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

serait ainsi composé en poids de 80 pour 100 de vapeur saturée à 100 degrés et de 20 pour 100 d'eau également à 100 degrés. On peut négliger le volume occupé par l'eau liquide devant celui qu'occupe la vapeur. Dans ce cas, au moment où le piston est arrivé aux 0,1475 de son excursion, il a devant lui un mélange fluide à 100 degrés dont le volume est 0,9025 AL où la vapeur entre toujours en poids pour $0,9025 \times 0,607$ AL = ... $0^k,54782$ AL
et l'eau liquide pour 1/4 du poids précédent, c'est-à-dire
pour. . . . . $0^k,136955$ AL

Poids total. . . . . $0^k,684775$ AL

Ce fluide est réduit par la compression dans un espace égal à 0,55 AL. Durant la compression, la température se sera élevée, une partie de l'eau liquide sera passée à l'état de vapeur, et par conséquent le poids spécifique de la vapeur aura augmenté dans un rapport plus grand que celui du volume initial au volume final. Il sera donc, après la compression terminée, plus grand que $0^k,607 \times \frac{0,9025}{0,55} = 0^k,996$. Or ce dernier nombre est compris entre $0^k,946$ et $1^k,001$, qui, dans la table de Zeuner, correspondent à la vapeur d'eau saturée aux températures respectives de 113°,69 et 115°,54, sous les pressions de $1^{at},6$ et $1^{at},7$. Il est donc certain qu'au moment où la vapeur de la chaudière fera irruption dans le cylindre, elle y trouvera un mélange de vapeur et d'eau dont le poids total sera $0^k,684775$ AL, à une température commune supérieure certainement à 113°,69 et probablement aussi à 115°,54. L'équation de Clausius

$$m_2 = \frac{a+t_2}{r_2}\left\{\int_{t_2}^{t_1}\frac{c\,dt}{a+t}+\frac{m_1 r_1}{a+t_1}\right\}$$

nous donnerait la fraction m_2, pour laquelle la vapeur entre dans l'unité de poids du mélange fluide à la fin de la compression, si nous connaissions exactement la température finale t_2, dont nous venons de déterminer la limite inférieure. Il faut procéder par tâtonnement et, avec un peu d'habitude de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ces sortes de calculs, on aperçoit que la température finale doit être très-peu écartée de cette limite. J'essaye donc pour t_2 le nombre 117°,30, qui, dans la table de Zeuner, vient immédiatement après 115°,54 et correspond à la vapeur saturée à la pression de 1^{at},8 : substituant, dans la formule, aux notations générales leurs valeurs numériques, savoir :

$$t_1 = 100°,\ a = 273,\ r_1 = 536{,}302,\ m_1 = 0{,}80;$$

$$t_2 = 117°{,}30,\ r_2 = 524{,}043,\ \int_{117°,30}^{100} \frac{c\,dt}{273+t} = -0{,}04598;$$

il vient : $m_2 = 0{,}74479 \{ -0{,}04598 + 1{,}15025 \} = 0{,}82245;$

la vapeur entrerait donc dans le mélange pour la fraction 0,82245 et son poids serait élevé à 0,684775 AL × 0,82245 = ... 0,563193 AL

le poids de l'eau liquide serait réduit à. . . . . 0,121582 AL

Poids total. . . . . 0,684775 AL

Le volume occupé par la vapeur étant de 0,55 AL, son poids spécifique serait $\frac{0{,}563193}{0{,}55} = 1^k{,}024$; or ce nombre est un peu plus petit que $1^k{,}057$, qui, dans la table de Zeuner, correspond à la vapeur saturée à la température essayée de 117°,30. Il en résulte que la température du mélange fluide, au moment où la compression cesse, n'a pas encore atteint 117°,30; pour que la vapeur arrivât au poids spécifique de $1^k{,}057$, il faudrait qu'elle fût réduite au volume $\frac{0{,}563193}{1{,}057}$ AL = 0,5328 AL, tandis qu'elle occupe, à la fin de la compression, un volume 0,55 AL. Pour que la température s'élevât à 117°,30, il faudrait donc que le piston avançât encore dans le cylindre de (0,55 — 0,5328) L = 0,0172 L.

Le poids spécifique $1^k{,}024$ est intermédiaire entre les deux nombres consécutifs $1^k{,}001$ et $1^k{,}057$ de la table de Zeuner, dont le premier correspond à 115°,54 et le second à 117°,30. L'interpolation, en prenant les premières différences, nous conduit à adopter, pour la température finale après la compression, 116°,26, en conservant pour le poids

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

spécifique de la vapeur dans l'espace 0,55 AL, 1^k,024 : admettant ces données, voyons quel sera le résultat de l'irruption de la vapeur venant de la chaudière, saturée à la pression de 8 atmosphères et à la température de 170°,81. Il faut qu'après cette irruption et le rétablissement de l'équilibre dans toute la masse, la capacité 0,55 AL en avant du piston se trouve remplie de vapeur exactement saturée à la pression de 8 atmosphères. Si cela a lieu, le poids total de la vapeur sera 4^k,277 × 0,55 AL = 2^k,35235 AL. Le poids de vapeur venu de la chaudière sera donc : (2^k,35235 — 0,684775) AL = 1^k,667575 AL, dont le volume dans la chaudière est : $\frac{1,667575}{4,277}$ AL = $0^{m\ cube}$,3899 AL. La vaporisation de l'eau nécessaire pour remplacer cette quantité de vapeur, sous la pression de 8 atmosphères, dans la chaudière, a donné lieu à un travail mécanique égal à 0,3899 AL × 8 × 10333, dont l'équivalent calorifique est

$$\frac{0,3899\ \text{AL} \times 8 \times 10333}{424} = 76,0158\ \text{AL}^{cal}$$

La vapeur venue de la chaudière doit donc être considérée comme ayant apporté avec elle dans le cylindre, en outre de sa chaleur interne, une quantité de chaleur exprimée par le nombre précédent.

Le mélange d'eau et de vapeur existant dans le cylindre, au moment où la vapeur de la chaudière y est arrivée, contenait les quantités de chaleur suivantes, au-dessus du même poids d'eau à 0°.

La chaleur interne de 0^k,563193 AL de vapeur saturée à 116°,26 est égale à 0,563193 AL × 600,58 = ...	338,24245 AL^{cal}
La chaleur interne de 0^k,121582 AL d'eau liquide à 116°,26 est 0,121582 AL × 117,00 = ...	14,22509 AL
Total.	352,46754 AL

La vapeur venue de la chaudière a porté avec elle sa chaleur interne 1,667575 AL × 613,34 = ...	1022,79045 AL^{cal}
Plus l'équivalent du travail mécanique dû à la vaporisation de l'eau.	76,0158 AL
Total.	1098,80625 AL

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La somme de toutes les quantités de chaleur calculées ci-dessus est 1451,27379 AL cal.

Or la chaleur interne de 2^k,35235 AL de vapeur saturée à 8 atmosphères, est égale à 2,35235 AL $\times$ 613,34 = 1442,7903 AL^{cal}. Il y a donc dans l'ensemble un excès de chaleur égal seulement à (1451,27379 — 1442,7903) AL = 8,4835 AL calories, qui, si elles n'étaient pas dissipées par le refroidissement, surchaufferaient la vapeur d'environ $\frac{8,4835}{2,35235 \times 0,48}$, soit 7°,3.

Il est évidemment inutile de recommencer d'aussi longs calculs numériques, pour arriver à une plus grande approximation. Il suffit de remarquer qu'on préviendrait le léger suréchauffement indiqué par l'analyse précédente en ajoutant au mélange fluide à 100 degrés qui se trouve dans le cylindre, au commencement de la compression, un poids d'eau liquide capable d'absorber, en passant à l'état de vapeur saturée sous la pression de 8 atmosphères et à la température de 170°,81, les 8,4835 AL calories qui sont en excès. Soit $x \times$ AL ce poids d'eau liquide à la température de 100 degrés; il contient, au-dessus de l'eau à 0°, une quantité de chaleur égale à $x \times$ AL $\times$ 100,5 calories. Transformée en vapeur à la pression de 8 atmosphères, sa chaleur interne sera $x \times$ AL $\times$ 613,34. x est donc déterminé par l'équation

$$x \times \text{AL}\ (613,34 - 100,5) = 8,4835\ \text{AL},$$

d'où $x = 0,0164$.

Le poids de l'eau liquide contenu dans le mélange à 100 degrés, avant la compression, serait donc (0,136955 + 0,0164) AL = . .	0,153355 AL
Le poids de la vapeur à 100 degrés serait toujours sensiblement égal à.	0,563193 AL
Ce qui ferait un poids total de.	0,716548 AL
dans lequel la vapeur entrerait pour la fraction $\frac{0,563193}{0,716548}$ = . .	0,786
et l'eau liquide pour..	0,214
Total.	1, »

Ainsi une proportion de 21,4 pour 100, soit 22 pour 100 d'eau dans le mélange fluide à 100 degrés aspiré du condenseur ou des conduits d'é-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chappement dans le cylindre, suffira certainement pour que le piston n'ait plus devant lui, à partir du milieu de sa course, que de la vapeur saturée à la pression de 8 atmosphères, qu'il refoulera dans la chaudière. Ce travail mécanique exercé sur la vapeur refoulée est, il est vrai, converti en chaleur. Mais celle-ci passe dans la chaudière, où la température est maintenue au-dessous de la limite réglée par la charge des soupapes de sûreté. La chaudière joue, en réalité, le rôle de condenseur par rapport au cylindre.

Je crois donc pouvoir conclure que, dans les données prises pour point de départ, le tiroir étant réglé pour une admission de la vapeur motrice qui s'étendrait à la moitié de l'excursion du piston dans la marche directe, il suffit, pour prévenir le suréchauffement du cylindre et de la boîte de distribution, qu'il existe à la base des conduits d'échappement, immédiatement avant l'inversion de la position du tiroir et ensuite pendant toute la durée de la marche à contre-vapeur, un mélange dans lequel la vapeur entre pour les 78 centièmes et l'eau pour les 22 centièmes du poids total, ce qu'on peut réaliser au moyen des dispositions adoptées sur le chemin de fer du Nord de l'Espagne ou de celles qui ont été introduites par M. Marié sur les lignes du réseau de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

Si le tiroir était réglé pour une admission plus étendue dans la marche directe, le mélange devrait renfermer de l'eau en plus forte proportion; mais, dans aucun cas, il ne serait nécessaire de faire arriver de l'eau seule à la base des conduits d'échappement. On devrait employer l'eau seule dans le cas où, par suite d'une négligence du mécanicien ou d'un règlement défectueux du tiroir de distribution, il se serait produit un suréchauffement auquel il faudrait mettre promptement un terme. Cet emploi de l'eau ne serait que temporaire et les dispositions adoptées sur les lignes du Nord de l'Espagne et de Paris à Lyon s'y prêteraient parfaitement bien.

§ V. Reste à examiner si et jusqu'à quel point il est désavantageux, dans les circonstances ordinaires de la marche à contre-vapeur, de porter la quantité d'eau liquide au delà de ce qui est strictement nécessaire pour éviter l'échauffement des cylindres, ou même d'amener exclusivement de l'eau aux tuyaux d'échappement, ainsi que M. Le Châtelier l'a conseillé, à la suite de nouvelles expériences qu'il a récemment publiées (1). J'analyserai, à cet effet,

(1) *Mémoire sur la marche à contre-vapeur*, etc. Notice historique par M. Le Châtelier. Paris, 1869, imprimerie de Paul Dupont.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les circonstances de la marche à contre-vapeur dans l'hypothèse, précédemment introduite, d'un tiroir réglé pour la suppression de la vapeur à moitié de la course du piston dans la marche directe, en prenant le cas extrême où on amènerait exclusivement de l'eau de la chaudière à la base des tuyaux d'échappement.

L'eau prise dans la chaudière à 170°,81, si elle arrivait lentement et graduellement à la pression atmosphérique, en passant par les pressions intermédiaires décroissantes de 8 à 1 atm., se vaporiserait en partie et se convertirait en un mélange d'eau et de vapeur à 100 degrés, dont les proportions relatives seraient déterminées par l'équation

$$m_2 = \frac{a+t_2}{r_2}\left\{\frac{m_1 r_1}{a+t_1} + \int_{t_2}^{t_1}\frac{c\,dt}{a+t}\right\},$$

dans laquelle il faut faire $m_1 = 0$, $t_1 = 170°,81$, $t_2 = 100$, r_2 égal à la chaleur de vaporisation de l'eau à 100 degrés. Le calcul donne $m_2 = 0,1235$; j'admettrai donc que les conduits d'échappement renferment un mélange uniforme composé en poids de 0,1235 de vapeur et 0,8765 d'eau liquide, dont le volume, par kilogramme, serait très-sensiblement égal à $0^{m\ cube},204$ (1).

Concevons que la partie du cylindre dans laquelle le piston s'enfonce en soit remplie au moment où, le piston ayant parcouru les 0,1475 de sa course à partir du point mort, la compression commence. Le volume du fluide aqueux est alors $(1,05 - 0,1475)\,AL = 0,9025\,AL$, et son poids total $\frac{0,9025}{0,204}\,AL = 4^k,42401\,AL$.

Ce poids se compose d'eau à 100 degrés.	$3^k,87765\,AL$
Vapeur à 100 degrés.	$0,54636\,AL$
Total comme ci-dessus.	$4^k,42401\,AL$

La compression réduit le volume de 0,9025 AL à 0,55 AL. Une partie de la vapeur se liquéfie et la température s'élève par l'effet de la com-

(1) Nous verrons plus loin que l'eau de la chaudière se résout, dans les conduits d'échappement, en un mélange contenant une plus forte proportion de vapeur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pression. On trouve, en appliquant la méthode exposée § IV à ces données, qu'après la compression terminée, la température est de 111°,1; que les quantités en poids de l'eau liquide et de la vapeur sont entre elles dans la proportion de 0,89254 à 0,10746, et qu'en conséquence le mélange est composé d'eau. . . . . 3ᵏ,94861 AL

Vapeur. . . . . 0 ,47540 AL

Total. . . . . 4ᵏ,42401 AL

La vapeur de la chaudière à 8 atmosphères et à 170°,81 commence alors à faire irruption dans le cylindre par la lumière que le rebord du tiroir démasque à l'extérieur. La vapeur affluente se liquéfiera jusqu'à ce que, par suite du dégagement de chaleur dû à cette liquéfaction même, la température de toute la masse d'eau liquide et de vapeur ait atteint 170°,81 et que la vapeur dans le cylindre soit ainsi en équilibre de pression avec celle de la chaudière. Il faut un temps fini pour que l'équilibre de la pression et l'uniformité de température s'établissent; toutefois il semble qu'il doit être assez court pour qu'on puisse, dans le calcul du résultat final, négliger, pendant sa durée, l'influence du chemin parcouru par le piston, du travail résistant exercé par le piston sur le mélange fluide et du dégagement de chaleur qui en résulte, en un mot supposer le piston immobile dans le cylindre jusques au rétablissement de l'équilibre. Cette hypothèse admise, si nous désignons par le produit $x \times AL$ la quantité pondérale d'eau liquide qui existera dans la capacité totale 0.55 AL, après que le mélange fluide est arrivé à l'état de repos relatif et à la température uniforme de 170°,81, sous la pression de 8 atmosphères, il sera facile de déterminer x. En effet, le poids de vapeur à l'état de saturation existante dans la capacité 0,55 AL sera alors, en négligeant le volume relativement petit occupé par l'eau liquide, égal à $0{,}55\,AL \times 4^k{,}277$, et le poids total de l'eau et de la vapeur réunies sera $0{,}55\,AL \times 4^k{,}277 + x \times AL$. La quantité pondérale de vapeur qui sera passée de la chaudière dans le cylindre sera donc $0{,}55\,AL \times 4^k{,}277 + x \times AL - 4^k{,}42401 \times AL$.

La quantité de chaleur interne au-dessus de l'eau à 0° contenue dans le mélange fluide à la température commune de 170°,81 et sous la pression de 8 atmosphères sera exprimée par

$$0{,}55\ AL \times 4{,}277 \times 613{,}34 + x\ AL \int_0^{170°,81} c\,dt.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette quantité de chaleur se compose de trois parties, savoir :

1° La chaleur interne du mélange fluide composé de $0^{k},4754$ AL de vapeur et $3^{k},94861$ AL d'eau liquide à la température commune de 111°,1, qui existait dans le cylindre avant l'irruption de la vapeur venue de la chaudière, chaleur dont l'expression est facile à trouver à l'aide des tables de Zeuner;

2° La chaleur interne de la vapeur venue de la chaudière, laquelle est exprimée par $(0{,}55\ \mathrm{AL} \times 4{,}277 + x \times \mathrm{AL} - 4{,}42401\ \mathrm{AL})\ 613{,}34$;

3° La quantité de chaleur équivalente au travail mécanique externe développé par la génération, sous la pression de 8 atmosphères, de la vapeur venue de la chaudière et qui est entrée dans le cylindre; celle-ci est égale à

$$\frac{0{,}55\ \mathrm{AL} \times 4{,}277 + x \times \mathrm{AL} - 4{,}42401\ \mathrm{AL}}{4{,}277} \times \frac{8 \times 10333}{424},$$

de là l'équation suivante :

$$0{,}55 \times 4{,}277 \times 613{,}34\ \mathrm{AL} + x \times \mathrm{AL} \int_0^{170°,81} c\,dt$$

$$= 3{,}94861 \times \mathrm{AL} \int_0^{111°,1} c\,dt + 0{,}4754\ \mathrm{AL} \times 599{,}361 + (0{,}55 \times 4{,}277\ \mathrm{AL}$$

$$+ x \times \mathrm{AL} - 4{,}42401\ \mathrm{AL})\ 613{,}34$$

$$+ \frac{0{,}55\ \mathrm{AL} \times 4{,}277 + x \times \mathrm{AL} - 4{,}42401\ \mathrm{AL}}{4{,}277} \times \frac{8 \times 10333}{424}.$$

L'équation résolue donne $x = 4{,}28288$ et, par conséquent, pour le poids de l'eau contenue dans le cylindre après que le mélange est arrivé à la température de 170°,81 sous la pression de 8 atmosphères. . . . . $4^{k},28288$ AL

Le poids de vapeur est sensiblement égal à $4^{k},277 \times 0{,}55$ AL

$=$ . . . . . $2^{k},35235$ AL

Total. . . . . $6^{k},63523$ AL

En supposant que le mélange soit et reste uniforme pendant le refoulement dans la chaudière, il restera dans l'espace compris entre le piston arrivé à la fin de son excursion et la table du tiroir (*l'espace nuisible*),

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dont la capacité est, par hypothèse, 0,05 AL, $\frac{1}{11}$ seulement des poids ci-dessus, c'est-à-dire un mélange contenant eau. . . . . $0^k,38935$ AL
Vapeur. . . . . $0^k,21381$ AL
Poids total. . . . . $0^k,60316$ AL

Le poids du fluide aqueux refoulé dans la chaudière par le piston, durant la dernière moitié de son excursion, est égal à 10 fois celui qui reste dans l'espace nuisible à la fin de la course, par conséquent à $6^k,0316$ AL. Mais la chaudière a fourni directement au cylindre, au commencement du refoulement, un poids de vapeur égal à $(0,55 \times 4^k,277 + x - 4,42401)$ AL, expression qui, en remplaçant x par la valeur 4,28288 déterminée ci-dessus, donne $2^k,21222$ AL. La chaudière a donc reçu $(6,0316 - 2,21222)$ AL $= 3^k,81938$ AL de plus qu'elle n'a fourni, pendant la seconde moitié de la course du piston.

Le volume du fluide aqueux aspiré par les deux cylindres de la machine locomotive marchant à contre-vapeur dans les tuyaux d'échappement, pendant que l'essieu moteur fait un huitième de révolution, varie de 0,50 AL à 0,205 AL, et l'on sera sûr qu'aucune entrée de l'air extérieur n'aura lieu par la tuyère, si le volume uniformément versé par la chaudière dans les conduits d'échappement est égal au maximum de l'aspiration, c'est-à-dire à 0,50 AL pour un huitième de révolution de l'essieu moteur, par conséquent à 4 AL pour une révolution complète. Or le volume spécifique du mélange fluide qui se forme dans les conduits de l'échappement, quand on n'y laisse arriver que de l'eau, étant, comme nous l'avons vu, égal à $0^{m\ cube},204$, le poids d'eau sorti de la chaudière pour une révolution de l'essieu moteur devra être $\frac{4}{0,204}$ AL $= 19^k,607$ AL. Le refoulement ramène, comme on vient de l'expliquer, $3^k,81938$ AL de fluide dans la chaudière, à chaque excursion de l'un des pistons. Comme il y a 4 excursions semblables par tour des roues motrices, la chaudière récupère par le refoulement $4 \times 3,81938$ AL $= 15^k,278$ AL. La dépense nette d'eau liquide est ainsi réduite à $(19,607 - 15,278)$ AL $= 4^k,329$ AL par tour de roues. Dans les machines de marchandises de la ligne du Bourbonnais, par exemple, on a AL $= 0^{m\ cube},103$. La dépense effective d'eau serait donc de $0,103 \times 4,329 = 0^k,446$ par tour des roues motrices et, en comptant 245 tours au kilomètre, de $109^k,27$ par kilomètre parcouru.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En calculant le travail résistant exercé sur les pistons par tour des roues motrices, on arrive au résultat suivant :

Pour une excursion du piston de l'un des cylindres, le poids d'eau et de vapeur contenu dans l'espace nuisible 0,05 AL, à l'origine de la course, est : $0^k,60316$ AL, composé de $0^k,38935$ AL d'eau liquide et $0^k,21381$ AL de vapeur à 170°,81 ; l'expansion de ce mélange fluide dans l'espace 0,05 + 0,1475 = 0,1975 AL a pour effet d'abaisser sa température de 170°,81 à 121°,2 et de vaporiser une petite partie de l'eau liquide. A la fin de l'expansion, le mélange renferme : eau liquide. . . . . $0^k,37034$ AL

Vapeur. . . . . 0 ,23282 AL

Total. . . . . $0^k,60316$ AL

à la température de 121°,2.

Le travail moteur exercé sur le piston est de. . . . . 5380 $AL^{k \times m}$

Pendant le reste de l'excursion, le piston supporte la pression de l'atmosphère dans le sens de son mouvement et parcourt un chemin égal à 0,8525 L, ce qui donne lieu à un travail moteur de. . . . . 8809 $AL^{k \times m}$

Total du travail moteur sur le piston. . . . . 14189 $AL^{k \times m}$

Le travail résistant exercé sur le piston pendant le refoulement de la vapeur dans les tuyaux d'échappement au commencement de la course est de. . . . . 1524 $AL^{k \times m}$

Le travail résistant dû à la compression du mélange fluide dans le cylindre, dans la partie intermédiaire de son excursion, est de. . . . . 4391 AL

Le travail résistant dû au refoulement de la vapeur dans la chaudière, pendant la seconde moitié de sa course, est de. . . . . 41332 AL

Total du travail résistant. . . . . 47247 $AL^{k \times m}$

Déduisant le travail moteur. . . . . 14189 AL

L'excès du travail résistant sur le travail moteur est de 33058 $AL^{k \times m}$

pour une excursion de l'un des pistons. Pour une révolution complète des roues motrices et pour les deux cylindres, le travail résistant effectif est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

donc égal à 4×33058 AL $= 132232$ AL$^{k \times m}$, ce qui équivaut à $\frac{132232}{424}$ AL $= 311{,}868$ AL calories. Telle est la quantité de chaleur créée dans l'ensemble du système par suite du travail résistant développé, et qui est restituée à la chaudière dans chaque tour de l'essieu moteur, indépendamment de la chaleur interne du mélange fluide d'un poids égal à $15^k{,}278$ AL, qui est aspiré dans les tuyaux d'échappement et ramené à la chaudière en passant par les cylindres. Or nous avons vu que la chaudière dépense, par chaque tour de roues, un poids d'eau chaude égal à $4^k{,}329$ AL, qui ne lui est pas restitué. La quantité de chaleur que cette eau enlève est à peu près de $168^{cal}{,}1116$ par kilogramme. En effet, si nous désignons par V la vitesse avec laquelle le mélange fluide composé de 0,1235 de vapeur et 0,8765 en poids d'eau liquide sort, dans les conduits d'échappement, sous la pression atmosphérique et à la température de 100 degrés, du tuyau qui prend l'eau à la chaudière, par v_1 le volume du kilogramme d'eau liquide dans la chaudière à $170°{,}81$, par p_1 la pression dans la chaudière, par v_2 le volume du kilogramme de fluide aqueux qui sort à 100 degrés, et par p_2 la pression atmosphérique; la vitesse d'écoulement V est donnée par l'équation

$$\frac{V^2}{2g} = p_1 v_1 - p_2 v_2 + 424\ (U_1 - U_2).$$

U_1 et U_2 désignant les chaleurs internes respectives de l'eau liquide et du mélange fluide. La quantité de chaleur enlevée à la chaudière par chaque kilogramme d'eau liquide qui en sort est exprimée par :

$$\frac{V^2}{2g \times 424} + U_2.$$

Et l'équation précédente nous donne

$$\frac{V^2}{2g \times 424} + U_2 = U_1 + \frac{p_1 v_1 - p_2 v_2}{424}.$$

Or, en désignant par c la chaleur spécifique de l'eau liquide à $170°{,}81$ et sous la pression de 8 atmosphères, l'on a $U_1 = \int_0^{170°,81} c\,dt = 172^{cal}{,}8886$; d'ailleurs $p_1 = 8 \times 10333$; $v_1 = 0{,}001$, en négligeant la dilatation de l'eau liquide de $0°$ à $170°{,}81$; $p_2 = 10333$; $v_2 = 0{,}204$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Donc, $p_1 v_1 - p_2 v_2 = -2025{,}268$.

Substituant ces valeurs numériques, on a pour la quantité de chaleur enlevée par chaque kilogramme d'eau sorti de la chaudière, $\frac{V^2}{2g \times 424} + U_2 = 168^{cal},1116$. La chaleur enlevée à la chaudière par tour de roues est donc égale à $168{,}1116 \times 4{,}329\ AL = 727{,}755\ AL$ cal.

Comme la chaudière a reçu en plus la chaleur équivalente au travail résistant, laquelle est, ainsi que nous l'avons vu, de 311,868 AL cal., la dépense effective de chaleur est réduite à 415,887 AL cal. par tour des roues motrices. Il faut encore déduire de ce chiffre la chaleur au-dessus de 0° de l'eau d'alimentation qui doit être amenée pour remplacer celle qui s'est écoulée et entretenir le niveau constant dans la chaudière. Si nous supposons que l'eau alimentaire prise dans le tender soit à la température de 50 degrés, chaque kilogramme portera avec lui 50 calories, et 4,329 AL kilog. amèneront dans la chaudière 216,45 AL calories, ce qui réduira la dépense effective de chaleur par tour de roues à 199,437 AL calories. En prenant $AL = 0^m,103$, comme dans les machines à marchandises de la ligne du Bourbonnais, 199,437 AL devient égal à $20^{cal},542$, et, en comptant 245 tours des roues motrices par kilomètre parcouru, cela ferait une dépense de 5 033 calories par kilomètre, sans compter les pertes par les causes diverses de refroidissement. Cette chaleur est égale à celle qui serait nécessaire pour vaporiser $7^k,64$ d'eau prise à 0° sous la pression de 8 atmosphères et exigerait une dépense d'au moins 1 kilog. de coke dans le foyer de la machine.

Si on pouvait limiter le poids d'eau arrivant de la chaudière par chaque tour de roues à celui du mélange fluide qui est aspiré dans les cylindres et renvoyé de là à la chaudière, soit $15^k,278$ AL, sans qu'il en résultât un mélange d'air extérieur avec le fluide aqueux aspiré, la chaudière n'aurait pas besoin d'être alimentée et recevrait, à chaque tour de roues, $311^{cal},868$ AL créées par le travail des pistons. Or il est possible de régler l'émission d'eau chaude de la chaudière et la quantité d'eau alimentaire à y injecter, pour remplacer celle qui se perd par l'orifice de la tuyère, de manière que la température reste constante, sans addition de chaleur venant de l'extérieur. Chaque kilogramme du mélange fluide qui s'écoule par la tuyère enlève à la chaudière $168^{cal},1116$; chaque kilogramme d'eau d'alimentation supposée à la température de 50 degrés apporte avec lui 50 calories, ce qui réduit la dispersion de chaleur, par kilogramme de fluide aqueux perdu par l'orifice de la tuyère, à $118^{cal},1116$. Le poids d'eau à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

envoyer de la chaudière aux tuyaux d'échappement devra donc être de $15^{k},278\ \text{AL} + \frac{311,868\ \text{AL}}{118,1116} = 15^{k},278\ \text{AL} + 2^{k},640\ \text{AL} = 17^{k},918\ \text{AL}$. La quantité d'eau à 50 degrés à fournir à la chaudière par les appareils alimentaires, égale à celle du fluide aqueux qui s'écoule par l'orifice de la tuyère à chaque tour des roues motrices, devra donc être de $2^{k},640$ AL.

§ VI. Avant de résumer les conséquences qui découlent de la discussion précédente, je rappellerai les résultats obtenus dans le premier mémoire inséré au cahier de janvier 1869.

En admettant que les cylindres de la machine marchant à contre-vapeur aspirent de la vapeur sèche à la pression atmosphérique et à 100 degrés dans un condenseur fermé par une soupape équilibrée, on a trouvé, pour le même *cran* de détente et la même pression dans la chaudière, § IV du mémoire :

1° Que la quantité pondérale de vapeur puisée dans le condenseur et refoulée dans la chaudière est, par chaque cylindre et par tour des roues motrices, exprimée par $0^{k},66793$ AL, et, pour les deux cylindres, $1^{k},33586$ AL;

2° Que le travail résistant est, pour chaque cylindre dans un tour de roues, exprimé par $68300,363\ \text{AL}\ k \times m$, et, pour les deux cylindres, par. . . . . $136600^{k\times m},626$ AL;

3° Que la quantité de chaleur puisée dans le condenseur est, pour chaque cylindre et par tour de roues, de $449^{cal},7619$ AL, et, pour les deux cylindres, de. . . . . $899^{cal},5238$ AL;

4° Que la quantité de chaleur reçue par la chaudière est, par tour de roues, de. . . . . $2 \times 610,8304\ \text{AL} = 1221^{cal},6608$ AL:

De sorte que l'excès de la chaleur reçue par la chaudière sur la chaleur puisée dans le condenseur est égal à. . . . . $322^{cal},1370$ AL.

Cet excès est l'équivalent calorifique (sauf les petites erreurs provenant des formules employées et des fractions négligées dans les calculs numériques) du travail mécanique résistant.

J'ajoute maintenant que, si l'on laisse écouler de la chaudière dans le condenseur, par chaque tour de roues, une quantité pondérale de vapeur à la pression de 8 atmosphères et à la température de 170°,81, précisément égale à $1^{k},33586$ AL, de manière à entretenir la constance des poids d'eau et de vapeur dans la chaudière comme dans le condenseur, chaque kilogramme de cette vapeur entraînera avec elle et portera de la chaudière au condenseur une quantité de chaleur égale à peu près à $613,34 + \frac{8 \times 10333}{4,277 \times 424} = 658^{cal},92$ au-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dessus du même poids d'eau à 0 degré. Pour $1^k,33586$ A L, la quantité de chaleur serait donc de $880^{cal},2249$ A L, inférieure de $\frac{1}{40}$ seulement à la chaleur puisée dans le condenseur. Voici à quoi tient cette différence qui devrait être nulle.

La vapeur sèche à 8 atmosphères, en passant dans le condenseur à la pression atmosphérique, se surchauffe, comme il sera expliqué au § VIII ci-après; elle doit s'incorporer, pour arriver à l'état de saturation à 100°, une petite quantité de l'eau liquide qui se trouve dans le condenseur. C'est la vapeur ainsi saturée à 100° qui est aspirée dans les cylindres. Si, dans les calculs, on avait tenu compte de cette circonstance, si l'on avait admis le fait que le fluide aqueux aspiré dans les cylindres est identique avec celui qui est résulté de la vapeur de la chaudière injectée dans le condenseur, on serait nécessairement arrivé à ce résultat, qu'en rendant à chaque tour de roues au condenseur un poids de fluide précisément égal à celui qui y a été puisé, par aspiration dans les cylindres et refoulé dans la chaudière, on y aurait à la fois maintenu la température et le volume primitifs du fluide aqueux, de sorte qu'après chaque tour de roues un seul élément aurait varié dans le système, savoir la quantité de chaleur dans la chaudière, qui se serait accrue de l'équivalent calorifique du travail résistant développé, c'est-à-dire de $322^{cal},137$ A L.

La petitesse de l'écart mis en évidence par le calcul autorise certainement à admettre ce dernier nombre comme représentant avec une suffisante approximation l'accroissement de chaleur dans la chaudière par tour de roues, et à s'en servir pour déterminer les quantités, égales en poids, de vapeur à écouler par les soupapes de sûreté et d'eau alimentaire à introduire pour y maintenir la constance du niveau de l'eau, de la température et de la pression. J'appelle $x \times$ A L cette quantité pondérale, et je suppose l'eau alimentaire prise dans le tender à la température de 50 degrés. Le kilogramme d'eau alimentaire amené dans la chaudière apportera avec lui 50 calories; le kilogramme d'eau qui s'écoulera, à l'état de vapeur, à travers les soupapes de sûreté entraînera avec lui 623,43 calories $\left(\text{formule } U_1 + \frac{p_1 v_1 - p_2 v_2}{424}\right)$. La chaleur sortie de la chaudière est donc, par kilogramme de vapeur sortie et d'eau alimentaire introduite, 573,43 calories. On a donc $x = \frac{322,137}{573,43} = 0^k,562$.

$0^k,562$ A L est donc le minimum d'eau à dépenser par chaque révolution

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'essieu moteur, pour maintenir la température, la pression et la quantité d'eau constantes dans la chaudière.

Mais l'échauffement du cylindre, du tiroir et de la boîte de distribution empêcherait, ainsi que l'expérience l'a fait voir, de marcher dans ces conditions, à moins cependant qu'au lieu de prendre la vapeur qu'il faut amener incessamment au condenseur, en plein réservoir de la chaudière, on ne la prît par un tuyau bifurqué, dont les deux branches seraient piquées sur les boîtes mêmes des tiroirs de distribution. L'essai de cette dernière combinaison pourrait être fait et ne serait pas dépourvu d'intérêt au point de vue théorique, bien qu'il ne paraisse pas devoir conduire à un résultat immédiatement utile en pratique. L'expérience et la théorie montrent, en effet :

1° Que, pour prévenir l'échauffement des cylindres, il suffit d'emprunter à la chaudière, non de la vapeur pure, mais un mélange fluide composé de vapeur et d'eau dans des proportions variables avec le *cran de détente*, et que l'on peut déterminer théoriquement ;

2° Qu'il suffit d'amener ce mélange dans les conduits de l'échappement aboutissant au corps de la tuyère, dont l'orifice peut rester ouvert, en assez grande quantité pour rendre impossible l'entrée de l'air extérieur par cet orifice ;

3° Qu'il est possible de régler la quantité pondérale de fluide aqueux emprunté à la chaudière, de telle sorte que la totalité de la chaleur équivalente au travail mécanique résistant soit absorbée par la partie de ce fluide qui s'écoule au dehors par l'orifice de la tuyère et par l'eau d'alimentation qui le remplace dans la chaudière, moyennant quoi la constance de la température, de la pression et du niveau de l'eau dans la chaudière est assurée pendant tout le temps, quelque long qu'il soit, de la marche à contre-vapeur, sans dépense aucune de combustible ;

4° Enfin que la proportion d'eau dans le fluide aqueux amené aux conduits d'échappement, strictement nécessaire pour empêcher l'échauffement des cylindres, peut être dépassée, portée même jusqu'à l'extrême limite où on emprunterait de l'eau *seule* à la chaudière, sans que la conclusion précédemment énoncée cesse d'être vraie.

L'excès d'eau liquide dans le mélange aqueux, arrivant dans les conduits d'échappement, influe seulement sur le travail mécanique résistant développé et sur la quantité d'eau dépensée par tour des roues motrices. Cette influence est même assez étroitement limitée, sauf en ce qui concerne la dépense d'eau. C'est ce que met bien en évidence le tableau comparatif suivant, dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lequel se résument les principaux résultats calculés de la marche à contre-vapeur, pour le cas où la communication des cylindres avec la chaudière est établie en moyenne, durant la seconde moitié de l'excursion du piston, suivant que les cylindres aspireraient de la vapeur sèche, ou le mélange fluide dans lequel se résout l'eau à la température de 170°,81, en arrivant à la pression atmosphérique.

	LES CYLINDRES ASPIRENT	
	DE LA VAPEUR SÈCHE à 100°.	UN MÉLANGE composé de 0,1235 de vapeur et 0,8765 d'eau.
Travail résistant par tour de roues exprimé en kilogrammètres.	136601 AL	132222 AL
Chaleur équivalente au travail résistant, en calories.	322 AL	312 AL
Eau alimentaire égale à l'eau et à la vapeur perdues par les soupapes de sûreté ou par l'orifice de la tuyère en kilogrammes.	0,562 AL	2,640 AL

Prenant comme exemple les machines à marchandises de la ligne du Bourbonnais, dans lesquelles $AL = 0^{m\ cube},103$ et qui parcourent un kilomètre par 245 tours des roues motrices, on aura le travail résistant développé, la chaleur créée par ce travail et le poids d'eau à dépenser par kilomètre parcouru, en substituant à AL, dans le tableau qui précède, le produit $0,103 \times 245 = 25,235$.

Ainsi, pour le cran de détente considéré, les *espaces nuisibles* étant supposés égaux chacun à $\frac{1}{20}$ de la capacité *utile* du cylindre, et la température de l'eau dans le tender à 50 degrés, la dépense d'eau, par kilomètre parcouru, si les cylindres aspiraient de la vapeur sèche, devrait être au moins de $14^{k},18$, pour que la pression dans la chaudière ne dépassât pas 8 atmosphères. Cette même dépense ne devrait pas dépasser $66^{k},62$, dans le cas où le mélange fluide aspiré dans les conduits d'échappement serait composé de 0,1235 de vapeur et 0,8765 d'eau, pour que la pression de 8 atmosphères se maintînt dans la chaudière, sans dépense de combustible, durant la marche à contre-vapeur. Dans tout ceci, il est fait abstraction des pertes de chaleur par refroidissement externe.

§ VII. Je donnerai ici les résultats des calculs relatifs au cas où le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mélange fluide existant dans les conduits de l'échappement et aspiré dans les cylindres, pendant la marche à contre-vapeur, serait composé en poids de 0,786 de vapeur et 0,214 d'eau à la température commune de 100 degrés, proportion strictement nécessaire pour empêcher l'échauffement des cylindres, tiroirs et boîtes de distribution (§ IV), pour le *cran de détente* que j'ai toujours pris pour exemple.

Le poids du mètre cube du mélange fluide dont il s'agit est $0^k,772$. A l'origine de la course du piston, l'espace nuisible 0,05 AL est rempli de vapeur saturée et sèche à la pression de 8 atmosphères et à la température de 170°,81; cette vapeur se détend dans un espace (0,05 + 0,1475) AL = 0,1975 AL et se résout en un mélange de vapeur et d'eau à la température commune de 115 degrés, pesant au mètre cube $1^k,083$ et composé de

Vapeur.	$0^k,19460$ AL
Eau.	0,01925 AL
Total.	$0^k,21385$ AL

Le travail moteur transmis au piston, dans cette partie de son excursion, calculé par la méthode que j'ai si fréquemment appliquée, est exprimé par $5137^{k\times m},608$ AL.

Au moment où l'espace dans lequel la vapeur s'est détendue est mis en communication avec les conduits d'échappement, une partie du mélange fluide à 115 degrés s'écoule dans ces conduits et, en admettant que l'espace reste rempli du fluide aqueux, composé de 0,786 de vapeur et 0,214 d'eau, on trouve qu'il sera sorti du cylindre $0^k,06138$ AL de vapeur et d'eau mélangées.

Le piston continuant sa course, le fluide remplissant les conduits d'échappement est aspiré derrière lui jusqu'à la fin de son excursion.

Le travail moteur sur le piston est dû à la pression de l'atmosphère et exprimé par 0,8525 AL × 10333. . . . . $= 8808^{k\times m},882$ AL

Le travail moteur total, par chaque excursion simple du piston, est donc de $13946^{k\times m},490$ AL.

Le cylindre a aspiré dans les conduits d'échappement un volume de fluide égal à 0,8525 AL, d'un poids égal à 0,8525 AL × 0,772 = $0^k,65813$ AL

Mais, d'un autre côté, les conduits d'échappement ont reçu du cylindre, au commencement de la course du piston :

1° Un volume de fluide égal à 0,1475 AL que le piston expulse par la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lumière vers laquelle il s'avance et dont le poids est 0,1475 AL × 0,772 = ... 0ᵏ,11387 AL

2° Le poids qui s'est écoulé par la lumière dont le piston s'écarte, à la fin de la détente, égal à. . . . . 0ᵏ,06138 AL

Total de vapeur et d'eau rendu par le cylindre aux conduits d'échappement. . . . . 0ᵏ,17525 AL

Il reste donc pour la quantité pondérale de fluide puisée par le cylindre dans les conduits d'échappement, déduction faite de ce que le cylindre leur a rendu. . . . . 0ᵏ,48288 AL

Le travail résistant exercé sur l'autre face du piston est :

1° Le travail résistant de l'atmosphère durant la première partie de l'excursion, c'est-à-dire 0,1475 AL × 10333. . . . . = $1524^{k\times m}$,118 AL

2° Le travail dû à la compression du fluide aqueux confiné, tandis que le piston s'avance de 0,1475 L à 0,50 L. La compression réduit ce fluide d'un volume 0,9025 AL à 0,55 AL. Le calcul donne pour la température finale, après la compression, 116°,42, à quoi correspond une pression de 1ᵃᵗ,75. Pour la composition finale en poids du fluide. . . . . 0ᵏ,5616 AL de vapeur,
0ᵏ,1351 AL d'eau.

Total. . . . . 0ᵏ,6967 AL

Pour l'accroissement de la chaleur interne du fluide procuré par la compression. . . . . 11ᶜᵃˡ,318 AL

Et pour le travail résistant équivalent, 11,318 AL × 424 = $4798^{k\times m}$,832 AL

Enfin, pendant la dernière moitié de la course du piston, le travail résistant dû à la pression existante dans la chaudière est exprimé par 0,50 AL × 8 × 10333 (1). . . = $41332^{k\times m}$,000 AL

Total du travail résistant, par excursion simple du piston. . . . . $47654^{k\times m}$,950 AL

Travail moteur à déduire. . . . . 13946 ,490 AL

Excès du travail résistant sur le travail moteur. . . 33708 ,460 AL

(1) On peut vérifier qu'à la suite de l'irruption de la vapeur de la chaudière dans une moitié du cylindre cette moitié se trouvera remplie de vapeur saturée et sèche à la pression de la chaudière.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Et pour un tour des roues motrices auquel correspondent quatre excursions simples des deux pistons $4 \times 33708^{k \times m},460$ AL$=134834$ AL kilogrammètres, dont l'équivalent calorifique est 318 AL calories. Dans la même période de mouvement, un poids de fluide composé de vapeur saturée et d'eau liquide à 100° dans le rapport de 0,786 à 0,214, égal à $4 \times 0^{k},48288$ AL $= 1^{k},93152$ AL, a été aspiré dans les conduits d'échappement et refoulé dans la chaudière d'où il était sorti, apportant avec lui 318 AL calories créées par le travail résistant et qu'il faut faire disparaître, pour y maintenir la pression à 8 atmosphères.

Quelles quantités d'eau et de vapeur faut-il, à cet effet, laisser écouler par la tuyère ouverte ?

Chaque kilogramme d'eau de la chaudière amené dans les conduits d'échappement, perdu dans l'atmosphère par la tuyère et remplacé par de l'eau alimentaire supposée à la température de 50 degrés dans le tender, fait disparaître 118,1116 calories (§ V). Chaque kilogramme de vapeur amené de la chaudière dans les conduits d'échappement et remplacé également par son poids d'eau alimentaire à 50 degrés fait disparaître 573,43 calories (§ VI).

Mais nous n'avons pas encore déterminé les quantités proportionnelles d'eau et de vapeur à prendre dans la chaudière pour obtenir dans les conduits d'échappement un mélange composé de 0,786 de vapeur et 0,214 d'eau liquide à la température commune de 100 degrés, sous la pression atmosphérique, question assez délicate et qui fera l'objet du paragraphe suivant.

§ VIII. Soient p_1 la pression dans la chaudière, p_2 la pression atmosphérique, v_1 le volume par kilogramme du fluide (eau, vapeur ou mélange des deux) pris dans la chaudière par un tuyau de petit diamètre qui débouche dans les tuyaux d'échappement, v_2 le volume par kilogramme du fluide qui jaillit par l'extrémité du tube dans les conduits d'échappement, sous la pression atmosphérique, W la vitesse dont le jet fluide de volume spécifique v_2 est animé à la sortie du tuyau; U_1 la chaleur interne par kilogramme du fluide de volume spécifique v_1 pris dans la chaudière; U_2 la chaleur interne du fluide de volume spécifique v_2 qui traverse l'orifice de sortie du tuyau d'amenée, sous la pression atmosphérique : la vitesse W est donnée par l'équation :

$$\frac{W^2}{2g} = p_1 v_1 - p_2 v_2 + 424\,(U_1 - U_2)$$

d'où l'on tire :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$$\frac{W^2}{2g \times 424} + U_2 = \frac{p_1 v_1 - p_2 v_2}{424} + U_1 \qquad (1)$$

lorsque le jet fluide aura perdu, en se répandant dans les conduits d'échappement, toute la vitesse W dont il est animé, à sa sortie du petit tuyau d'amenée, sa force vive $\frac{W^2}{2g}$ se sera convertie en une quantité de chaleur équivalente $\frac{W^2}{2g \times 424}$ qui s'ajoutera à la chaleur interne U_2; si donc le jet fluide, en perdant sa vitesse W, conservait son volume spécifique, la chaleur interne serait, après l'extinction de la vitesse, exprimée par le second membre de l'équation (1).

Mais le volume spécifique v_2 varie par suite de l'addition de chaleur qu'a créée l'extinction de la force vive. Soit V ce que devient le volume par kilogramme du fluide, après l'extinction totale de la vitesse W. Il y aura eu un accroissement du volume spécifique du fluide égal à la différence $V - v_2$, et, comme cet accroissement a eu lieu sous la pression atmosphérique, la dilatation aura été accompagnée d'un travail mécanique externe égal à $p_2 (V - v_2)$, qui aura fait disparaître la quantité de chaleur équivalente $\frac{p_2 (V - v_2)}{424}$.

Donc la chaleur interne du kilogramme de fluide arrivé à l'état de repos sera diminuée d'autant et sera égale à :

$$\frac{p_1 v_1 - p_2 v_2}{424} + U_1 - \frac{p_2 (V - v_2)}{424}$$

qui se réduit à :

$$\frac{p_1 v_1 - p_2 V}{424} + U_1 \qquad (2)$$

expression d'où la vitesse W et le volume spécifique v_2 du jet fluide ont disparu.

Le volume spécifique final V, étant toujours à la température de 100 degrés et sous la pression atmosphérique p_2, dépend uniquement des proportions respectives de vapeur et d'eau qui entrent dans sa composition.

Désignant par μ la fraction pour laquelle la vapeur à 100 degrés entre dans le kilogramme de fluide, l'eau liquide y entrera pour la fraction $1 - \mu$ et en prenant $0^{m\,cube},001$ pour le volume du kilogramme d'eau liquide à 100 degrés, l'on aura :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$$V = \mu \times 1{,}646 + (1-\mu)\,0{,}001 = \mu \times 1{,}645 + 0{,}001.$$

Substituant dans (2), il vient pour la chaleur interne du kilogramme de fluide dans lequel la vapeur entre pour la fraction μ :

$$\frac{p_1 v_1 - p_2 \mu \times 1{,}645 - 0{,}001\, p_2}{424} + U_1 \qquad (3)$$

Mais la chaleur interne d'un kilogramme de fluide dans lequel le rapport des poids respectifs de vapeur et d'eau est celui de μ à $1-\mu$, à la température de 100 degrés et sous la pression atmosphérique, est aussi exprimée par :

$$\mu \times 596{,}76 + (1-\mu)\,100{,}5 = 100{,}5 + \mu \times 496{,}26.$$

égalant ces deux expressions de la chaleur interne, il vient :

$$\frac{p_1 v_1 - p_2 \mu \times 1{,}645 - 0{,}001\, p_2}{424} + U_1 = 100{,}5 + \mu \times 496{,}26 \qquad (A)$$

équation qui donnera la valeur de μ et fera connaître la composition du fluide aqueux en repos dans les conduits d'échappement lorsqu'on connaîtra les pressions p_1, p_2 et la chaleur interne U_1, qui dépend de la composition en eau et en vapeur du mélange fluide pris dans la chaudière.

Il est nécessaire de rappeler que μ doit toujours être une fraction. Si l'équation (A) donnait pour μ une valeur plus grande que 1, cela indiquerait que le fluide en repos dans les conduits de l'échappement non-seulement ne contiendrait pas d'eau liquide, mais serait de la vapeur suréchauffée. C'est ce que montrent les exemples suivants.

Supposons d'abord qu'on prenne dans la chaudière de l'eau seule. Si la pression p_1 est de 8 atmosphères, 82664 kilogr. par mètre carré, la température de l'eau sera 170°,81 et la chaleur interne U_1 sera égale à $\int_0^{170°,81} c\,dt = 173$ calories très-sensiblement. Prenant $p_2 = 10333$ kilogrammes par mètre carré et $v_1 = 0^{m\ cube},001$ (abstraction faite de la dilatation de l'eau entre 0 et 170°,81), l'équation (A) résolue donne :

$$\mu = 0{,}1355$$

C'est-à-dire que le kilogramme d'eau pris dans la chaudière se résout dans les conduits de l'échappement en $0^k,1355$ de vapeur et $0^k,8645$ d'eau à la température commune de 100 degrés, sous la pression atmosphérique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on prenait dans la chaudière de la vapeur saturée et sèche à 8 atmosphères, on devrait faire dans l'équation (A) $U_1 = 613,34$; $v_1 = 0,2338$ (Table de Zeuner à la page 111 de mon *Essai sur les principes de la théorie mécanique de la chaleur*). Ces valeurs étant substituées, avec celles de p_1 et p_2, dans l'équation (A), celle-ci donne :

$$\mu = \frac{558,3978}{536,3491}$$

Cette valeur, étant plus grande que l'unité, nous montre que de la vapeur saturée à 8 atmosphères, se répandant dans une enceinte où la pression serait d'une atmosphère, après qu'elle y aurait perdu toute sa vitesse, sans communiquer de chaleur au milieu ambiant, ne subirait aucune liquéfaction et passerait, au contraire, à l'état de vapeur surchauffée.

Si, au lieu de prendre dans la chaudière de l'eau seule ou de la vapeur seule, on y prend à la fois de l'eau et de la vapeur en rapport tel qu'un kilogramme du mélange fluide soit composé d'une quantité pondérale α de vapeur saturée et sèche à 8 atmosphères et $1 - \alpha$ d'eau liquide à la température de 170°,81, on devra faire, dans l'équation (A) :

$$U_1 = \alpha \times 613,34 + (1 - \alpha)\,173 = 173 + \alpha \times 440,34$$
$$v_1 = \alpha \times 0,2338 + (1 - \alpha)\,0,001 = 0,001 + \alpha \times 0,2328$$

Ces valeurs de U_1 et v_1 étant portées dans l'équation (A) en même temps que celles de $p_1 = 82664$ et $p_2 = 10333$, celle-ci devient :

$$\frac{72,331 + 19244,1792 \times \alpha - 16997,785 \times \mu}{424} + 440,34 \times \alpha + 173 = 100,5 + 496,26 \times \mu \qquad \text{(B)}$$

Cette équation numérique entre les deux fractions μ et α fournit la valeur de l'une d'elles, quand l'autre est donnée et contient la solution directe de la question à résoudre. Si l'on fait $\mu = 0,786$, on a pour la valeur correspondante de α

$$\alpha = \frac{348,8998}{485,7272} = 0,718$$

C'est-à-dire qu'on doit prendre dans la chaudière, pour avoir le mélange

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fluide voulu dans les conduits de l'échappement, 0,718 de vapeur saturée contre 0,282 d'eau.

En faisant, dans l'équation (B), $\mu = 1$, on trouve :

$$\alpha = \frac{463,6785}{485,7272} = 0,9546.$$

C'est-à-dire qu'un mélange de $0^k,9546$ de vapeur saturée à 8 atmosphères et de $0^k,0454$ d'eau liquide pris dans la chaudière donnera dans les conduits de l'échappement 1 kilogramme de vapeur saturée et sèche à 100 degrés sous la pression atmosphérique.

Revenant à la question posée à la fin du § VII, pour que le mélange fluide existant dans les conduits de l'échappement soit composé de 0,786 de vapeur et 0,214 d'eau à 100 degrés, il faudra prendre dans la chaudière 0,718 de vapeur saturée à 8 atmosphères contre 0,282 d'eau liquide. Chaque kilogramme (vapeur et eau réunies), étant remplacé par un kilogramme d'eau alimentaire à 50 degrés, fera disparaître une quantité de chaleur égale à :

$$0,718 \times 573,43 + 0,282 \times 118,1116 = 445^{cal},03$$

la quantité de fluide aqueux à perdre par la tuyère, pour absorber les 318 AL calories amenées dans la chaudière par tour des roues motrices sera donc

égale à $\frac{318\ AL}{445,03} =$ . . . . . $0^k,7146\ AL$

la quantité pondérale d'eau et de vapeur prise dans les conduits d'échappement et qui rentre dans la chaudière est, comme on l'a vu au paragraphe précédent. . . . . $1^k,9315\ AL$

C'est donc en tout. . . . . $2^k,6461\ AL$

de vapeur et d'eau qui doivent aller, à chaque tour de roues, de la chaudière à l'échappement, savoir :

Vapeur	$1^k,9000$
Eau.	$0^k,7461$

dont plus du quart s'écoule par l'orifice de la tuyère et doit être remplacé, dans la chaudière, par un poids égal d'eau alimentaire à 50°.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES.

SUR LA FABRICATION DE LA SOUDE AU FOUR TOURNANT, PAR M. LAMY, PROFESSEUR DE CHIMIE INDUSTRIELLE A L'ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES (1).

Depuis quelques années on a commencé, en Angleterre, à fabriquer la soude dans un four qui diffère complétement des fours généralement en usage par sa forme, et surtout par la manière dont il substitue le travail mécanique au travail manuel. Comme ce four, malgré les avantages qu'il présente, n'a pas encore été construit en France, et qu'il est assez peu connu, j'ai jugé à propos d'en donner une description succincte à la Société.

Auparavant je demanderai la permission d'indiquer, en quelques mots, l'importance de la soude et le principe de sa fabrication.

Et d'abord on appelle *soude*, *sel de soude* ou *cristaux de soude*, dans le commerce comme dans l'industrie, le carbonate de soude plus ou moins pur. L'importance de ce sel se tire de la grande quantité qu'on en fabrique, des nombreux usages auxquels il sert, enfin de l'impulsion considérable que sa fabrication a imprimée à toutes les applications de la chimie aux arts.

C'est avec la soude, en effet, qu'on obtient le verre et le savon, dont la consommation croît avec l'aisance publique et peut, jusqu'à un certain point, lui servir de mesure.

Sous la forme de cristaux, elle sert à blanchir directement le linge, les ustensiles de ménage en bois, voire même la pierre et la brique des parquets. Elle est employée dans le décreusage et le blanchiment des matières textiles, dans le dégraissage des laines, dans la fabrication des borax, des tartrates, des sulfites et hyposulfites, etc., dans la préparation des laques pour teintures, de la pâte de papier à l'aide du jonc d'Espagne qu'on appelle *spart*, etc.

Enfin, par la multiplicité même et l'importance de ses applications, la soude a véritablement donné naissance à la seconde de nos grandes industries chimiques, la fabrication de l'acide sulfurique, le plus utile de tous les acides, lequel, à son tour, a contribué pour une large part au développement des applications de la chimie aux arts.

Aujourd'hui la France fabrique annuellement plus de **100 000** tonnes de sels de soude divers (2). L'Angleterre, le plus grand pays producteur du monde sous ce rap-

(1) Communication faite dans la séance du **22** janvier **1869**.

(2) La quantité totale de sel décomposée, en **1868**, par nos trente-trois fabriques de soude en activité s'est élevée à **111 577 000** kilog. — C'est à peu près le huitième de notre production totale de sel pendant la même année.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

port, l'Angleterre, qui exporte de la soude partout, même en France, en fabrique à elle seule au moins 350 000 tonnes.

Le procédé de fabrication de la soude artificielle présente ce caractère particulier, unique, je crois, dans les annales de l'industrie, qu'il a été créé pour ainsi dire du premier jet avec le degré de perfection que nous lui connaissons aujourd'hui. En effet, bien que plus de trois quarts de siècle se soient écoulés depuis sa création, et malgré de très-nombreuses recherches et de grandes dépenses d'argent pour le changer ou l'améliorer, on suit encore presque universellement les indications fournies par son illustre inventeur.

Cet inventeur de la plus grande de nos industries chimiques, d'une industrie qui a été pour l'humanité la source de richesses immenses, c'est un Français, Nicolas Leblanc, mort pauvre à Paris, en 1806.

Mon but n'est pas de faire ici la triste histoire de cette découverte; mais je tenais à citer le nom de Leblanc, et à rappeler ses titres à la reconnaissance publique, parce qu'ils ne sont guère connus malheureusement que des chimistes, peut-être moins encore en France qu'en Angleterre. J'ajoute, pour prouver jusqu'à quel point Leblanc est inconnu, qu'en cherchant des détails sur sa vie et ses travaux dans un ouvrage très-estimé d'ailleurs, le *Dictionnaire universel d'histoire et de géographie,* je n'ai pas trouvé la simple mention du nom de ce grand inventeur, tandis qu'on y rencontre, comme on sait, jusqu'aux noms trop fameux de grands criminels, ou très-profondément obscurs d'écrivains sans valeur.

J'arrive à la fabrication de la soude.

La matière première de cette fabrication, c'est le sel marin ou chlorure de sodium, c'est ce sel de soude, qui nous est fourni par la nature en quantités inépuisables, que l'on transforme en carbonate. A cet effet, on le décompose d'abord par l'acide sulfurique pour faire du sulfate de soude; puis on mélange ce sulfate avec des proportions convenables (celles de Leblanc) de carbonate de chaux, craie ou calcaire, et de charbon; on chauffe le mélange jusqu'à fusion pâteuse et on obtient la soude *brute,* d'où l'on retirera ensuite par des lessivages et des évaporations convenablement dirigés les 40 à 45 pour 100 de carbonate qu'elle renferme.

La fusion et les réactions qui produisent la soude brute ont toujours été opérées, jusqu'en ces dernières années, sous l'influence d'une haute température, dans des fours particuliers, dits fours à soude, plus différents en réalité par leurs dimensions que par leurs formes.

Ces fours sont de l'espèce qu'on appelle fours à flamme ou à réverbère, parce que la flamme du foyer est réfléchie par la voûte surbaissée vers la sole, recouverte du mélange à fondre.

Les réactions qui ont lieu pendant la fusion ne donnent un bon produit que si elles s'accomplissent dans le moins de temps possible, et sont favorisées par un bras-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sage énergique des éléments réagissants. Or le travail du brassage est des plus pénibles. L'ouvrier doit non-seulement braver la chaleur qui rayonne d'un four chauffé au rouge jour et nuit, mais encore remuer, mélanger et faire couler une pâte lourde, incandescente, avec des outils en fer qui pèsent 50, 60 et jusqu'à 80 kilog.

Aussi cette fabrication exige-t-elle des ouvriers forts, courageux, intelligents, par suite difficiles à trouver, et qui doivent être largement payés.

La difficulté de se procurer de tels ouvriers et le prix toujours croissant des salaires ont fait chercher les moyens de substituer autant que possible le travail des machines à celui de l'homme, substitution qui est, du reste, le but constant vers lequel doit tendre l'industrie.

Deux systèmes ont été proposés à cet effet en Angleterre.

Le premier, dû à M. Pattinson, consistait à remuer le mélange pour soude, à l'aide d'agitateurs en fer fixés à un arbre dont l'axe occupait le centre du four, et qui recevait un mouvement de rotation d'une machine à vapeur placée dans le voisinage. Ce système a été abandonné.

Le deuxième système, ou mieux le second appareil, qui fait l'objet principal de cette communication, a été breveté, en 1853, par MM. Elliot et Russel, et perfectionné par MM. Stevenson et Williamson, dans la fabrique de produits chimiques de Jarrow, à Southschields, près de Newcastle.

C'est cet appareil que je vais maintenant décrire, tel que je l'ai vu fonctionner chez M. Stevenson lui-même, et tel que le construit aujourd'hui M. R. Daglish dans sa fonderie de Sainte-Hélène, dans le Lancashire.

Les dessins à l'échelle (pl. 416, fig. 1, 2, 3, 4) représentent le four nouveau en élévation et en plan.

Ce four est un énorme cylindre en fonte AA, de $4^m,57$ de longueur sur $2^m,77$ de diamètre extérieur, doublé intérieurement d'une maçonnerie en briques réfractaires, et mobile autour de son grand axe, qui est horizontal. Deux ouvertures circulaires, d'environ 75 centimètres de diamètre, ménagées à chaque extrémité, permettent à la flamme d'un foyer voisin de traverser le cylindre, comme un grand carneau, d'outre en outre, et de chauffer le mélange qu'il renferme.

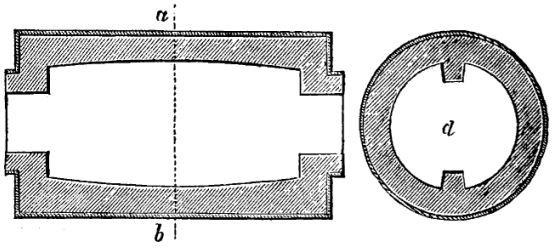
Ce cylindre repose sur quatre galets roulants, ou roues indépendantes B, supportées elles-mêmes par un massif de maçonnerie très-solide. Sur sa circonférence est fixée une roue dentée C engrenant avec un pignon commandé par une petite machine à vapeur D.

Le détail de l'embrayage est donné dans la figure 4. Enfin une ouverture E pratiquée au milieu du cylindre, et qui peut être fermée, pendant le travail, par une simple plaque de fonte à clavettes, sert à l'enfournement et au défournement des matières.

La section intérieure du four n'est pas cylindrique comme la surface extérieure;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

elle est un peu concave vers le milieu, ainsi que le représentent les croquis ci-dessous. De plus, sur deux génératrices opposées existe une forte saillie, une sorte d'arête en briques de 23 centimètres d'épaisseur (*d*, coupe transversale suivant *ab*), qui a pour but de faciliter le mélange des matières, en leur faisant faire un ressaut à chaque demi-révolution du cylindre.



Le foyer n'a pas son ouverture contre l'ouverture même de ce cylindre. L'intervalle, de 10 à 12 centimètres, est rempli par un anneau en fer F (pl. 416), garni intérieurement de briques, simplement soutenu par une chaîne, et assez mobile pour éviter des chocs destructeurs dans le cas d'un rapprochement accidentel et exagéré du cylindre tournant. A l'extrémité opposée, même disposition avec la bouche d'un compartiment ou four en maçonnerie, dans lequel passent les gaz chauds sortis du cylindre, pour évaporer des lessives de soude, et de là se rendre à la cheminée.

On fait une opération de la manière suivante :

Le cylindre, ayant été chauffé au rouge vif, est arrêté dans une position telle, que l'ouverture soit placée au-dessous d'une trémie dans laquelle des waggons viennent verser le mélange. On charge d'abord 1370 kilog. de calcaire et 535 kilog. de charbon en menus morceaux, puis l'on donne au cylindre un mouvement de rotation de dix révolutions à l'heure ou d'un tour en six minutes. Après une heure et un quart environ, le calcaire est converti en chaux; on ajoute 1220 kilog. de sulfate de soude, avec 227 kilog. de charbon, et on laisse tourner encore une demi-heure à la même vitesse. Au bout de ce temps, les réactions commençant avec la fusion des éléments en présence, la vitesse de rotation du cylindre est portée à deux tours par minute. Enfin une demi-heure de cette chauffe suffit pour terminer l'opération; elle a duré deux heures et un quart environ. Alors on arrête le cylindre de manière que l'ouverture soit en bas, et on fait tomber la soude fondue, pâteuse, dans une série de waggonnets placés les uns à la suite des autres.

Un grand tirage est nécessaire pour permettre à la combustion de s'opérer dans toute la longueur du carneau cylindrique avec rapidité, énergie et un effet maximum vers le milieu.

Il résulte, des nombres que j'ai donnés, qu'on peut faire dix opérations en deux heures; par suite, qu'on peut traiter, avec ce four, 33520 kilog. de mélange ou fabri-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quer 18000 à 19000 kilog. de soude brute, c'est-à-dire trois fois autant, au moins, que dans un four anglais ordinaire.

Indépendamment de cet avantage d'une production très-considérable, avec un travail beaucoup moins pénible, puisque le brassage par l'ouvrier est supprimé, le four cylindrique en a d'autres.

Les matières sont chauffées plus uniformément, le sulfate est plus complétement décomposé, le rendement en soude plus grand, la qualité de la soude supérieure ou le titre plus élevé, parce que le four reste toujours en grande partie rempli de gaz réducteurs, l'air n'y ayant pas accès; mais c'est surtout l'économie de main-d'œuvre et de charbon qui donne au four cylindrique tournant sa véritable supériorité. Ainsi, aujourd'hui, d'après des renseignements qui m'ont été fournis, il y a peu de temps, par M. Stevenson lui-même, le charbon nécessaire pour chauffer un four ordinaire, en Angleterre, et décomposer le sulfate, est 544 kilog. par tonne de soude brute, tandis que, dans un cylindre tournant, il en faut seulement, toutes choses égales d'ailleurs, 362 kilog., soit 30 pour 100 de moins par tonne. En admettant seulement 25 pour 100, le résultat serait encore des plus satisfaisants.

Mais l'appareil n'est pas sans inconvénients. Dans les premiers temps, on lui reprochait d'être trop coûteux trop susceptible de dérangements, et de ne pas permettre assez facilement de contrôler et de régulariser l'opération. Aujourd'hui on a remédié, par une meilleure construction, aux trop fréquents dérangements; on a perfectionné les détails que l'expérience et la pratique ont indiqués. L'appareil lui-même a diminué de prix, bien qu'il coûte encore 35000 francs de frais d'établissement en Angleterre. Mais le meilleur argument en sa faveur, c'est que M. Stevenson a monté successivement quatre de ces fours à Southschields, et qu'une douzaine d'autres ont été établis dans diverses grandes usines anglaises, notamment à Widness et à Sainte-Hélène.

En France et sur le continent, on ne s'est pas encore décidé à monter ces puissants appareils. On a pu reculer devant les frais à faire, les essais à tenter, les risques à courir, et peut-être même devant l'importance de la production que le four nouveau permet de réaliser. En effet, une fabrique qui ne décompose que 18000 à 20000 kilogrammes de sel par jour, c'est-à-dire à peu près le double de la quantité nécessaire à alimenter un cylindre, et qui travaillerait avec un de ces cylindres, serait exposée, en cas de dérangement et de réparation, à voir sa production tomber tout à coup dans le rapport de 2 à 1. Pour des fabriques de moindre importance, qui forment la très-grande majorité en France, l'inconvénient deviendrait plus grave encore, d'autant plus qu'on ne pourrait pas profiter d'un excès de production en bonne marche, afin de parer aux éventualités de retard, la soude étant une matière dont on ne peut faire de grands approvisionnements.

Il faut remarquer aussi que le mode d'évaporation des lessives, adopté généralement en Angleterre, se prête aisément à une bonne utilisation de la chaleur perdue du four, tandis que chez nous, où le travail du raffinage est dirigé d'une autre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

manière, il y aurait sans doute quelque étude spéciale à faire pour la meilleure utilisation possible de ces chaleurs perdues.

Toutefois, nous avons en France des fabriques assez importantes pour pouvoir monter un ou deux de ces fours sans crainte de compromettre leur fabrication. Nul doute même qu'en présence du succès croissant du nouveau four en Angleterre, et de la redoutable concurrence qu'il contribue à nous faire sur nos propres marchés, quelqu'une de ces fabriques n'en eût déjà fait l'essai, si l'industrie de la soude ne traversait en ce moment une crise qui résulte d'un excès même de la production sur la consommation, par suite de la suppression du grand marché américain.

En effet, depuis que les États-Unis, pour trouver l'argent nécessaire à payer l'énorme dette qu'ils ont contractée pendant la dernière guerre, ont frappé de droits élevés, véritablement prohibitifs, l'entrée, dans leurs ports, des produits européens, l'Angleterre déverse chez nous une partie des soudes qu'elle dirigeait vers l'Amérique.

Depuis un an surtout, cette importation a pris un développement excessif, effrayant pour nos soudières, ainsi que le prouvent les nombres que je vais citer. Pendant les années 1866 et 1867, l'Angleterre avait importé en France, en cristaux de soude et sels de soude de toute sorte, une quantité représentée par 4 700 et 4 800 tonnes.

Or, dans les onze premiers mois de l'année qui vient de s'écouler (1868), d'après le tableau officiel publié par l'administration des douanes, le chiffre des importations anglaises s'est élevé à 8 200 tonnes, c'est-à-dire qu'il aura doublé, à très-peu près, en 1868. Ceux de nos industriels, qui ont à lutter plus immédiatement contre la concurrence, ont baissé les prix de vente presque jusqu'à la limite des prix de revient, et néanmoins le trop-plein de la production anglaise continue à nous arriver.

La lutte à soutenir est donc difficile, la crise peut être dangereuse; par conséquent, nos fabricants, que ne protége pas suffisamment le faible droit établi par le traité de commerce de 1860, ne doivent négliger aucun moyen d'améliorer leur matériel ou leurs procédés de fabrication. Sans vouloir comparer ici la fabrication des produits chimiques en France et en Angleterre, j'indiquerai, en terminant, les causes principales de la supériorité des usines anglaises sur les nôtres. Ces usines ont d'abord en abondance et à meilleur marché que nous la plupart des matières premières, telles que le sel et le charbon, le charbon surtout (1), dont on comprendra toute l'importance dans l'industrie qui nous occupe, par ce fait que le sel de soude en exige pour sa fabrication près de quatre fois son poids (2) ; ensuite, grâce à l'esprit d'association qui caractérise

(1) Le charbon coûte environ deux fois et demie moins aux usines de Newcastle qu'à celles de Lille.

(2) Le soufre même revient moins cher en Angleterre qu'en France, parce que les fabricants anglais sont parvenus à extraire avantageusement le cuivre et même une partie du fer auquel ce soufre est associé dans les pyrites de provenance étrangère qu'ils consomment.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nos puissants voisins, leurs usines produisent, en moyenne, trois fois plus que les nôtres, répartissant ainsi sur de plus grandes masses les frais généraux de fabrication; enfin, il faut bien le reconnaître, les Anglais possèdent, avec les richesses de toute nature renfermées dans leur sol, le génie de l'industrie et du commerce qui seul sait les rendre fécondes.

ARTS CHIMIQUES.

SUR L'APPLICATION DES EXTRAITS DE GARANCE DANS L'IMPRESSION DES TISSUS ET SUR LE ROLE JOUÉ PAR LES DIVERS PIGMENTS DE LA GARANCE, PAR M. P. SCHUTZENBERGER.

Malgré la découverte si féconde des couleurs dérivées de l'aniline, la garance a maintenu son rang parmi les matières premières employées dans la fabrication des toiles peintes.

Elle doit cet avantage aussi bien à la beauté des nuances qu'elle est susceptible de fournir avec les mordants aluminiques et ferriques, qu'à l'extrême solidité des teintes réalisées par son intermédiaire. Les couleurs garancées, en effet, loin de craindre l'action du soleil, sortent de cette épreuve plus vives et plus belles qu'auparavant.

La fabrication des couleurs bon teint, et particulièrement des articles garancés, a subi, depuis le commencement de ce siècle, des perfectionnements continus et marqués. Il suffit, pour s'en convaincre, de comparer les tissus de coton pour meubles de la dernière exposition avec les anciennes perses. D'un côté, le fond est sale, chargé d'une nuance rousse, les couleurs sont ternes et brunes; de l'autre, le fond est d'une blancheur éclatante, et les rouges, les roses, les violets et les puces ne laissent plus rien à désirer.

Les causes de ce progrès ascendant sont multiples et de divers ordres. D'une part, les procédés mécaniques de l'impression, et surtout l'emploi de la machine continue à plusieurs couleurs, avec rouleaux gravés en creux, sont devenus d'une précision admirable. Il est évident que la perfection du dessin et des rapports des diverses parties influe favorablement sur l'effet d'ensemble; mais, en outre, en développant les moyens mécaniques, on permet au coloriste de tenter des combinaisons de couleurs et des effets auxquels il n'aurait pu songer auparavant.

Une autre source de progrès réside dans une connaissance de plus en plus complète, et un emploi de plus en plus raisonné, des agents usités dans le mordançage, la teinture et l'avivage.

Ici viennent se placer en première ligne les divers ordres de préparations que l'on fait subir à la racine de garance, avant de l'employer en teinture.

Au début, on se servait uniquement de la racine séchée et moulue, mais il est évident qu'un produit aussi complexe qu'une racine renferme, à côté du pigment ou

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

principe utile, des corps capables d'entraver cette opération et de nuire à la beauté des teintes.

C'est donc en vue d'éliminer de plus en plus les substances étrangères inutiles que l'on est arrivé à fabriquer industriellement :

1° *La fleur de garance* ou poudre de garance, débarrassée, par un lavage à l'eau, de ses principes solubles. (La garance perd, par ce lavage, environ 50 pour 100 de son poids; la fleur a donc un pouvoir tinctorial double de celui de la garance, et donne plus de régularité dans l'opération du garançage.)

2° La garancine ou fleur bouillie avec de l'acide sulfurique à 50 degrés Baumé, lavée et séchée. Dans la préparation de la garancine, on élimine mieux que par l'eau seule les principes étrangers, et par cela même on arrive à un produit plus concentré, mais on dégage, en outre, de sa combinaison avec des sels de chaux à acides organiques (pectates), une partie du pigment qui, ne pouvant se dissoudre dans le bain, serait perdu en pratique. La proportion de matière colorante, ainsi régénérée, ne s'élève pas à moins de 50 pour 100 de la quantité totale renfermée dans la racine, et paye largement les frais de fabrication de la garancine. Depuis longtemps, les fabricants d'indienne recueillent les résidus de bains de teinture pour les soumettre à une ébullition avec de l'acide sulfurique, ce qui donne une garancine faible connue sous le nom de garanceux, susceptible seulement d'applications restreintes.

3° L'alizarine commerciale ou garancine surchauffée. Cette préparation a eu un grand succès à cause de la beauté incomparable des violets qu'elle fournit avec les mordants de fer. La chaleur (200 degrés) détruit un principe jaune ou fauve qui nuit à l'éclat des couleurs et surtout du violet.

Dans tous ces produits, une grande partie du ligneux subsiste à côté des pigments, et leur pouvoir tinctorial ne s'élève guère au-dessus de 7 à 8 fois celui de la garance, aussi ne peuvent-ils servir qu'en teinture par les procédés anciens.

La fabrication des articles garancés est une opération longue et difficile qui exige plusieurs semaines, et ce n'est que lorsque le tissu, imprimé en mordant, passé en bouse ou silicate, lavé, teint et arrivé, est terminé au point de vue des nuances garancées, que l'on peut faire intervenir les autres couleurs fixables à la vapeur.

L'industrie des toiles peintes tend à se simplifier de plus en plus, c'est là un des caractères les mieux marqués de son progrès. Elle se débarrasse chaque jour davantage de ces procédés exigeant, pour certaines nuances, de véritables tours de force de la part du chimiste. Aussi a-t-on accueilli avec faveur les efforts tentés récemment et couronnés de succès pour fixer directement la garance ou ses pigments par voie d'impression. On comprend facilement tout l'avantage qui résultera d'une semblable révolution dans cette industrie. Le fabricant imprimant à la fois, avec une seule machine à 6, 8, 12 et même 24 couleurs, toutes les nuances d'un dessin et les fixant toutes à la fois par le même agent, la vapeur d'eau, aussi bien les couleurs bon teint que les couleurs d'enluminage, l'économie de temps sera considérable.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un changemen aussi radical dans les habitudes séculaires d'une grande industrie, changement qui entraînera la suppression d'un vaste matériel très-encombrant, du reste, ne peut se faire subitement; mais, dans l'état actuel des choses, on peut prévoir avec assez de certitude que la teinture en garance sera peu à peu remplacée entièrement par l'impression.

Dès 1827, des efforts ont été tentés dans cette voie par MM. Robiquet, Colin, Lagier, Persoz. En 1837, M. Gastard de Colmar réussit à imprimer des pièces par un procédé qui fut perfectionné, en 1855, par M. Alb. Hartmann et employé sur une échelle restreinte dans la maison Schvartz-Huguenin.

Les moyens proposés, variant dans les détails, revenaient tous à couvrir uniformément le tissu de mordant, et à imprimer un extrait de garance convenablement dissous dans un véhicule spécial (ammoniaque, soude, savon, etc.), puis à vaporiser. Le mordançage uniforme du tissu est peu avantageux en pratique, et ne peut s'appliquer qu'aux préparations aluminiques incolores par elles-mêmes; de plus, les extraits de garance, livrés jusqu'alors au commerce, étaient trop impurs pour donner des résultats constants, et surtout pour permettre de réunir l'impression d'une couleur vapeur contenant à la fois le mordant et la matière colorante.

Ces extraits, préparés, pour la plupart, en épuisant la fleur de garance ou la garancine par l'esprit-de-bois ou l'alcool, possédaient un pouvoir tinctorial égal à 50 fois environ celui de la garance, et contenaient près de 60 pour 100 de matières résineuses inactives.

Il convient, cependant, de rappeler la colorine de MM. Lagier et Thomas, produit très-riche, mais qui n'est pas resté dans le commerce, le moment n'étant pas encore favorable pour l'emploi des extraits de garance.

On doit à M. E. Kopp d'avoir le premier indiqué et mis en pratique un procédé industriel de fabrication de la matière colorante pure. Ce procédé, bien connu, a, en outre, le précieux avantage de séparer les deux principaux pigments de la garance, la purpurine et l'alizarine.

La purpurine commerciale de M. Kopp n'a trouvé, jusqu'à présent, que des applications restreintes et peu dignes d'être relevées. Il n'en a pas été de même de l'alizarine jaune retirée de l'alizarine verte par les huiles de pétrole.

A Cosmanos, en Bohême, et presque en même temps dans la maison Scheurer, à Thann, on a résolu, avec beaucoup de succès, mais non sans de longues recherches, le difficile problème de l'impression directe de l'alizarine sur tissus non mordantés.

Les principales conditions nécessaires au succès sont : 1° l'emploi d'un extrait de garance très-pur et très-riche;

2° La substitution de l'acétate d'alumine pur obtenu en dissolvant la gelée d'alumine lavée dans l'acide acétique ou par double décomposition entre le sulfate d'alumine et l'acétate de plomb, à l'ancien mordant pour rouge préparé avec de l'alun et retenant, par conséquent, du sulfate de potasse ou d'ammoniaque;

3° L'intervention d'un dissolvant convenable de la matière colorante : ce dissolvant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ne peut être alcalin, vu la présence de l'acétate d'alumine; généralement, on fait usage d'acide acétique cristallisable;

4° L'addition de certaines substances destinées à donner à la couleur un certain degré d'hygrométricité et à modifier, en la solidifiant, la nuance (préparations d'étain, acides gras, sels de chaux).

La couleur ainsi composée, et convenablement épaissie (la matière colorante doit être dans un grand état de division), est imprimée simultanément avec les autres. Le tissu est suspendu quelque temps dans un étendage chaud et humide (chambre d'oxydation). Il ne reste plus qu'à soumettre la pièce à l'action de la vapeur d'eau et à la savonner si les nuances, jointes à la garance, permettent cette dernière opération.

Pour les violets, on remplace l'acétate d'alumine par de l'acétate de fer (1).

On a remarqué que, dans cette manière d'opérer, les points blancs qui se révèlent après teinture dans les pièces contenant du coton mort ou non mûr ne sont plus apparents.

L'alizarine pure donne de très-beaux violets, mais des rouges trop violetés.

Les beaux rouges ne s'obtiennent qu'avec des extraits contenant à la fois de l'alizarine, de la purpurine, et même une certaine proportion de matière jaune, mélangées en proportions convenables. Par contre, ces extraits ne donnent que des violets ternes. Les couleurs auxquelles on associe avec le plus de succès les rouges garance d'application sont le noir d'aniline, l'orangé de chrome et les couleurs albumine solides, telles que le vert Guignet, etc.

Ici se révèle d'une manière très-nette l'influence des divers pigments de la garance dont il nous reste à parler. Dans l'état actuel de la science et d'après les travaux d'un grand nombre de chimistes, on peut admettre que les pigments de la garance, peu ou point solubles dans l'eau, préexistent dans la racine fraîche sous forme de glucosides solubles et facilement dédoublables par les ferments, les acides et les alcalis.

Les matières colorantes séparées de leurs glucosides, et dont l'existence nous paraît, à l'heure qu'il est, mise hors de doute, sont :

1° L'alizarine, découverte par Robiquet et Colin;

2° La purpurine, étudiée par Persoz, Runge, Debus, Wolff et Strecker et moi;

3° La pseudopurpurine } découvertes par moi dans la purpurine commerciale de
4° La matière orangée } Kopp;

5° La purpuroxanthine ou matière jaune que j'ai également isolée de la purpurine commerciale.

Ces pigments, parfaitement définis et cristallisables, se distinguent par leurs propriétés physiques, et notamment par les raies d'absorption qu'elles donnent avec le spectroscope, par leur solubilité dans divers dissolvants neutres ou alcalins, par leur composition et enfin par leurs propriétés tinctoriales.

Le tableau suivant résume les caractères différentiels :

(1) Je dois une partie de ces renseignements à l'obligeance de M. O. Scheurer lui-même.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NATURE du pigment.	COMPOSITION (1).	RAIES D'ABSORPTION en solution alcaline.	CRISTALLISATION.	ACTION de la chaleur.	ALCALIS.	BENZINE.	ALCOOL.
Alizarine. . . .	(2) C^{30} H^{12} O^{6}	Raie d'absorption près du rouge.	Longues aiguilles orangées (par sublima.).	Se sublime facilement.	Solution bleu pourpré.	Soluble.	Soluble } plus à chaud qu'à froid.
Purpurine. . . .	C^{30} H^{12} O^{7}	Une raie près du rouge et une autre près du jaune.	Aiguilles rouges (sublimées et cristallis. dans l'alcool).	Se sublime en se décomposant en grande partie.	. . . . .	Soluble.	Soluble } plus à chaud qu'à froid.
Pseudo-purpurine.	C^{30} H^{12} O^{9}	. . . . .	Fines aiguilles rouge brique (cristallis. dans la benzine).	Se décompose par la chaleur en donnant de la purpurine.	Solutions rouges.	Soluble.	Très-peu soluble, même à chaud.
Matière orangée	C^{30} H^{16} O^{9} = $C^{30}H^{12}O^{7}+2H^{2}O$	. . . . . Pas de raie.	Grumeaux (cristallisés dans l'alcool).		. . . . .	Insoluble.	Très-soluble.
Matière jaune ou purpuro-xanthine. . .	C^{30} H^{12} O^{6} (?)	. . . . .	Aiguilles jaunes (sublimées, dans l'alcool et la benzine).	Se sublime.	Solution jaune.	Soluble.	Soluble.

(1) Les formules ci-dessus sont la traduction exacte de la composition centésimale, mais ne sont pas les seules possibles : nous les adoptons provisoirement jusqu'à ce que des recherches plus approfondies aient fixé la véritable constitution de ces corps.
(2) C = 12 ; H = 1 ; O = 16.

MANIÈRE D'ÊTRE EN TEINTURE.

ALIZARINE.	PURPURINE. — MATIÈRE ORANGÉE.	PSEUDO-PURPURINE.	MATIÈRE JAUNE.
Teintes solides résistant au savon et au nitro-muriate. *Rouge* violacé. *Violet* très-pur.	Teintes solides et résistant assez bien au savon et au nitro-muriate. *Rouge* très-vif. *Violet* terne et grisâtre.	Teintes passant entièrement au savon et au nitro-muriate. *Rouge* franc, mais un peu brique. *Violet* pâle.	Teintes peu résistantes. *Jaune orangé* avec l'alumine. Gris pâle avec les mordants de fer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On voit, par le second tableau, que les divers pigments de la garance se distinguent nettement par leur rôle en teinture. La purpurine, et la matière orangée qui représente un hydrate de purpurine, n'offrent sous ce rapport aucune divergence, mais la grande solubilité de la dernière dans l'alcool, solubilité qui permet d'obtenir des liqueurs presque sirupeuses à chaud et se prenant en masse par le refroidissement, ne laisse aucun doute sur l'existence de ces deux espèces chimiques.

La solidité des teintes semble varier en raison inverse de la quantité d'oxygène, en excès par rapport à l'hydrogène. A mesure que l'oxygène augmente, on passe du rouge violacé au rouge franc, et enfin au rouge-brique, et du violet franc au violet sale et au violet gris.

Une étude approfondie de ces différences permettra au fabricant de mélanger lui-même en proportions convenables les divers pigments, suivant le but qu'il voudra réaliser; elle nous donne aussi la clef des variations offertes par la garance suivant le lieu de culture.

Ainsi, la garance d'Alsace ne doit pas seulement à l'absence de craie le peu de solidité de ses nuances, mais surtout à la présence d'une forte proportion de pseudo-purpurine qui fait défaut dans celles d'Avignon,

Pourquoi la garancine fournit-elle des teintes moins solides que la fleur? On en a cherché la raison dans la présence d'une petite quantité d'acide sulfurique restant fixé au ligneux, malgré des lavages prolongés. Mais il est infiniment plus probable que la matière colorante, combinée naturellement à la chaux dans la fleur, appartient au groupe purpurique, et qu'en la dégageant par l'intervention d'un acide on augmente la richesse colorante, mais en diminuant la solidité. La purpurine a, en effet, plus d'affinité pour les bases que l'alizarine.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Nouveau procédé pour extraire l'aluminium de ses minerais, par M. A. L. Fleury de Boston. — L'auteur mélange l'alumine pure avec du goudron de gaz, de la résine, du pétrole ou quelque autre substance analogue, puis il en fait une pâte qu'il divise et pétrit en un certain nombre de boules. Ces boules sont ensuite séchées au four et introduites, après séchage, dans une cornue solide revêtue intérieurement d'un enduit de plombagine, où elles sont soumises à une chaleur rouge-cerise. Cette cornue doit être assez résistante pour supporter une pression de 25 à 30 livres par pouce carré de surface (environ 2 kilogrammes par centimètre carré); elle doit, en outre, être pourvue d'une soupape de sûreté qui permette d'introduire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans le mélange chauffé la quantité voulue d'hydrogène carboné, sans que la pression cesse d'être sensiblement la même; l'introduction de ce gaz se fait au moyen d'une pompe foulante.

Au moyen de cette opération l'alumine est réduite, et l'aluminium reste à l'état de masse spongieuse mélangée de carbone. Cette éponge est refondue avec du zinc, et alors l'aluminium s'agglomère à l'état de métal pendant que le zinc se volatilise.

Ce procédé de réduction de l'alumine est dû à l'action de l'hydrogène carboné agissant sous pression. Le temps qu'exige l'opération ne dépasserait guère quatre heures, s'il s'agissait de traiter 45 kilogrammes de terre d'alumine, de cryolithe ou de tout autre minerai d'alumine analogue; en chauffant et en comprimant préalablement le gaz avant de l'introduire dans la cornue, ce temps pourrait être de beaucoup réduit. (*The chemical news.*)

De la production du cuivre dans le monde entier en 1866, par M. E. Petitgand. — Dans une brochure intitulée : *Le cuivre, son histoire, ses usages,* etc., M. Petitgand dresse le tableau suivant de la production du cuivre métallique dans le monde entier en 1866.

Angleterre			11 153 tonnes	(1)
Russie			5 600 —	
Suède et Norwége			2 850 —	
Allemagne.	Empire d'Autriche	3 775	8 700 —	(2)
	Prusse	3 500		
	Saxe	370		
	Hanovre	200		
	Hesse et Nassau	355		
	Divers	500		
France			2 500 —	
Belgique			1 825 —	(3)
A reporter			32 628 —	

(1) La Grande-Bretagne exporte annuellement de 28 à 30 000 tonnes de cuivre en lingots; mais ce chiffre résulte nécessairement du traitement des minerais importés de l'Amérique du Sud, Chili, Cuba, etc., et des autres pays, et dont le mélange avec les minerais indigènes est indispensable aux réactions de la méthode de traitement dite *méthode galloise.*

(2) Quelques statistiques évaluent la production de la Prusse et de l'Association allemande à 10 ou 11 000 tonnes; c'est, vraisemblablement, parce qu'elles comprennent non-seulement la fabrication de toute l'Allemagne, mais encore les importations de la Grande-Bretagne, du Chili et des États-Unis qui se font par Hambourg et Brême.

(3) La fabrication de la France et de la Belgique est basée sur le traitement des minerais riches du Chili, des mattes et l'affinage des cuivres noirs qu'elles reçoivent en partie d'Angleterre. La France retire à peine 100 tonnes de ses propres minerais. Les principales usines d'élaboration sont situées dans la Seine, la Seine-Inférieure, l'Eure, le Pas-de-Calais, les Ardennes, la Charente et la Gironde.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Report.		32 628 tonnes	
Espagne.		975 —	
Portugal.		125 —	
Italie, côtes d'Afrique et de la Méditerranée. . .		850 —	
Turquie d'Europe et d'Asie.		2 000 —	
États-Unis.	14 435		
République argentine.	1 095		
Nouvelle-Galles.	2 000	56 837 —	
Australie.	2 250		
Chili et Pérou.	34 357	. . . . .	(1)
Japon et Chine.	2 700		
Total.		93 415 tonnes.	

Si on se reporte à l'année **1846**, on constate, d'après les documents statistiques de cette époque, que la production, qui s'élevait approximativement à **52 000** tonnes, s'est accrue de **41 415** tonnes, c'est-à-dire qu'elle a presque doublé en vingt ans.

On remarque encore que la Grande-Bretagne, qui fabriquait alors de **28 000** à **30 000** tonnes en moyenne, n'en produit plus que **11 153**, tandis que l'Amérique et l'Océanie, qui apparaissaient à peine dans la production générale, y figurent à présent pour plus de **52 000** tonnes, chiffre qui tend à s'accroître tous les jours.

Il est permis de conclure de ces données, surtout en présence de l'abondance et de la richesse des gîtes cuprifères du nouveau monde venant à coïncider avec l'appauvrissement continu des mines du Cornwall, que l'Angleterre ne tardera pas à perdre la prééminence qu'elle avait su conquérir.

Les conséquences de cette situation nouvelle ont amené, comme il était facile de le prévoir, des changements notables dans la valeur commerciale des cuivres. Partout les prix fixés par le marché anglais, que celui-ci ne peut plus soutenir, ont subi diverses fluctuations et se sont progressivement abaissés. La tonne de cuivre raffiné, qui a valu, en **1846**, de **2 500** à **3 500** francs, s'est tenue, pendant ces dernières années, de **2 430** à **3 940** francs et se règle à présent de **1 950** à **2 100** francs suivant les qualités, après être tombée à **1 750** francs. Il n'y aurait rien de bien étonnant, eu égard aux développements de la fabrication chilienne, que d'ici à peu de temps la tonne de cuivre ne se payât de **1 600** à **1 800** francs.

(M.)

(1) Dans la production du Chili, de l'Australie et des États-Unis, etc., ne figurent ni les mattes ni les cuivres argentifères, qui donnent lieu à des opérations spéciales ; mais il faut en distraire les exportations de métal en lingots et de cuivre noir en France, en Belgique et dans l'empire germanique, **4** à **5 000** tonnes environ.

Paris. — Imprimerie de madame veuve BOUCHARD-HUZARD, rue de l'Éperon, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

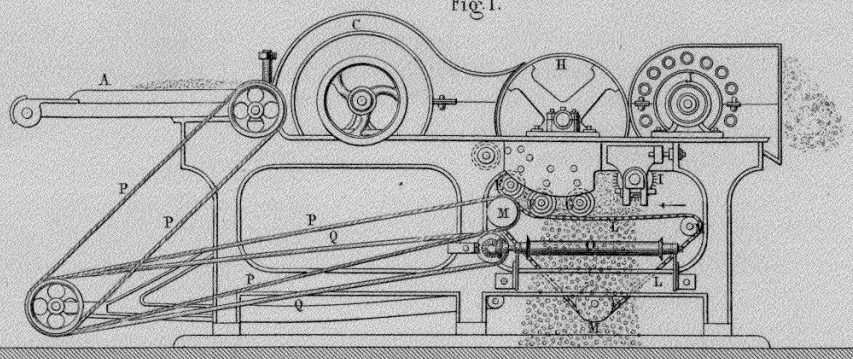


Fig. 2.

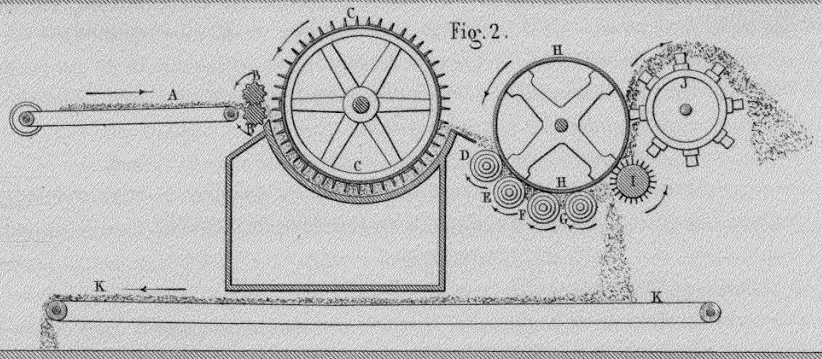


Fig. 3.

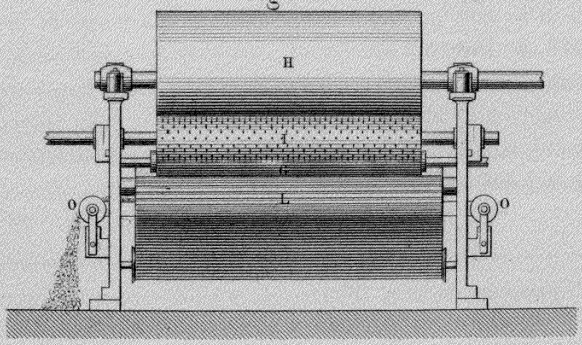
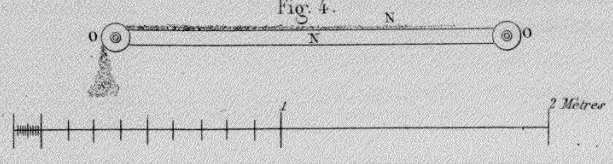


Fig. 4.



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

MACHINE A EGLOUTRONNER LES LAINES, PAR M. A. MALTEAU.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

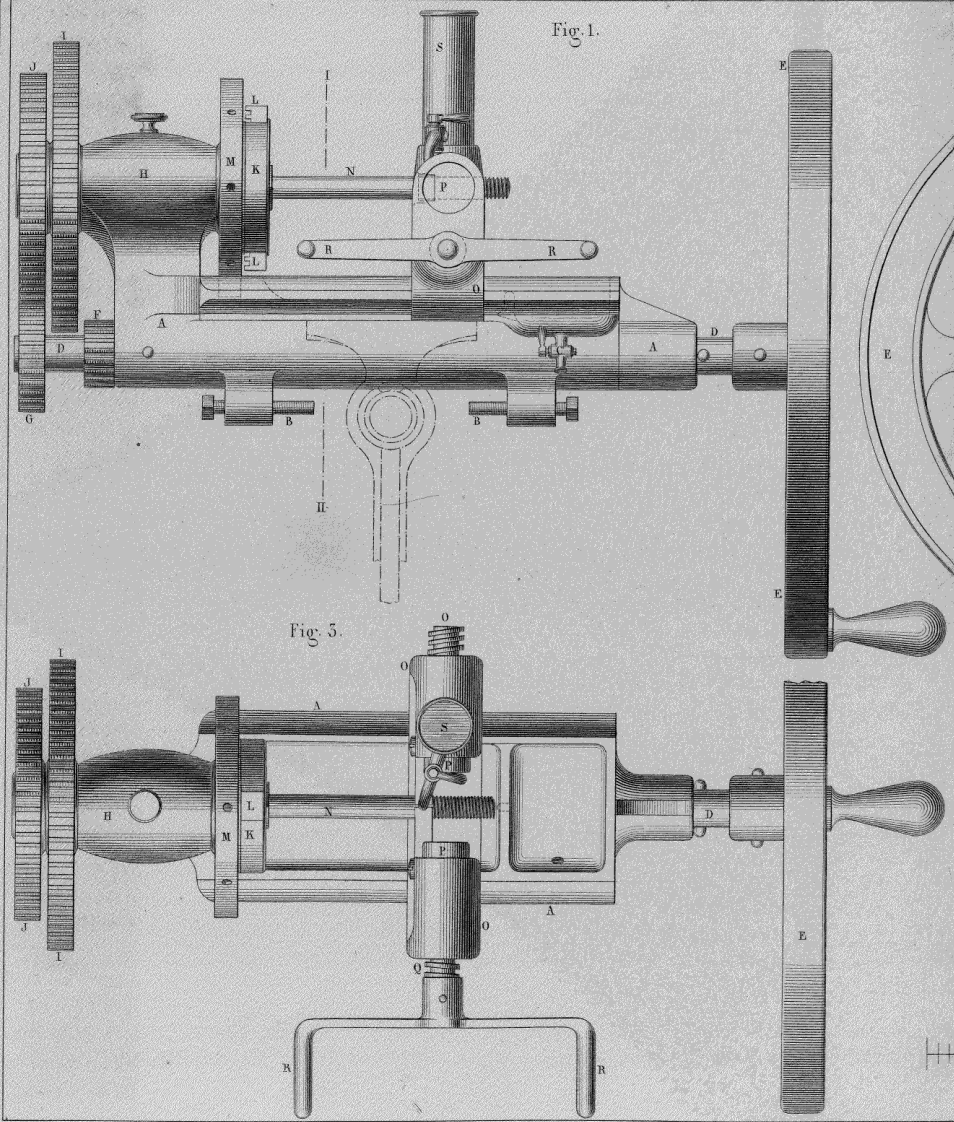


Fig. 2.

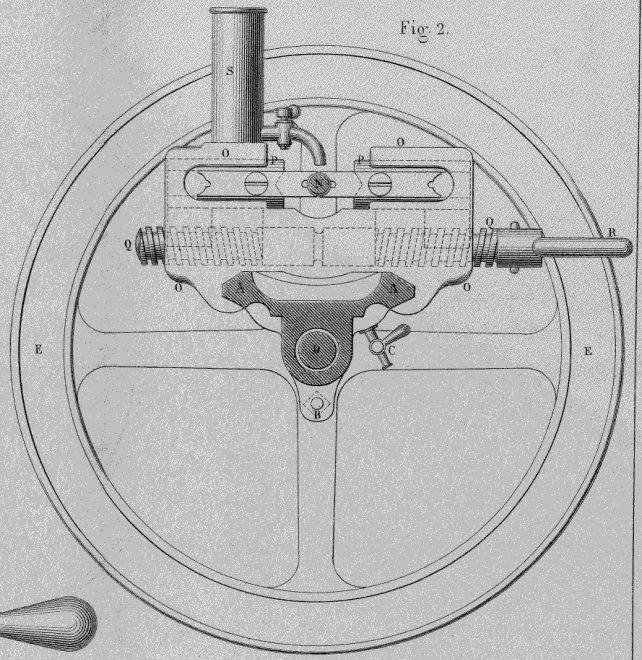
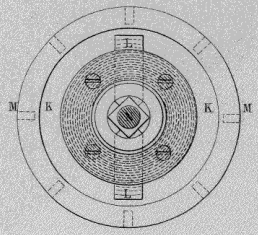


Fig. 3.

Fig. 4.



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède, 38 Paris

Ad. Leblanc del. et sc.

MACHINE A TARAUDER, PAR M. DENIS POULOT.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

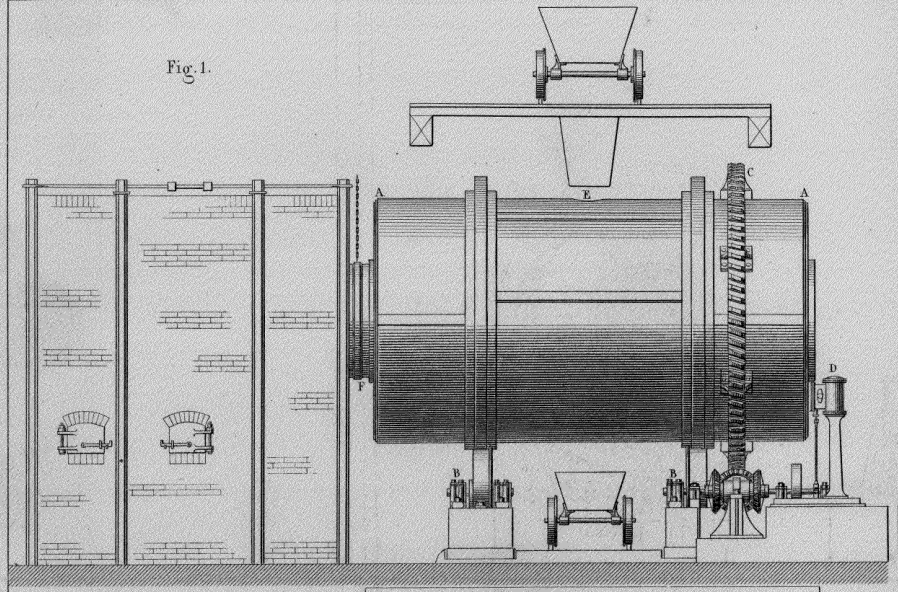


Fig. 2.

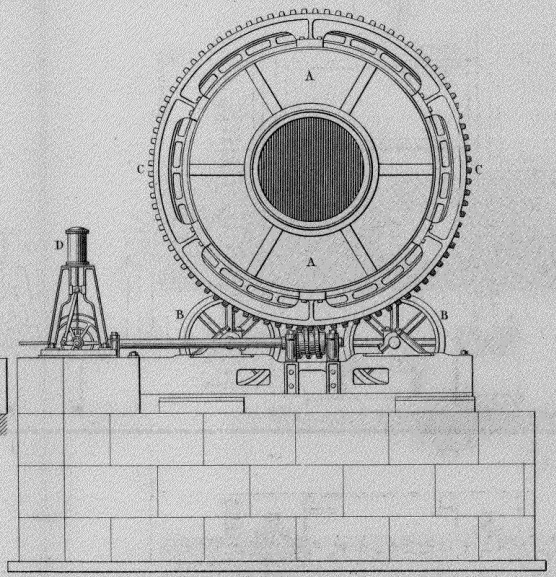


Fig. 3

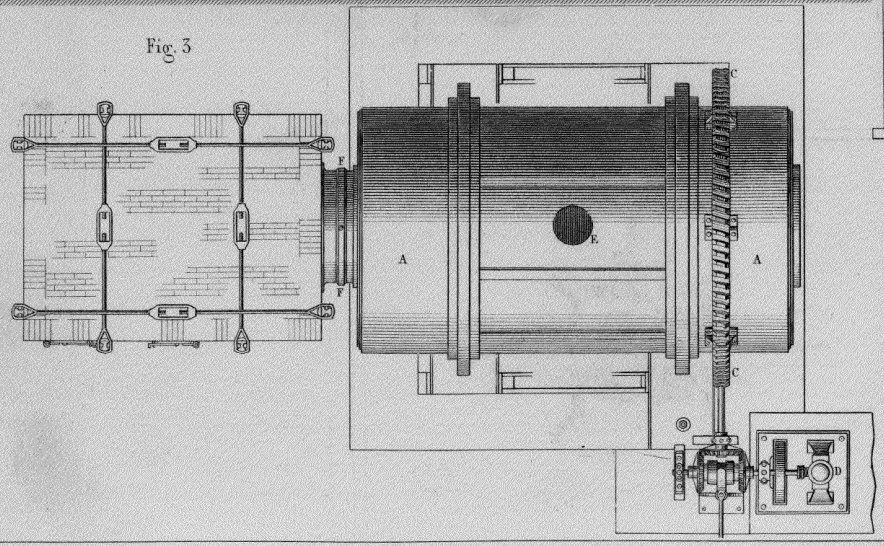
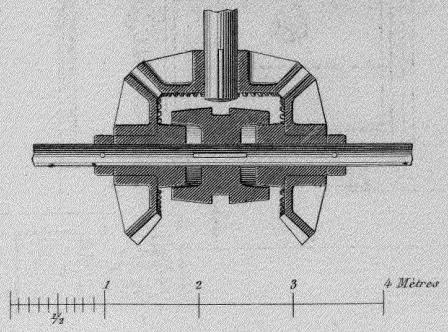


Fig. 4.



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris

Ad. Leblanc del. et sc.

FOUR TOURNANT POUR LA FABRICATION DE LA SOUDE, CONSTRUIT PAR M. R. DAGLISH.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

68e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XVI. — Août 1869.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. COMBES, *au nom du comité des arts mécaniques, sur des* PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS AUX SYSTÈMES D'ÉCHAFAUDAGE ET D'OUTILLAGE EMPLOYÉS DANS LE CREUSEMENT DES PUITS *par* M. PORTAIL, *rue Bénard,* 58, *à Plaisance-Paris.*

Messieurs, M. Portail, puisatier à Plaisance, a soumis à l'examen de la Société divers perfectionnements qu'il a apportés aux systèmes d'échafaudage et d'outillage employés dans le creusement des puits.

La disposition de la chèvre et du treuil à engrenages établis pour l'extraction des déblais est simple et très-convenable pour les puits d'une médiocre profondeur, comme le sont les puits à eau et les puits de carrières des environs de Paris. M. Portail a placé sur l'arbre du treuil une poulie portant une courroie, qui peut transmettre le mouvement de rotation à l'axe d'un ventilateur aspirant qui fait partie de son matériel; c'est là une addition fort utile et qui écarte l'un des dangers les plus graves auxquels soient exposés les ouvriers dans le creusement des puits.

Une autre innovation, qui mérite d'être signalée, consiste dans l'établissement d'un système au moyen duquel un ouvrier peut, sans le secours d'aucun auxiliaire, monter ou descendre dans le puits et s'arrêter à telle hauteur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il veut pour examiner la paroi. Ce système consiste en une poulie sur laquelle passe une corde supportant d'un côté un poids qui dépasse d'une dizaine de kilogrammes celui d'un homme de taille ordinaire; à l'extrémité de l'autre brin est fixé transversalement un bâton sur lequel l'ouvrier se met à cheval, en se tenant des mains à la corde; le bâton est tout près du fond du puits, lorsque le contre-poids est au niveau de l'orifice. Sur l'axe de la poulie est montée une roue, sur le contour de laquelle appuie un levier en bois à l'extrémité duquel est attachée une corde descendant le long de la paroi jusque près du fond du puits, et au moyen de laquelle on peut presser plus ou moins le levier sur la roue, pour le faire agir comme frein modérateur du mouvement. Un ouvrier veut-il descendre dans le puits, il suffit de soulever le levier-frein pour que le bâton monte au niveau de l'orifice et que le contre-poids descende au fond du puits; l'ouvrier se met alors à cheval sur le bâton, en se chargeant d'outils ou d'autres objets assez lourds pour que l'équilibre soit rompu de son côté. Il modère la vitesse de la descente, en tirant plus ou moins sur la corde du levier-frein. Arrivé au fond du puits, il serre le frein et se débarrasse des outils qu'il a descendus avec lui. Veut-il remonter, il n'a qu'à se mettre à cheval sur le bâton et à desserrer le frein pour que l'action du contre-poids le ramène au jour; il peut, d'ailleurs, en serrant le frein à propos, s'arrêter à telle hauteur qu'il voudra dans son ascension.

Nous signalerons encore avec éloge les dispositions adoptées par M. Portail pour l'établissement d'un mouton qui peut servir à enfoncer des tronçons de boisages cylindriques dans les terrains coulants et ébouleux, pour mettre en place de pareils tronçons d'un diamètre extérieur moindre que celui du puits, couler et pilonner dans l'espace annulaire restant entre eux et la paroi du béton fait avec un mortier hydraulique.

Enfin M. Portail a imaginé un bouclier de sauvetage à fermetures mobiles, se posant avec facilité à une hauteur quelconque et pouvant, dans certains cas, garantir contre la chute des matériaux les ouvriers qui travaillent au fond du puits.

M. Portail a produit plusieurs certificats d'exploitants de carrières de glaise et autres, qui témoignent des avantages que présentent les améliorations qu'il a introduites dans les moyens de fonçage des puits.

Votre comité des arts mécaniques a l'honneur de vous proposer : 1° de remercier M. Portail de son intéressante communication; 2° d'ordonner l'inser-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion du présent rapport dans votre *Bulletin*, avec les dessins des appareils dont il y est fait mention avec éloge; 3° de décider qu'il en sera fait un tirage à part à 500 exemplaires qui seront remis à l'inventeur.

Signé CH. COMBES, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 7 août 1868.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 417 REPRÉSENTANT QUELQUES-UNS DES PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS A L'OUTILLAGE DES PUITS, PAR M. PORTAIL.

Fig. 1. Élévation de face de la chèvre et du treuil perfectionnés.

Fig. 2. Section verticale partielle du bouclier de sauvetage.

Fig. 3. Plan du même bouclier.

Fig. 4. Section verticale d'un puits représentant la pose d'un boisage.

Fig. 5. Vue du mouton servant à enfoncer les tronçons de boisage.

Fig. 6. Vue du système de contre-poids et de frein servant à la descente et à la remonte d'un ouvrier.

Chèvre et treuil (fig. 1).— A, A, pieds doubles de la chèvre armés, aux extrémités inférieures, de sabots à pointe de fer pour assurer la stabilité de l'appareil.

B, treuil à engrenages.

C, poulie fixée sur l'axe du treuil, et destinée à recevoir une courroie pour mettre en mouvement le ventilateur.

D, tige de pompe, montée sur une partie coudée de l'axe du treuil.

Bouclier de sauvetage (fig. 2 et 3). — E, cercle extérieur en fer.

F, cercle intérieur, disposé parallèlement au-dessus du précédent, auquel il est relié par six brides solides.

G, G, grille bombée, s'ouvrant par le milieu, ainsi que l'indiquent les traits ponctués de la figure 2; elle est fixée par des charnières au cercle intérieur F.

H, broches de support du bouclier, destinées à pénétrer dans les parois du puits.

I, jambes de force.

J, tuyau du ventilateur.

Pose d'un boisage (fig. 4 et 5). — K, K, parois du puits.

L, L, tronçons de boisage enfoncés au mouton.

M, M, guides parallèles, pour la descente du mouton, se fixant par des broches dans les parois du puits.

N, mouton suspendu à un câble et enfonçant les tronçons de boisage en suivant, dans sa chute, la direction des guides M qui le traversent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

O, système de déclic du mouton (fig. 5), qu'une corde permet de manœuvrer.

P, madriers placés transversalement sur le boisage et recevant directement le choc du mouton.

Contre-poids et frein pour la descente et la remonte dans le puits (fig. 6). — Q, contre-poids dépassant d'une dizaine de kilogrammes le poids d'un homme de taille ordinaire.

R, câble de suspension du poids Q.

S, bâton fixé à l'autre bout du câble R, et sur lequel l'ouvrier se met à cheval pour la remonte ou la descente.

T, poulie autour de laquelle s'enroule le câble R; elle est montée sur une traverse fixe portant tout le système.

U, roue montée sur l'axe de la poulie T, et sur la jante de laquelle appuie le levier V V′ agissant comme frein.

V V′, levier articulé en V′ et appuyant sur la roue U pour modérer la descente ou la remonte.

W, corde servant à manœuvrer le levier V V′ et passant sur un galet de renvoi.

(M.)

HORLOGERIE.

RAPPORT *fait par* M. DUMÉRY, *au nom du comité des arts mécaniques, sur des* MOUVEMENTS D'HORLOGERIE SE REMONTANT SANS CLEF, *présentés par* M. ROBERT HOUDIN fils, *à Paris.*

Messieurs, M. Robert Houdin fils, horloger à Paris, a soumis à l'appréciation de la Société d'encouragement des mouvements d'horlogerie que l'on remonte, que l'on règle et que l'on met à l'heure sans le secours d'une clef.

Ce mode de remontage n'est pas nouveau; depuis longtemps déjà on fait usage, dans l'horlogerie de poche, de remontoir faisant partie du mouvement et dispensant de l'obligation de se munir d'une clef.

De même pour la mise à l'heure, afin de n'être plus dans dans l'obligation d'ouvrir les pièces de prix et d'agir sur les aiguilles, soit directement, en risquant de les fausser, soit avec des clefs qui s'y ajustent plus ou moins exactement et émoussent les angles des carrés, on a pratiqué la mise à l'heure des aiguilles depuis l'extérieur du mouvement; mais pour l'horlogerie moyenne, l'horlogerie de cheminée ou de cabinet, on avait jusqu'à ce jour considéré comme une superfétation de les munir de remontoirs mécaniques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Robert-Houdin fils en a jugé autrement; il a pensé, avec raison selon nous, que ce qui n'est, dans l'horlogerie portative, que le partage des pièces de prix, pourrait, pour l'horlogerie fixe, devenir l'objet d'une application plus générale.

En effet, le remontoir, qui, dans l'horlogerie de poche, est une question de conservation et de soins, devient, dans l'horlogerie d'appartement, une nécessité pour toutes les personnes qui, ne voulant pas s'astreindre aux sujétions d'un abonnement de remontage de leurs pendules, les remontent elles-mêmes, et se trouvent, la plupart du temps, ou totalement privées de l'heure, ou en présence de pièces dont la sonnerie décompte, c'est-à-dire n'est plus en rapport avec les indications des aiguilles.

C'est en cela surtout que l'application de M. Robert Houdin fils prend la proportion d'un service rendu.

Avec les dispositions qu'il a adoptées, aucun de ces inconvénients n'est à redouter : il a mis le remontoir en prise en même temps avec le barillet des heures et celui de la sonnerie, de telle sorte qu'ils se remontent tous les deux à la fois et que, dès que l'horloger a livré sa pendule et mis la sonnerie en rapport avec l'indication des aiguilles, cet accord est persistant, que le mouvement s'arrête ou fonctionne.

Le fait seul de la possession de cette amélioration donne à l'acheteur une indépendance et une sécurité qui sont précieuses partout, mais surtout à la campagne, où l'éloignement de toutes les ressources de la ville fait apprécier à leur juste valeur les simplifications ou améliorations qui permettent d'éviter le concours des hommes spéciaux.

M. Robert Houdin fils ne se borne pas au remontage, il en agit de même à l'égard de la mise à l'heure des aiguilles et du réglage du pendule, qu'il fait effectuer de l'extérieur à l'aide de renvois de mouvement.

Il évite de la sorte les accidents, conséquences presque inévitables de l'inexpérience des propriétaires qui, par l'usage des clefs, mettent, sans le vouloir, de très-bonnes pièces d'horlogerie hors de service.

Au point de vue artistique, les pièces d'horlogerie munies d'un remontoir faisant partie du mouvement jouissent de l'avantage de n'avoir plus le cadran percé de trous qui nuisent à l'ensemble décoratif et présentent, en outre, l'inconvénient de limiter, pour certains modèles, le calibre du rouage à adopter, pour éviter que les trous de remontage ne tombent sur les chiffres d'heures du cadran.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Robert Houdin fils fait ressortir plusieurs autres avantages tels que ceux-ci :

De n'être plus exposé à perdre ou à égarer la clef de la pendule;

De supprimer également la clef de réglage;

De ne plus casser de verre de lunette en ne les ouvrant plus, etc.; mais toutes ces considérations nous paraissent tellement secondaires en présence du remontage, de la mise à l'heure et du réglage pratiqués depuis l'extérieur, par les mains les plus inhabiles, que nous croyons ne pas devoir nous y appesantir.

Nous nous abstiendrons également d'entrer dans le détail des combinaisons mécaniques, puisqu'il ne s'agit ici que d'une reproduction, sur plus grande échelle, d'un mécanisme déjà appliqué à l'horlogerie de poche.

Nous dirons seulement que M. Robert Houdin fils a concentré tous ses soins vers une construction assez simple de ces différents appendices, pour qu'ils n'augmentent pas le prix des pièces neuves livrées par sa maison, et pour qu'il lui soit possible de les appliquer à toutes les pièces d'horlogerie existantes, moyennant un prix excessivement minime.

Votre comité des arts mécaniques se borne donc à louer, chez M. Robert Houdin fils, la pensée de ces améliorations, qui témoigne de sa constante sollicitude pour sa clientèle, et plus encore les efforts qu'il a dû faire pour livrer, ainsi qu'il le déclare, ces améliorations, importantes pour l'acquéreur, sans augmentation de prix.

C'est dans cet esprit que nous venons vous demander de vouloir bien remercier M. Robert Houdin fils de sa communication, et ordonner l'insertion du présent rapport dans votre *Bulletin*, avec quelques figures explicatives des principaux organes mis en œuvre dans cette application.

Signé Duméry, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 12 *juin* 1868.

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 418 REPRÉSENTANT L'APPLICATION DU SYSTÈME DE REMONTOIR DE M. ROBERT HOUDIN FILS A UN MOUVEMENT DE PENDULE.

Fig. 1. Vue extérieure d'un mouvement de pendule à échappement, auquel est appliqué le système de remontoir et de mise à l'heure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 2. Vue de face du même mouvement, la lunette et le cadran étant enlevés pour faire voir la disposition nouvelle des rouages sur la platine.

Fig. 3. Vue partielle en dessus, correspondant à la figure 1 et montrant la disposition adoptée pour la mise à l'heure et le réglage.

Fig. 4. Vue partielle de profil, correspondant à la figure 2.

Fig. 5. Vue par derrière du mouvement.

A, corps extérieur de la pendule (fig. 1).

B, lunette ne s'ouvrant plus, contrairement à ce qui a lieu dans les autres pendules.

C, bouton inférieur pour le remontage des barillets de mouvement et de sonnerie.

D, bouton supérieur pour la mise à l'heure et pour le réglage d'avance ou de retard de la pendule.

E, index de gauche, sur lequel il faut appuyer lorsqu'on tourne le bouton D pour la mise à l'heure (fig. 1 et 2).

F, index de droite, sur lequel on appuie lorsqu'il ne s'agit que de régler l'avance ou le retard.

G, G, platines formant la cage du mouvement de la pendule.

H, roue de chaussée, calée sur l'axe central des aiguilles (fig. 2 et 4).

I, roue intermédiaire, dite roue des minutes.

J, roue folle engrenant avec la roue des minutes.

K, roue également folle, montée sur l'axe K′ et munie, par derrière, d'un embrayage.

L, double pontet servant de support à l'axe K′.

M, roue calée à l'autre extrémité de l'axe K′ (fig. 4) et munie, par devant, d'un embrayage analogue à celui de la roue K.

N, autre roue engrenant avec celle M fixée sur la tige de réglage d'avance et de retard.

O, tige de réglage de l'avance et du retard dont les principaux organes sont en O′.

P, double roue d'embrayage montée sur l'axe K′, et pouvant embrayer soit avec la roue K, soit avec la roue M pour la mise à l'heure des aiguilles ou pour le réglage de l'avance et du retard.

Q, Q, leviers à fourche servant à manœuvrer le double embrayage P (fig. 2 et 3); le levier de droite sert à embrayer avec la roue M, et pour cela il suffit d'appuyer sur l'index F dont nous avons parlé plus haut; le levier de gauche sert à embrayer avec la roue K, en appuyant sur l'index E. L'un et l'autre levier sont sollicités par de petites lames de ressort, placées par derrière et chargées de les ramener en place, c'est-à-dire de débrayer la pièce P sitôt qu'on abandonne l'un ou l'autre des index E, F.

Voici maintenant quels sont les organes du remontoir proprement dit.

R, barillet de mouvement.

S, barillet de sonnerie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

T, roue dentée folle montée, en dehors de la platine de derrière, sur chacun des axes des barillets R, S (fig. 4 et 5).

U, rochet calé contre chacune des roues T, sur l'axe des barillets; à chacun de ces rochets correspond un cliquet à ressort, qui a pour but de mobiliser le barillet correspondant.

En tournant d'un côté ou de l'autre la tige V du remontoir que commande le bouton C, on mobilise l'un ou l'autre des rochets U donnant la tension au ressort du barillet correspondant.

W, X, Y, roues intermédiaires servant à transmettre le mouvement à droite ou à gauche imprimé à la tige V.

On remarquera qu'en imprimant alternativement à la tige V du remontoir un tour d'un côté et un tour de l'autre, on remonte simultanément les deux barillets, tandis qu'en ne tournant cette tige que d'un seul côté on ne remonte qu'un seul barillet.

Z, Z, rochets avec cliquets, fixés sur la platine antérieure G et destinés à maintenir bandés les ressorts des barillets (fig. 2).

a, embrayage denté (fig. 4), servant à transmettre à l'axe de la roue W le mouvement de la tige V, qui porte le bouton C; un ressort à boudin, entourant la tige V, maintient l'embrayage en prise pendant le remontage.

(M.)

CHAUDIÈRES A VAPEUR.

RAPPORT *fait par* M. VICTOR BOIS, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un système dit* MULTIPLICATEUR INEXPLOSIBLE POUR CHAUDIÈRES A VAPEUR, *présenté par* M. PETITPIERRE, *rue Dulong*, 41, *Batignolles-Paris.*

Messieurs, votre comité des arts mécaniques m'a chargé de vous rendre compte d'un appareil que M. Petitpierre, ingénieur-mécanicien, a imaginé et qu'il applique aux chaudières à vapeur.

L'inventeur a été longtemps préoccupé de l'idée de supprimer l'entraînement de l'eau et de l'intérêt qu'il y aurait à n'employer que de la vapeur sèche, surtout au point de vue de l'économie du combustible et de l'eau. Les efforts des industriels, pour atteindre ce but, témoignent de son importance, et M. Petitpierre n'est pas le premier, tant s'en faut, qui se soit occupé de la solution de ce problème.

Son appareil se compose d'un tuyau surchauffeur, passant dans le foyer de la chaudière, épousant longitudinalement la partie inférieure des carnaux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du fourneau et formant ceinture à l'extrémité des bouilleurs, pour revenir auprès du foyer.

Ce tuyau, dans ce parcours, conduit la vapeur du dôme de la chaudière au cylindre de la machine; une soupape placée sur ce tuyau se lève, pour livrer passage à la vapeur, sous l'influence de la pression dans la chaudière; elle retombe ensuite par son propre poids, quand la vapeur ainsi admise dans le tuyau atteint, par le surchauffage, une pression supérieure à celle de la chaudière, et il s'établit ainsi, par ce jeu de soupape, un surchauffage successif par une suite d'admissions consécutives de vapeur dans le tuyau réchauffeur.

Il nous semble superflu de rappeler que, quelle que soit la capacité donnée aux dômes des chaudières, cette capacité ne contient jamais la vapeur à l'état sec et que, malgré tous les soins qu'on prend pour ne puiser dans ce milieu que la vapeur en cet état, celle-ci entraîne toujours dans son mouvement, dans sa vitesse souvent si considérable, des molécules d'eau en grande quantité qui nuisent à la force en dépensant, en pure perte, le combustible et l'eau.

Théoriquement, et à première vue, ce réchauffeur, que M. Petitpierre désigne sous le nom de multiplicateur, présente évidemment des avantages puisque l'eau entraînée est obligée de passer par le réchauffeur, où elle peut se vaporiser sous l'influence de la flamme du foyer, en même temps que la vapeur elle-même atteint une température plus élevée. On se trouve donc en présence non-seulement d'une vapeur sèche, mais encore d'une vapeur surchauffée; or, la chaleur étant un travail, on peut affirmer, à première vue, que ce système présente certains avantages; mais votre rapporteur a voulu se rendre compte, par l'expérience même, de l'importance de ces avantages, de leur valeur pratique, de leur application aux machines à vapeur, parce que, s'il est incontestable que le surchauffage permet d'obtenir un plus grand effet utile, on ne peut méconnaître que la haute température qui résulte du surchauffage peut déterminer la grippement des parties en frottement des machines par suite de l'absence de vésicules d'eau interposées entre ces surfaces.

Le vendredi 22 mai 1868, nous avons fait une expérience dans les ateliers de M. Petitpierre sur une petite machine horizontale de $0^m,16$ de diamètre au piston et de $0^m,10$ de course alimentée par une chaudière à vapeur ayant une surface de chauffe de $3^{m2},20$. La machine marchait à pleine introduction et à une très-grande vitesse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La première partie de l'expérience a été consacrée à la marche dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire sans nous servir de l'appareil Petitpierre, le robinet qui le met en communication avec la chaudière étant fermé.

Pendant la seconde partie nous avons pris la vapeur après l'avoir fait passer dans le tuyau sécheur, c'est-à-dire en ouvrant le robinet de communication.

Après cinq heures de marche, le cylindre, qui avait été purgé après la première période et qui avait accusé un très-grand entraînement d'eau, n'en a pas fourni pendant la seconde période, c'est-à-dire pendant tout le temps où l'appareil a fonctionné; la même observation a été faite, à la sortie du tuyau d'échappement.

Cette constatation est de nature à montrer l'efficacité de ce tuyau sécheur, en outre de l'économie des dépenses d'eau que nous avons pu calculer; mais il ne nous a pas été possible de constater si la machine souffrait de cette admission de vapeur à très-haute température, attendu que la machine marchait à pleine introduction de vapeur, à une très-grande vitesse (88 à 117 tours) et qu'elle n'était pas dans un état d'entretien parfait.

Dans ces conditions très-favorables à l'appareil de M. Petitpierre, il faut bien le reconnaître, nous avons trouvé un avantage de 41 pour 100 sur l'alimentation et de 43 pour 100 sur l'économie du combustible; mais nous pensions bien que cette économie considérable ne serait pas la même avec des machines fonctionnant dans de meilleures conditions, c'est-à-dire marchant moins vite et permettant une grande détente; dans ce cas, la cylindrée de vapeur restant plus longtemps dans le tube sécheur, on pourrait prévoir à l'avance que la vapeur atteignant une trop haute température, non-seulement ne produirait pas les mêmes avantages, mais encore pourrait présenter certains inconvénients au point de vue de la détérioration de surfaces en frottement dans les machines en mouvement : nous avons donc engagé M. Petitpierre à faire de nouvelles expériences sur des machines se trouvant *à priori* dans de meilleures conditions normales que celle sur laquelle nous avions expérimenté. Il a donc été procédé à de nouvelles expériences plus concluantes au Conservatoire impérial des arts et métiers, où M. Petitpierre a été autorisé à appliquer son appareil, dans les conditions qui lui paraîtraient les plus favorables, à l'une des chaudières à bouilleurs latéraux de cet établissement. Le tube sécheur qu'il y a placé avait $0^m,075$ de diamètre extérieur et $0^m,055$ de diamètre intérieur, il était formé de trois parties réunies par des manchons; le développement était de 5 mètres et la sur-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

face de chauffe de $0^{m2},250$ par mètre de longueur, soit ensemble $1^{m2},275$. La machine qui devait recevoir la vapeur surchauffée était une machine de Farcot, à détente variable, située à proximité du générateur.

Le procès-verbal d'expériences, rédigé par M. H. Tresca et publié dans les *Annales du Conservatoire* (tome VIII, page 267), constate que les premiers essais faits à la date du 2 juillet n'ont donné que des résultats défavorables, par suite de l'excès du surchauffage de la vapeur; le tiroir et le piston grippaient, il fallait arrêter pour graisser; M. Petitpierre a reconnu que, dans cette expérience, il se produisait de la vapeur à une trop haute température. Il a d'abord abaissé son tuyau sécheur pour atténuer l'action calorifique, mais ce correctif n'ayant pas eu plus de résultat, il a dû renoncer à utiliser sa disposition avec cette machine; M. Tresca lui a alors proposé d'alimenter avec la même chaudière une machine Fairbairn à détente fixe, qui était plus éloignée du générateur.

Les 16, 18 et 19 juillet, la machine Fairbairn a fonctionné avec la vapeur surchauffée sans aucune difficulté et sans exiger un graissage plus soigné qu'à l'ordinaire.

Le 23 et le 27 juillet, on a procédé aux expériences comparatives avec la vapeur non surchauffée du même générateur et dans les mêmes conditions de travail.

En résumé, les chiffres moyens pris sur les expériences des 18 et 27 juillet, qui ont eu lieu, dans des conditions analogues, sans variations de pression, sont les suivants, d'après le procès-verbal dressé par M. Tresca :

	AVEC le SURCHAUFFEUR.	SANS le SURCHAUFFEUR.
Pression moyenne au manomètre	$5^{at},67$	$5^{at},77$
Ordonnée moyenne des diagrammes	$20^{mm},36$	$20^{mm},47$
Travail indiqué par tour	$596^{km},46$	$599^{km},94$
Nombre de tours moyen par minute	$42^{t},00$	$40^{t},67$
Travail par seconde	$411^{km},76$	$397^{km},66$
Travail en chevaux	$5^{ch},49$	$5^{ch},30$
Consommation de combustible par heure	$28^{k},70$	$37^{k},10$
— d'eau —	$156^{k},40$	$191^{k},62$
Consommation de combustible par heure et par cheval	$5^{k},23$	$7^{k},00$
— d'eau —	$28^{k},48$	$34^{k},26$
Coefficient résultant de l'emploi de l'appareil. Combustible	0,747	1,00
Coefficient résultant de l'emploi de l'appareil. Eau	0,831	1,00

Ces coefficients indiquent l'avantage du système que nous examinons, ils

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

constatent une économie de 25 pour 100 sur le combustible et de 20 pour 100 sur la consommation d'eau.

La différence qui existe entre les résultats que nous avons obtenus et ceux du Conservatoire provient des mauvaises conditions dans lesquelles se trouvait, d'une manière absolue, la première machine comparée à la seconde, et il faut en conclure que l'appareil de M. Petitpierre est plus efficace sur les machines défectueuses que sur les autres; il faut encore conclure que, pour réussir dans son application, il faut combiner la surface de chauffe du tube et sa situation dans le fourneau avec la distance de la machine à la chaudière et avec le degré de la détente.

L'efficacité du système a été reconnue sur une machine à détente fixe sans enveloppe, distante de 34^{m} du générateur, puisque son application a eu pour résultat une économie de 25 pour 100 sur le combustible sans qu'il se soit manifesté aucun inconvénient dans le fonctionnement de la machine; nous avons, en outre, entre les mains les témoignages les plus élogieux de plusieurs fabricants qui sont très-satisfaits d'avoir adopté ce système dans leurs usines.

Nous croyons devoir donner, en terminant, l'état des appareils placés par M. Petitpierre, en 1867 et en 1868, d'après sa déclaration, tant à des chaudières fixes qu'à une chaudière de bateaux.

		DÉPARTEMENTS.	NOMBRE d'usines.	FORCE en chevaux.
Appareils Petitpierre adaptés à des chaudières fixes.	en 1867. . .	Seine.	4	132
		Seine-Inférieure.	2	120
	en 1868. . .	Marne.	7	507
		Somme.	6	634
Id. à des chaudières de bateau. (Paris-Lille.)		Moselle.	1	8
	en 1867. . .	Seine-Nord. . .	1	50
			21	1451

Malgré ces applications pratiques, nous devons dire que les appareils surchauffeurs, si favorables qu'ils soient sous le rapport de la bonne utilisation du combustible, présentent, quelle que soit leur forme, un grave danger orsque leur action peut devenir trop énergique, et, en cette matière, il importe de rester toujours plutôt en deçà qu'au delà du but : il est absolument nécessaire que leur action puisse être réglée suivant chacune des allures de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

machine; employés avec discernement, ils peuvent cependant être utiles, particulièrement lorsque la vapeur doit effectuer un grand parcours avant d'arriver au cylindre, et c'est seulement dans ce cas qu'il nous est permis, quant à présent, de les recommander.

C'est en nous plaçant à ce point de vue que nous devons vous proposer, Messieurs, au nom de votre comité des arts mécaniques, de remercier M. Petitpierre de son intéressante communication et d'ordonner l'insertion de ce rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé VICTOR BOIS, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 *mai* 1869.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. ALCAN, *au nom des comités des arts mécaniques et chimiques, sur* L'APPLICATION DE LA FORCE CENTRIFUGE A LA FABRICATION DU VIN ET DU CIDRE, *par* M. LEDUC, *à Nantes.*

Messieurs, M. Leduc, manufacturier à Nantes, a imaginé de substituer l'action de la force centrifuge à celle de la pression pour exprimer le jus du raisin et des pommes. L'intérêt de cette substitution dépend évidemment des résultats du nouveau procédé, comparés à ceux obtenus par les moyens en usage; il fallait, par conséquent, traiter les fruits, au moment de leur récolte, par les deux méthodes en présence. Nous avons été chargés, M. Balard et moi, de cette expérimentation pendant l'automne dernier, et c'est au nom du comité des arts mécaniques que nous avons l'honneur de vous lire le rapport concernant cette mission spéciale.

Les points dont il était utile de se rendre compte étaient les suivants :

1° L'hydro-extracteur ou essoreuse, convenablement appliqué, peut-il épuiser les fruits aussi complétement de leur jus que les pressoirs généralement en usage?

2° La nouvelle manière d'opérer a-t-elle une influence particulière sur la qualité du liquide?

3° Son application présente-t-elle des avantages économiques ou quelques autres conséquences profitables aux industries agricoles?

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour le rendement en jus, on a essoré et pressé une quantité à peu près égale de fruits.

Avec le raisin l'opération a été pratiquée sur 713ᵏ,100 net. Les grains, écrasés entre deux cylindres en bois placés au bas d'une trémie, alimentaient l'appareil à force centrifuge; c'est-à-dire que les grappes, jetées dans le haut du vase en bois, venaient se faire écraser au bas en passant entre deux rouleaux cannelés, d'où elles se rendaient en fragments plus divisés dans la turbine, mise en mouvement lorsqu'elle était convenablement chargée.

L'essorage a été réitéré jusqu'à trois fois de suite sur la même partie pour épuiser entièrement le fruit.

Après une durée totale de deux heures, le marc, remarquablement tassé et comprimé, offrait l'apparence de briquette presque sèche.

Les résultats en poids ont été :

	Kilog.		P. 100.
Liquide ou vin doux.	564,300	ou	79,141
Marc.	144,200		20,214
Différence ou perte.	4,600		0,645
Total égal.	713,100		

Nous avons, immédiatement après, soumis 673 kilog. de raisin de la même vendange au pressoir (ancien système). L'action a duré près de dix-sept heures, et, pour que l'appareil rendît tout ce qu'il était susceptible de donner, on a employé sept hommes là où d'ordinaire on n'en met que trois. Les rendements ont été les suivants :

	Kilog.		P. 100.
Vin doux.	518	ou	77,086
Marc.	125		18,601
Perte.	30		4,313
Total égal.	673		

Ces chiffres offrent une légère contradiction. L'essorage donne 2,055 de liquide en plus que le pressage, et cependant on trouve une moindre quantité de marc dans cette dernière opération.

Si on rapproche ce fait de la perte bien plus considérable constatée dans l'ancien système, on est autorisé à conclure ce que nous avons d'ailleurs pu constater, qu'il y a eu une certaine quantité de liquide qui s'est perdue au pressoir; et on peut conclure que l'essoreuse est susceptible d'exprimer le jus des fruits au moins aussi bien et plus rapidement que ne le font les presses en usage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à la qualité du liquide, celui obtenu par le pressurage subit, en général, une altération par l'action excessive et prolongée, qui le fait filtrer à travers les résidus comprimés; la saveur et le goût vont en diminuant de pureté et de qualité à mesure que l'opération avance, à tel point que les dégustateurs compétents estiment la dépréciation résultant de ce fait de 15 à 20 francs par fût, c'est-à-dire que le vin du second fût vaudrait 15 à 20 francs de moins que celui du premier, si cette appréciation est exacte.

Par l'essorage, au contraire, les dernières gouttes ne paraissaient pas sensiblement différer de qualité des premières, c'est à peine si elles étaient un peu moins limpides; les personnes habituées à juger ces sortes de produits donnaient une valeur égale au jus résultant des diverses périodes du traitement. La qualité du vin de l'essorage paraît donc plus uniformément bonne que celle du liquide obtenu par le pressurage.

Par des circonstances indépendantes de la volonté de vos commissaires, les expériences sur les pommes n'ont pu avoir lieu d'une manière comparative. Ils n'ont pu les traiter que par la force centrifuge; 124 kilogrammes de pommes broyées ont rendu :

77 kilog.	de jus.	soit	62,09 pour 100.
46k,300	de marc.		37,33
0k,900	de perte.		0,58
124k,000			

Ces rapports doivent nécessairement varier dans la pratique avec la nature de la matière première et les soins apportés à la fabrication du cidre; mais il résulte de nos renseignements que ces rendements sont avantageux, eu égard au fruit sur lequel nous avons agi. Dans les deux cas, pour le cidre comme pour le vin, il y a une grande simplicité de travail et une diminution considérable dans la durée de l'opération. Mais, pour que l'appareil soit aussi efficace dans le traitement des pommes que dans celui du raisin, il faut éviter de laisser les trous se boucher par les fragments du fruit. Il suffit, à cet effet, d'y mélanger des brins de paille; la force centrifuge, en chassant ceux-ci contre les parois du récipient, leur fait remplir les fonctions de barreaux de grille et empêche l'obstruction des orifices. L'adjonction de la paille peut également avoir son utilité dans l'essorage du raisin et hâter l'extraction du jus.

Il résulte pour nous des expériences précédentes que l'agriculture a désormais à sa disposition un moyen nouveau pour fabriquer le cidre et le vin, lequel paraît particulièrement avantageux pour les contrées qui se livrent à la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

production des vins blancs; or on sait que ceux-ci doivent fermenter sans marc. Pour se prononcer d'une manière définitive et tout à fait précise sur la valeur relative de l'essorage, il nous faudrait des éléments et une compétence qui nous font défaut. Nous nous bornerons, par conséquent, à mettre en regard les éléments de la question, telle qu'elle se présente dans l'état actuel des choses : d'une part, la manière générale d'opérer, consistant dans la *cueillette* du raisin, le *portage*, le *pressurage gradué*, toujours fort long, la *coupe* et la *recoupe* du marc, suivies d'une *nouvelle pression*, enfin le *remplissage* et le *transport* des fûts dans le cellier; d'autre part, l'emploi de la force centrifuge avec laquelle le raisin peut passer immédiatement dans l'essoreuse et fournir directement le liquide aux fûts. On peut, de cette façon, épuiser, en moyenne, 3 hectolitres de raisin en vingt-cinq minutes, en tirer un profit d'autant plus sûr que le raisin est pris dans toute sa fraîcheur, sans avoir subi aucune espèce de déchet, et transporter aussitôt le vin en futaille sur place, c'est-à-dire économiser, non-seulement un temps et des espaces considérables, mais les opérations intermédiaires dont il vient d'être question, ce qui permet de ne transporter que le produit ayant une valeur, et de laisser sur place ceux dont on ne tire aucun parti dans les localités dont nous parlons, et qui sont comprimés pour servir de nourriture aux bestiaux.

Quant à la dépense de force motrice nécessaire pour imprimer à l'essoreuse un millier de tours à la minute, trois chevaux sont plus que suffisants. Nous ne pensons pas que les frais de combustible, et l'intérêt de l'argent pour l'achat et l'entretien de la turbine et de la machine motrice, atteignent à la somme des dépenses occasionnées actuellement par la main-d'œuvre, l'intérêt et l'amortissement du matériel en usage; et lors même que ces charges seraient égales dans les deux procédés, le nouveau paraît encore offrir des éléments avantageux sur l'ancien.

Ces éléments deviendront surtout évidents avec l'appropriation, de plus en plus convenable, de l'essoreuse à son nouvel usage. Déjà M. Leduc a songé à des modifications de détails et à une organisation spéciale dans le but de propager son procédé dans les conditions les plus économiques.

Si donc, comme tout nous permet de le supposer, les opérations en grand viennent confirmer les résultats que nous venons de rapporter, l'agriculture serait bientôt en possession d'un moyen destiné à rendre à la fabrication du vin et du cidre des services analogues à ceux des machines à battre, et qui, comme celles-ci, pourrait utiliser la locomobile.

L'application si simple et si ingénieuse de la substitution de la force centri-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fuge à l'action du pressoir, que M. Leduc a fait breveter, nous paraît, par conséquent, réaliser un progrès digne d'être propagé; nous vous proposons, en conséquence, Messieurs, de remercier cet industriel de sa communication intéressante, et d'ordonner l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin*.

Signé ALCAN, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 28 *mai* 1869.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. Henri BOUILHET, *au nom du comité des arts économiques, sur le* RÉCHAUD A FLAMME FORCÉE *présenté par* M. LANG, *à Charonne-Paris*.

Messieurs, la lampe à alcool que M. Lang a fait breveter sous le nom de *réchaud à flamme forcée* et qu'il a présentée à l'examen de notre Société, est du nombre de ces petits appareils qui, sous une apparence modeste, rendent cependant de véritables services dans la vie domestique, lorsqu'ils sont heureusement combinés et bien appropriés à des usages dont nous avons tous pu, de près ou de loin, constater l'importance.

Qui n'a souvent, en effet, cherché à se procurer immédiatement, sûrement et à peu de frais la cuisson rapide d'un aliment, la confection d'une boisson aromatique ou simplement de l'eau bouillante? Le touriste dans ses voyages, le malade dans sa chambre, l'artisan même dans son modeste intérieur apprécieront, nous en sommes convaincus, les services que le réchaud à flamme forcée de M. Lang est appelé à leur rendre.

Non-seulement l'utilité pratique de cet appareil, mais encore le bon marché de sa fabrication, la simplicité de sa construction et de son entretien, la sécurité qu'il présente nous ont semblé dignes de fixer l'attention de la Société.

Le principe de la construction de ce réchaud repose sur la combustion de l'alcool réduit en vapeur par son échauffement au contact d'une autre flamme, et sur la propriété qu'ont les flammes très-divisées de brûler plus complétement au contact de l'air qui les entoure, et de donner un rendement plus considérable pour un même poids de combustible dépensé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il se compose essentiellement d'un récipient cylindrique en fer-blanc d'une grande stabilité, percé, à sa partie supérieure, d'un orifice de 2 centimètres de diamètre, destiné à recevoir le porte-mèche qui peut entrer et sortir librement. Trois supports disposés pour recevoir les vases que l'on veut échauffer sont soudés sur le dessus du réchaud; un manche et un couvercle à vis complètent ce petit appareil.

Le porte-mèche, qui est la partie ingénieusement combinée de ce réchaud, est formé par un tube de cuivre embouti, sans soudure, complétement ouvert d'un côté, fermé de l'autre, mais percé, à sa partie supérieure, d'une couronne de trous très-fins. Une douille en fer-blanc est soudée à la base sur la moitié de sa longueur.

Deux mèches sont nécessaires : la première, roulée sur elle-même, remplit toute la capacité du tube et s'arrête à 1 centimètre des trous en couronne; la seconde moitié, moins haute, est enfilée sur la douille de fer-blanc et ne dépasse le dessus du réchaud que de 1 ou 2 millimètres.

Lorsque la mèche extérieure est allumée, la flamme produite lèche verticalement le tube supérieur, élève rapidement la température de l'alcool contenu dans la mèche intérieure et détermine sa volatilisation. Des jets enflammés s'échappent horizontalement avec force par les trous supérieurs du porte-mèche et forment une flamme rayonnante, très-large, parfaitement disposée pour échauffer une surface horizontale. Pour modérer la chaleur il suffit de souffler la flamme verticale, et la flamme horizontale continue à brûler plus doucement.

La disposition du porte-mèche rend cet appareil inexplosible et le dispense de l'emploi de la soupape de sûreté, nécessaire sur les éolipyles ordinaires. De plus l'éloignement de la flamme du récipient empêche l'échauffement trop rapide et diminue les chances d'inflammation spontanée du réservoir.

Dans le cas même où une obstruction viendrait à se produire et déterminerait une explosion, la mobilité du porte-mèche qui peut entrer et sortir librement en rendrait les conséquences moins dangereuses.

Pour parer, du reste, à ces inconvénients, M. Lang a imaginé de souder dans l'intérieur du tube un arrêt qui, placé à 1 centimètre des trous en couronne, empêche la mèche intérieure de remonter et laisse parfaitement libre la chambre supérieure où l'alcool se réduit en vapeur avant de s'enflammer.

L'expérience nous a prouvé que l'on pouvait porter 1 litre d'eau de 15° à l'ébullition en sept minutes en ne dépensant que 26 grammes d'alcool, tandis que pour obtenir le même résultat avec une lampe ordinaire à alcool il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fallait un quart d'heure et 39 grammes d'alcool. L'appareil de M. Lang présente donc une économie d'au moins 40 pour 100 dans son emploi.

En outre des usages domestiques que nous avons cités et auxquels son réchaud convient parfaitement, M. Lang a utilisé la même disposition pour faire une lampe à souder très-portative et moins dangereuse que les éolipyles ordinaires. Elle ne produit pas, à vrai dire, autant de chaleur que la lampe employée par les plombiers, mais elle peut cependant être utilisée dans bien des cas, surtout lorsqu'on veut échauffer un point déterminé d'un accès difficile.

Approprié aux usages de l'atelier et du laboratoire, cet appareil d'un prix modique, car il ne coûte que 2ᶠ,50 à 3ᶠ,50 suivant les dimensions, pourrait rendre de grands services, nous en sommes convaincus. Déjà il est entré dans la consommation d'une manière notable et, depuis l'année dernière, M. Lang n'en a pas livré moins de 2500 au commerce.

Ce sont ces considérations qui ont appelé notre attention sur le *réchaud à flamme forcée* de M. Lang, et qui ont engagé votre comité des arts économiques à vous proposer :

De remercier M. Lang de sa communication;

D'insérer le présent rapport au *Bulletin* avec le dessin de l'appareil

Signé Henri Bouilhet, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 11 décembre 1868.

LÉGENDE RELATIVE AU RÉCHAUD A FLAMME FORCÉE DE M. LANG.

La figure d'autre part (p. 468) représente une section verticale partielle de l'appareil.

a, récipient en fer-blanc, fermé en dessus et en dessous, et muni d'un double fond.

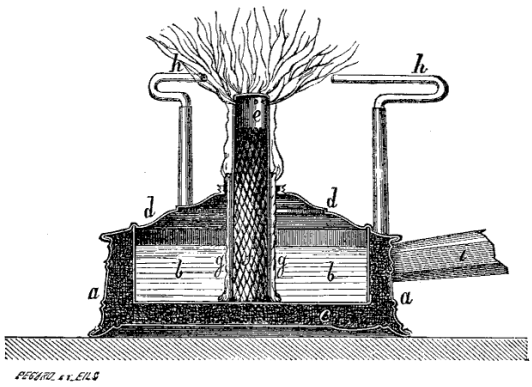
b, alcool contenu dans le récipient.

c, plombs en grains placés dans le double fond du récipient pour donner de la stabilité à l'appareil.

d, couvercle bombé, soudé au récipient et muni à son centre d'une ouverture recevant le porte-mèche *e*; c'est par cette ouverture qu'on introduit l'alcool avant de mettre le porte-mèche.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

e, porte-mèche cylindrique, pouvant entrer et sortir librement dans l'ouverture du couvercle *d*, et descendant jusqu'au fond du récipient *a*; il est entièrement ouvert par le bas et fermé par le haut, au moyen d'une petite calotte plate, autour de laquelle on a percé une série de petits trous que la figure indique.



f, mèche intérieure du cylindre *e*.

g, mèche extérieure dudit cylindre.

h, supports, au nombre de trois, soudés autour du récipient pour recevoir les vases à chauffer. (La section de la figure ne permet d'en voir que deux.)

i, manche de l'appareil.

L'ouverture du couvercle *d*, par laquelle est introduit le porte-mèche, est munie, à sa circonférence, d'une bague filetée sur laquelle se visse une coiffe conique en fer-blanc pour enfermer le porte-mèche.

(M.)

AGRICULTURE.

Rapport *fait par* M. Chatin, *au nom du comité d'agriculture, sur les* conditions de la production truffière *et sur les procédés de culture de* M. Rousseau, *à Carpentras.* (*Fin.*) (1)

§ 13. — *Statistique de la production truffière. — Commerce.*

Ce n'est pas chose facile que d'établir la statistique de la production truffière. Les éléments n'en existent nulle part réunis. Les préfets, de qui j'attendais des documents, grâce à l'intervention éclairée du Ministre de l'agriculture et du commerce, n'avaient

(1) Voir les cahiers de mars 1869, p. 163, avril, p. 224, et juin, p. 369.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rien dans leurs archives; quelques-uns ont pu obtenir des administrations des diligences ou des chemins de fer, des bureaux d'octroi, un certain nombre de documents, mais très-incomplets. Quant à tout ce qui ne prend pas la voie des grands établissements de transport ou n'est pas soumis à l'octroi, à tout ce qui se consomme dans les localités truffières ou leur voisinage immédiat, rien, absolument rien.

Les Sociétés d'agriculture et les Comices agricoles, bien placés pour établir les statistiques locales, l'ont généralement négligé; cependant je dois beaucoup à ces sociétés, et ce que j'en ai obtenu donne la certitude que c'est par elles qu'on pourra un jour avoir les renseignements les plus exacts sur la production truffière.

Un grand nombre de particuliers, amateurs, propriétaires, négociants en truffes, m'ont donné des indications généralement précises pour les localités qu'ils habitent.

C'est avec les multiples renseignements, puisés à toutes les sources, et contrôlés les uns par les autres, que j'établis les chiffres suivants, qu'on peut regarder comme approchant de la vérité.

J'attribue aux truffes une valeur moyenne de 10 francs le kilogramme (1).

Estimer qu'un pays produit pour 100 000 francs de truffes revient donc à dire que la récolte faite dans ce pays est d'environ 10 000 kilog.

Il est clair que, dans cette appréciation du prix des truffes, il ne peut être question que des prix de première main, souvent doublés par le commerce, triplés ou quadruplés par la consommation.

J'énumère les départements, non par ordre d'importance, mais dans l'ordre alphabétique, plus facile pour les recherches, et non sujet à varier comme le premier.

AIN. — Marchés à Bellay, Bourg et Nantua; expéditions sur Lyon et Genève.	75 000
ALPES (Basses-).— Le département est une vaste truffière; marchés importants à Digne, Manosque, Montagnac, Castellane, Sisteron, Forcalquier et Valensole; expéditions dans toute la France et à l'étranger.	3 000 000
ALPES (Hautes-).— Marchés de peu d'importance, alimentant Gap et quelques autres lieux. Les principales truffières sont vers Laragne, Orpierre et Ribiers.	25 000
ALPES (Maritimes). — Production évaluée à.	60 000
ARDÈCHE. — Marchés à Privas, Aubenas, Rochemaure, Bourg-Saint-Andéol, l'Argentière, etc.; production s'étendant entre le Rhône et le massif granitique qui se relie au plateau central; les truffes de Saint-Vincent de Barrès sont très-estimées.	250 000
ARIÉGE. — Les truffes n'y sont pas rares, mais leur recherche est négligée en beaucoup d'endroits.	50 000
AUBE. — Dans ce département, comme dans tous ceux du nord et du nord-est, un grand nombre de terres calcaires presque stériles seraient propres à la culture de la truffe. La récolte actuelle, composée exclusivement (?) de truffes blanches d'été et de	

(1) Cette valeur, quelquefois de 4 à 5 francs seulement quand on traite directement avec les paysans, est ordinairement de 25 à 30 francs à Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

truffes rousses auxquelles serait avantageusement substituée la vraie truffe noire à l'aide de semis de glands truffiers du Chêne pubescent, est évaluée à. 50 000

Aude. — Peu de truffes. 5 000

Aveyron. — Marché important à Villefranche, puis à Rodez, Severac, Milhau, Saint-Affrique. Les truffières manquent dans la contrée granitique qui s'étend au sud de Rodez. 400 000

Charente. — Grands marchés à Ruffec et Angoulême; truffes plus rares au sud et à l'ouest d'Angoulême, où la craie verte remplace les formations jurassiques. 400 000

Charente-Inférieure. — Centres principaux à la Rochelle et à Saint-Jean-d'Angély. 100 000

Cher. — Produit surtout des truffes sur le massif jurassique qui s'étend de Bourges et Dun-le-Roi à la Loire. La culture de la truffe peut y être très-développée. 20 000

Corrèze. — Commerce assez important à Brives, où les truffes sont apportées des frontières ouest et sud du département, formées de calcaires jurassiques bordant les roches cristallisées du plateau central. 150 000

Côte-d'Or. — Centres truffiers à Châtillon, Montbard, Semur, Vitteaux : truffes rares au sud et à l'ouest de Dijon, sur les formations tertiaires. La production, susceptible d'un grand accroissement, est d'environ. 100 000

Dordogne. — Cette contrée classique des truffes compte d'importants marchés à Périgueux (1), Sarlat, Terrasson, Bergerac, Ribérac, Thénon, Salignac, Brantôme, ainsi qu'à Excideuil, Thiviers et Nontron, pays au nord desquels commencent les granites et disparaissent les truffes. La production, nullement favorisée par la culture, paraît être d'environ. 1 200 000

La production de la Dordogne, à peine égale à celle de la Drôme, est de beaucoup dépassée par le Lot, le Vaucluse et les Basses-Alpes.

On cite Brantôme comme produisant beaucoup de truffes musquées, remplacées à Saint-Georges par des truffes blanches.

Drôme.—Importante région truffière, ayant des marchés à Nyons, Grignan (2),Crest (3), Die, le Buis, Saint-Jean, Dieu-le-fit, Romans, Valence et Montélimart. 1 200 000

Eure. — Quelques truffes ont été trouvées dans ce département, vers Gaillon, Gisors, Vernon et les Andelys.

Gard. — La production truffière a surtout quelque importance vers Saint-Hippolyte, Anduze et Alais, où une bande jurassique borde les formations granitiques descendant de la Lozère. La culture des truffes pourrait être développée beaucoup dans les garigues du Gard. 50 000

Garonne (Haute-). — Les truffes que Toulouse emploie en si grande quantité pour ses délicieux pâtés de foie gras ne sont pas produites par le département de la Haute-Ga-

---

(1) M. La Salvetat, négociant à Périgueux, emploie annuellement 2500 kilog. de truffes en conserves et 1250 kilog. à truffer des volailles.

(2) Les marchés de Grignan sont fréquemment approvisionnés par 600 à 800 kilog. de truffes, qui s'y vendaient en 1867-1868 seulement 6 à 7 fr. le kilogramme, tandis qu'en 1866-1867 le prix se maintint, en moyenne, à 18 fr. — La richesse des truffières des bois de Montmeyran, entre Valence et Crest, et de ceux de Mirabel-en-Baronnie, est proverbiale.

(3) La maison Félix Périer, de Crest, fait un commerce de truffes très-considérable.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ronne, à l'exception de celles que fournissent un certain nombre de localités voisines du Gers, du Tarn, du Tarn-et-Garonne, et dont la valeur peut être estimée à. . . . 30 000

C'est de Cahors et de Villefranche-d'Aveyron que Toulouse tire la plupart de ses truffes. Cependant on trouve à Saint-Martory, près de Saint-Gaudens, de grosses truffes blanches qui paraissent devoir être rapportées à la truffe de Piémont (*Tuber magnatum*).

GIRONDE. — Ce département, à sol tertiaire comme celui de la Haute-Garonne, mais, en général, pliocène et non miocène, a une production truffière peu considérable, évaluée à. 20 000

HÉRAULT. — Un commerce assez important de truffes se fait à Gignac où une seule maison (1) vend pour 80 000 fr. de truffes chaque année. Quelques truffières existent aussi à Clermont, à Bédarieux, au nord, à l'ouest et au sud de Lodève. La production de l'Hérault ne dépasse pas. 150 000

INDRE. — On trouve quelques truffes aux environs du Blanc (dans la propriété même de M. Chevet), de la Châtre et d'Issoudun, soit. 5 000

Les terres calcaires du département se prêteraient bien à de grandes cultures truffières (2).

INDRE-ET-LOIRE. — De quelque importance dans l'ouest du département (marchés à Richelieu, Chinon, Ile-Bouchard, Sainte-Maure, Loches et Tours), la production truffière suffit à la consommation de ce dernier, et peut être portée à. 60 000

Richelieu, qui, il est vrai, tire beaucoup de truffes des environs de Loudun, fait des expéditions sur Paris (3).

ISÈRE. — Truffes un peu partout (excepté sur les hauteurs de l'Oisans et du Vercors), mais principalement vers Saint-Bonnet, Saint-Étienne-du-Mont, Saint-Hilaire, Saint-Lattier, Pont-en-Royans, Tullins, Veurey, Sassenage, Voiron, la Buisse, etc., mais pas de marchés de quelque importance ; extension possible de la culture, principalement sur le diluvium des collines et dans les parties basses de la bande néocomienne qui remonte du Vercors vers la Grande-Chartreuse. 40 000

JURA. — Production susceptible d'être fort développée ; petits marchés à Poligny, Arbois, Lons-le-Saunier, Arinthod, Saint-Amour, etc. 50 000

LOIR-ET-CHER. — Quelques truffes ont été trouvées aux environs de Blois et de Vendôme.

LOIRET. — On a signalé des truffes vers Montargis, Châtillon-sur-Loing et Gien. . . . 1 000

---

(1) Maison Boyer et Heill, qui a fourni aux analyses de M. Payen.

(2) Nul doute que le succès des truffières ne fût certain sur toute la large bande jurassique qui, venant de la Charente-Inférieure, traverse le Poitou, le Berry, par le Blanc, la Châtre, Châteauroux, Issoudun, Bourges, Dun-le-Roi, Villequiers, et se relie par le Nivernais aux grandes formations de la Bourgogne, de la Champagne, de la Franche Comté et de la Lorraine.

(3) M. Bridel, pharmacien à Chinon, cite comme ayant de riches truffières : à Lazille, les bois de MM. Tartereau et Mauny-André, puis ceux de MM. Maupion et Grosset-Palla à Richelieu, de M. de Caugny (à la Grille) et de Marcé (aux Fontenoles), à Chinon.—Je note, à propos des truffes, qu'un excellent champignon, l'*Agaricus Eryngii*, auquel quelques personnes attribuent un peu de l'arome de celles-là, est abondant en octobre au marché de Tours, où on le nomme *oreille, escoudelle*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LOT. — Ce département n'est qu'une vaste et riche truffière. Très-grand marché à Cahors (1); marchés encore importants à Gourdon, Figeac, Gramat, Martel, Souillac, Capdenac, Castelnau, Villeneuve, surtout à Limognes et à l'Albenque. Ici, comme dans la Dordogne, la culture proprement dite de la truffe, jusqu'à ce jour inconnue, ajouterait à la production naturelle qui paraît se chiffrer cependant par une somme d'à peu près. 3 000 000

LOT-ET-GARONNE. — Voici un département qui, bien qu'intégralement renfermé dans le bassin tertiaire d'Aquitaine, compte de nombreuses truffières sur ses collines calcaires. Commerce principal des truffes à Nérac, Agen et Villeneuve, Laroque, Villeréal et Castillon, environ. 300 000

LOZÈRE. — Production truffière assez importante dans l'enclave jurassique comprise entre Mende et Marvéjols au nord, Meyrueis au sud, Florac à l'est, Massegros à l'ouest. 60 000

MAINE-ET-LOIRE. — Quelques truffes ont été trouvées vers Doué, Montreuil, Belley et Fontevrault. Des cultures seraient entreprises avec succès, pensons-nous, sur les régions calcaires du département. . . . . .

MARNE. — On signale des truffes vers Reims, Épernay, Sézanne et Sainte-Menehould; soit environ pour. 1 000

MARNE (HAUTE-). — Des truffes existant dans presque tout le département, mais principalement dans sa moitié sud. M. A. Passy dit que la seule commune de Richebourg, sur la route d'Arc-en-Barrois à Chaumont-en-Bessigny, compte trente truffiers. Le commerce exporte sur Nancy, Strasbourg, Dijon, etc. (2). 100 000

MEURTHE. — Les truffes ne sont pas rares dans la Meurthe, pays essentiellement jurassique, comme la Haute-Marne, et appelé aussi à une grande production truffière. . . 20 000

MEUSE. — Encore un pays qui produit des truffes (surtout vers Gondrecourt, Vaucouleurs, Commercy, Bar-le-Duc, et qui pourrait en avoir vingt fois plus. 30 000

MOSELLE. — On y trouve quelques truffes, probablement la truffe rousse (la meilleure après la truffe noire), comme dans les départements voisins. 3 000

NIÈVRE. — Un certain commerce de truffes se fait de Nevers à Clamecy, à la Charité, etc.; on peut l'évaluer au plus à. 100 000

Ici encore la trufficulture peut décupler la production actuelle.

PYRÉNÉES (HAUTES-). — On signale des truffes entre Lourdes et Bigorre. 1 000

PYRÉNÉES-ORIENTALES. — Suivant ce que m'a rapporté un chimiste distingué, M. le professeur Bouis, il existerait des truffes à Montferret, près d'Amélie-les-Bains, dans des bois de Châtaignier à terre rouge assez forte. La nature géologique du sol s'oppose ici à l'extension des truffières. 1 000

RHÔNE. — Quelques truffes sont récoltées aux environs de Villefranche, etc. 1 000

RHÔNE (BOUCHES-DU-). — Production truffière assez importante au nord du département vers Peyrolles et Lambèse. 200 000

---

(1) J'ai vu arriver au marché de Cahors des voitures chargées de grands sacs de truffes; comme ailleurs, elles le sont de pommes de terre ou de céréales. La région Ouest (jurassique) du département est de beaucoup la plus riche en truffes.

(2) La truffe prise dans la Haute-Marne pour la vraie truffe noire est le *Tuber rufum*, suivant MM. Passy et Tulasne. En été on récolte beaucoup de truffes blanches. La truffe noire serait avantageusement introduite dans ce département.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SAÔNE (HAUTE-). — Truffes à Gray, Vesoul, Port sur-Saône, etc. 25 000

SAÔNE-ET-LOIRE. — Centres truffiers de Mâcon à Tournus, à Cluny et à Charolles. . . 20 000

Culture susceptible de grands développements dans toute la région calcaire du département.

SAVOIE.—Truffières assez communes de Montmeillan à Chambéry, dans la basse Maurienne, etc. 15 000

SAVOIE (HAUTE-). — On récolte quelques truffes dans la basse Tarentaise, ainsi qu'aux environs de Rumilly et d'Annecy. 5 000

SEINE. — Des truffes (de vraies truffes noires?) ont été trouvées au bois de Vincennes et de Meudon. Trattinick assure qu'elles étaient autrefois si communes dans le parc de Villetaneuse, près Saint-Denis, que le droit à la récolte fut affermé, en 1764, pour le prix de 250 francs, plus 10 livres de truffes. . . . . .

SEINE-ET-MARNE. — Dupetit-Thouars signale la truffe à Vaux-Praslin. . . . . .

SEINE-ET-OISE. — Des truffes ont été trouvées en assez grande quantité aux environs de Magny et d'Étampes. A 1 kilomètre de cette dernière ville (qui compte six truffiers) est la propriété de Vauroux, appartenant à M. Laporte, où depuis quinze ans on fait de bonnes récoltes de truffes blanches en été, de truffes noires en hiver (1). 3 000

SÈVRES (DEUX-). — La production truffière est assez abondante aux environs de Sauzé qui se relie par Civray aux truffières du sud de la Vienne, de Moncontour et de Thouars, localités à peine séparées du Loudunois. On trouve aussi quelques truffes vers Niort, Mille, et à Couhé, canton de Lézay. 15 000

TARN. — Des truffes existent dans à peu près toute la portion du département placée à l'ouest d'une ligne nord-sud passant par Alby, et ayant pour marchés, avec Alby, Réalmont, Castres, Puylaurens, Lavaur, Gaillac, etc. La récolte, très-négligée, produit à peine. 100 000

TARN-ET-GARONNE. — Les truffières sont le plus communes au nord et à l'est du département; les marchés principaux sont Montauban, Moissac, Saint-Antonin, Montpezat, Puy-la-Roque. 80 000

VAR.— De riches truffières existent vers les frontières des Basses-Alpes et de Vaucluse, notamment vers Quinson, Brignoles, Ruez et Rianz. Assez souvent visitées par les rabassiers de Montagnac, de Castellane, et même par ceux venus de la Drôme, les truffières du Var sont estimées produire environ. 200 000

VAUCLUSE.—Quoique recouvert presque entièrement de formations tertiaires, ce département n'est, comme les Basses-Alpes et le Lot, qu'une vaste truffière. Après Carpentras et Apt, ses grands marchés de truffes, on peut citer : au nord, Malaucène, (dont le canton produit seul pour 200 000 francs de truffes), Orange, Valréas, Sault; au midi, Cadenet, Perthuis, la Bastide. On peut mentionner, parmi les communes possédant les bois truffiers les plus productifs, Venasque, le Beausset, la Roque, Saint-Didier-Valleron, Jouquières, Mazan, Villes, Mormoiron, Nessan, Méthamis dans l'arrondissement de Carpentras; Roussillon, Gordes, Saint-Saturnin, Lioux, Saumane, Rustrel, Vaucluse, Villars pour l'arrondissement d'Apt (2).

---

(1) Le père Dutruit, l'un des principaux truffiers d'Étampes, possédait un si bon chien (pour chercher les truffes), qu'il lui fut acheté au prix de 500 francs.

(2) L'arrondissement d'Avignon est relativement pauvre en truffes, dont il produirait à peine pour 100,000 francs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est autour des trois massifs montagneux, le Ventoux au nord, le Vaucluse au centre, le Luberon au sud, que sont placées les truffières les plus nombreuses.

On estime que le commerce de la truffe, d'environ **2 000 000** pour Carpentras (1), **1 500 000** pour Apt, est pour le département d'environ. **3 800 000**

L'arrondissement d'Avignon n'entre dans ce chiffre que pour environ **100 000** fr. C'est dans Vaucluse qu'ont été créées les premières cultures proprement dites en vue de la truffe; c'est là aussi qu'aurait été faite pour la première fois, dans le Ventoux, l'observation de l'avantage qu'offrent les glands truffiers. Suivant M. Loubet, les plantations faites avec le gland truffier à Carpentras par M. Rousseau donneraient un produit annuel de **800** kilog. par hectare.

VIENNE. — Parmi les départements du centre, la Vienne occupe le premier rang pour la production truffière, dont les localités principales sont, après le Loudunois au nord et Civray au sud, Moncontour, l'Encloitre (où M. Tulasne a fait ses belles études sur la truffe), Chauvigny, Saint-Savin, Lenteigne, Montmorillon. Les peuplements de Chêne en vue de la production truffière, depuis longtemps pratiqués aux environs de Loudun, y prennent depuis quelques années une grande extension (2); que la Vienne multiplie plus encore ses boisements truffiers, qu'elle espace davantage les lignes, cultive mieux les jeunes plantations, renonce au recepage des arbres truffiers, et la production, qui est aujourd'hui de. **250 000**
environ, sera, dans douze ou quinze ans, d'un million, sans compter la richesse créée par la production forestière dans ses maigres galuches (3).

YONNE. — Des centres truffiers de quelque importance existent vers Tonnerre, Châtel-Girard, Noyers, Vermanton, Coulanges-la-Vineuse, et dans le Sénonois, vers Saint-Maurice, aux Riches-Hommes, Villeneuve-le-Guyard et Thorigny (4). Susceptible d'être beaucoup accrue, la production truffière est d'environ. **60 000**

Récapitulation de la production truffière par départements.

Ain.	75 000	Ardèche.	250 000
Alpes (Basses-).	3 000 000	Ariége.	50 000
Alpes (Hautes-).	25 000	Aube.	50 000
Alpes-Maritimes.	60 000	Aude.	5 000

---

(1) Les truffes arrivent souvent à Carpentras le vendredi (jour de marché) et le samedi par chargements de **30** à **40** quintaux. Il en est de même à Apt.

(2) Les communes de Beuxe et de Saint-Marcel produisent chacune à peu près pour **30000** francs de truffes. Le principal commerce de truffes du Loudunois est fait par MM. Faret, à Marigny, près Richelieu, Gavon, à Richelieu, Bertrand et Pétillon, à Chinon.

(3) Mon ami M. le professeur Guitteau, conservateur du musée de Poitiers, a fort bien représenté, dans une carte qu'il m'a adressée, la répartition des truffières en Poitou. Cette carte et le mémoire annexé m'ont été fort utiles; il est à désirer que leur savant auteur en fasse la publication.

(4) Est-ce la truffe rousse ou la truffe noire? Celle-là probablement. Quoi qu'il en soit, la truffe de Thorigny était envoyée à Paris, il y a quelques années, par un truffier qui fut assassiné un jour qu'il rentrait chez lui, porteur d'une somme de **1600** francs, solde de sa récolte.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Aveyron	400 000	Marne (Haute-)	100 000
Charente	400 000	Meurthe	20 000
Charente-Inférieure	100 000	Meuse	30 000
Cher	20 000	Moselle	3 000
Corrèze	150 000	Nièvre	100 000
Côte-d'Or	100 000	Pyrénées (Hautes-)	1 000
Dordogne	1 200 000	Pyrénées-Orientales	1 000
Drôme	1 200 000	Rhône	1 000
Eure	Mémoire.	Rhône (Bouches-du-)	200 000
Gard	50 000	Saône (Haute-)	25 000
Garonne (Haute-)	30 000	Saône-et-Loire	20 000
Gironde	20 000	Savoie	15 000
Hérault	150 000	Savoie (Haute-)	5 000
Indre	5 000	Seine	Mémoire.
Indre-et-Loire	60 000	Seine-et-Marne	Mémoire.
Isère	40 000	Seine-et-Oise	3 000
Jura	50 000	Sèvres (Deux-)	15 000
Loiret	1 000	Tarn	100 000
Lot	3 000 000	Tarn-et-Garonne	80 000
Lot-et-Garonne	300 000	Var	200 000
Lozère	60 000	Vaucluse	3 800 000
Maine-et-Loire	Mémoire.	Vienne	250 000
Marne	1 000	Yonne	60 000

Soit un total d'environ 15 881 000 francs, représentant 1 588 000 kilogrammes, et répartis entre plus de cinquante départements.

Je ferai remarquer que la truffe, évaluée ici à 10 francs le kilogramme, vaut cet hiver, à Paris, de 24 francs à 36 francs le kilogramme; la très-grosse truffe, 40 francs.

Le commerce français a exporté :

En 1865, 57 334 kilogrammes de truffes fraîches ou conservées;

En 1866, plus de 60 000 kilogrammes;

En 1867, 70 000 kilogrammes, qui, au prix moyen de 20 francs, font une somme de 1 400 000 francs (1). La Russie, l'Angleterre et l'Amérique sont nos principaux marchés à l'étranger.

La maison Rousseau, de Carpentras, qui, en 1832, n'avait expédié que 9 000 kilogrammes de truffes, en livrait, en 1866, 54 500 kilogrammes, représentant, au prix de 20 francs (moyenne du prix de cette année-là), 1 090 000 francs. Or, les maisons

---

(1) L'exportation des conserves de champignons a été, en 1865, de 86 356 kilog., qui, à 3 fr., représentent environ 260 000 fr.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bonfils, Chauvin, et Baudouin, aussi de Carpentras, font chacune aussi des affaires considérables.

L'histoire du petit village de Montagnac, perdu sur un plateau des Basses-Alpes, démontre par des faits éloquents quelle source de richesse possèdent les contrées truffières (et le nombre en est grand) quand des hommes intelligents prennent à cœur de faire rechercher les productions naturelles, d'y ajouter par la culture, et d'ouvrir des débouchés aux produits.

Il y a vingt-cinq ans, quand M. Martin-Ravel fixa sa résidence à Montagnac, avec l'intention de s'y occuper du commerce de la truffe, on ne comptait dans ce village, l'un des plus pauvres de la contrée, que deux individus récoltant des truffes qu'ils allaient vendre au marché de Riez ; heureux quand leur campagne d'hiver avait produit 150 ou 200 francs. M. Ravel, homme d'initiative et d'intelligence, se fut bientôt créé une clientèle dans le commerce de Paris, de Strasbourg, de Marseille, en Turquie, en Amérique, en Russie (1), etc. Il acheta sur place tout ce que les rabassiers récoltaient, leur donnant un prix double de celui qu'ils trouvaient à Riez. Les rabassiers, ainsi encouragés, se multiplièrent, et aujourd'hui le village de Montagnac ne compte pas moins de soixante-dix chercheurs de truffes sur une population qui ne dépasse pas 600 habitants.

L'aisance, on le comprend, est générale, chaque rabassier gagnant de 1 200 à 3 000 fr. dans une saison qui est ordinairement celle du chômage (2).

La production naturelle étant devenue insuffisante, M. Martin-Ravel a fait de belles plantations truffières, à l'instar de celles de Carpentras, et entraînant ses voisins par sa parole convaincue en même temps qu'il présentait les résultats si rémunérateurs de ses cultures, il a provoqué d'immenses semis de glands truffiers qui bientôt ajouteront encore à la richesse de la contrée.

Ce qui précède montre que le commerce des truffes, qui date seulement de l'année 1770, est déjà important; qu'il tend à se développer de plus en plus, et à sortir des limites que lui fixe une production jusqu'ici abandonnée (surtout dans le classique Périgord) aux seules forces de la nature.

C'est aux propriétaires des sols calcaires qu'il appartient aujourd'hui de lui donner une extension nouvelle en faisant, suivant les enseignements de l'expérience, des plantations de chênes truffiers qui ajouteront d'autant plus à leurs revenus qu'ils n'y consacreront que leurs terres les plus maigres. Qu'ils ne se laissent pas arrêter par la crainte de la dépréciation des produits; la France est destinée, par la nature de son sol

---

(1) Les plus belles truffes vont à Saint-Pétersbourg.

(2) Il est expédié annuellement du petit village de Montagnac pour 200 000 à 250 000 fr. de truffes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et de son climat, à garder le monopole de la truffe sur le marché du monde, et à vendre ce délicieux produit à un prix largement rémunérateur, quel que soit le développement donné à sa culture.

D'ailleurs, en créant des truffières, on opère le reboisement, cette grande œuvre de réparation à laquelle sont conviées, par leurs plus grands intérêts, les générations de notre siècle.

A l'œuvre donc, grands et petits propriétaires des garigues du Midi, des galuches du Centre, des friches calcaires de l'Est et de l'Ouest, semez des glands (truffiers) et vous récolterez des truffes tout en créant des richesses forestières.

§ 14. — *Qualités marchandes de la truffe.*

La truffe noire, par rapport à laquelle les autres espèces (truffes rousse, musquée, blanche du Piémont (1), blanche d'été, blanche d'hiver, etc.) sont comme les métaux grossiers par rapport à l'or, n'est cependant pas toujours pareille à elle-même. Ses qualités sont variables en de certaines limites, et il nous importe d'autant plus d'en rechercher les conditions, qu'elles se traduisent par des différences de prix pouvant varier elles-mêmes parallèlement du simple au double, et même davantage.

Le criterium des qualités de la truffe est donné par son *parfum,* sa *consistance,* sa *forme* et son *volume*, et, suivant quelques-uns, par le *grain* ou diamant de l'enveloppe.

Le parfum de la truffe, tout spécial, doit être bien développé, sans rien qui rappelle les odeurs de moisi, de plantes pourries, de terreau, du fromage ou de l'ail.

La consistance doit être ferme, résister à la pression du doigt, nullement mollasse ou spongieuse; la cassure, nette et sèche.

La forme sera arrondie, sans bosselures ni sinus rentrants qui entraînent parfois un grand déchet lors de l'émondage et recèlent souvent un poids considérable de terre (surtout si celle-ci est argileuse).

Les petites truffes sont peu estimées, principalement en raison de la perte considérable qu'elles subissent à l'émondage; celles du poids de 40 à 50 grammes sont tenues déjà pour de belles truffes; de 60 à 100 grammes elles appartiennent au premier choix. Plus grosses, elles ajoutent peu à leur valeur réelle; c'est alors moins affaire de goût que de luxe (2).

---

(1) Napoléon préférait, dit-on, à la truffe noire, les *fondues* de truffe blanche du Piémont. S. A. I. la princesse Mathilde a aussi pour celle-ci, à ce qu'on assure, quelque prédilection.

(2) Voici des prix moyens que j'ai notés, le 11 janvier 1868, chez les marchands de truffes près les halles de Paris : 1° petites truffes (de 10 à 20 grammes), 20 à 22 francs le kilogramme; 2° truffes moyennes (de 30 à 50 grammes), 24 à 28 fr.; 3° grosses truffes (de 60 à 100 grammes ou même plus), 30 à 32 fr.; 4° très-grosses truffes (de 200 grammes et plus), 40 à 45 fr.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'est guère de truffier qui, dans sa saison, ne trouve quelque truffe du poids de 200 à 500 grammes; les truffes de 500 grammes sont cependant déjà chose assez rare. On a récolté cette année, dans les cultures de Carpentras, une truffe de 850 grammes, et j'ai assisté moi-même, le 29 février, dans les mêmes cultures, à la cueillette d'une belle truffe, parfaitement ronde, du poids de 380 grammes; quelques jours avant, j'avais vu une truffe de 320 grammes dans un lot de la récolte de M. Ravel, à Montagnac.

Je tiens de M. Chevet, qui a acquis une honorable fortune dans le commerce des comestibles et est aujourd'hui mon collègue à la Société d'acclimatation, qu'il reçut un jour du propriétaire d'un parc des environs de Turin *vingt truffes noires* (1) pesant ensemble 13 kilogrammes! La plus petite était du poids de 375 grammes; un bon nombre dépassaient celui de 750 grammes.

A la suite de ces faits, d'une authenticité certaine, je rappellerai que, suivant Haller, une truffe du poids de 14 livres aurait été observée par Bresl et Kesler. Cette truffe extraordinaire serait encore bien petite à côté de celles trouvées près de Cassiano, et qui pesaient, au dire de Ciccarellus, l'une 50, l'autre 60 livres (?).

Le grain ou le diamanté de l'enveloppe est pris aussi en quelque considération. Ce grain doit être bien ciselé, mais non trop gros, ce dernier indiquant une truffe de moindre finesse de goût et d'arome. Je ferai toutefois la remarque que le grain varie parfois beaucoup de la face supérieure à la face inférieure, surtout quand la truffe est d'un gros volume. Le côté à petit diamant serait-il plus fin que le côté opposé?

Les conditions générales du milieu dans lequel la truffe s'est développée ont incontestablement de l'influence sur ses qualités. Je cite à cet égard le sentiment de quelques hommes bien placés pour des appréciations d'ensemble se traduisant d'ailleurs par l'indication de localités truffières des plus estimées, puis je passerai à l'analyse des conditions elles-mêmes.

Les truffes du Périgord et du Dauphiné sont, à juste titre, renommées par leur parfum exquis (Payen);

La meilleure truffe vient de Creysse et de Martel, dans le Lot (abbé Rozier);

Périgueux, Angoulême, Cahors, Sarlat, le Dauphiné, et surtout Romans, donnent de fort bonnes truffes (Bélèse);

On estime fort les truffes de Cahors, Sarlat, de Tarn et de Romans, de Brives (Chevet);

Thénon et Brives donnent des truffes de première qualité (de Lamotte, secrétaire de la Société d'agriculture de Périgueux);

(1) Je souligne le mot *truffes noires*, le Piémont produisant communément de très-grosses truffes blanches.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La truffe de Sorges et de Thénon est excellente, moins bonne vers Terrasson et Brives (La Salvetat, fabricant de conserves, à Périgueux);

Je tire mes meilleures truffes de Saint-Martin-de-Vers, de Gourdon, de Souillac, de Martel et de la frontière de Dordogne, vers Sarlat (Taillade, fabricant de conserves à Cahors);

Après les truffes de Martel et de Gourdon, viennent celles de Limogne, frontière du Lot, vers l'Aveyron (Vergnes, de Martel);

La meilleure vient à Souillac, près Martel (Isarne, juge, à Cahors);

Nos truffes vont partout sous le nom de truffes du Périgord, et elles valent bien ces dernières; nous en expédions beaucoup à Périgueux même : un jour, que nous appelons de nos vœux, les truffes de Provence auront leur place distincte, et la meilleure, sur les marchés de l'Europe (les négociants en truffes, Baudouin, Bonfils, Chauvin et Rousseau, à Carpentras; Clément, Combette, Toinet et Roux, à Apt; Alexis, à Avignon; Ravel, à Montagnac, près Riez; Rouquette, à Banon (Basses-Alpes);

La meilleure truffe est celle de Saumane-en-Vaucluse [divers (1)].

Nyons, Grignan, Montélimart, Crest, Valence, Romans fournissent d'excellentes truffes, vendues, à Paris et ailleurs, comme truffes du Périgord (Charras, Giraud, Saint-Martin, Sigaud, à Nyons; Félix Périer, à Crest; Barbanson, J. Tayn, Quenin, à Grignan; Charbonnet, Galopin, à Montélimart);

Les meilleures truffes de la Drôme sont celles de Grignan et de Nyons (divers).

Nous tirons nos bonnes truffes de Saint-Bonnet et de Saint-Étienne-du-Mont, mais non du Royonnais (Detroyat, hôtel du Petit-Paris, à Saint-Marcellin-d'Isère).

La truffe de Tullins, de la Buisse et de Fontaines est plus parfumée que celle de Saint-Quentin-sur-Isère et de toute la côte nord de la chaîne du Vercors, de Saint-Quentin à Pont-en-Royans (divers).

Dans la Vienne, la truffe de Civray prend rang avant celle du Loudunois (Guitteau et divers). J'ai cependant entendu un propriétaire de Beuxe, près Loudun, se plaindre d'un négociant de Richelieu, qui, disait-il, tirait des truffes du Périgord pour les vendre comme truffes de Beuxe !

La truffe de Bourgogne est de qualité inférieure (Chevet).

Si maintenant nous cherchons à analyser les conditions auxquelles sont subordonnées les qualités diverses de la truffe, nous sommes conduit à voir ces conditions dans :

La composition du sol,

Les conditions climatériques,

Les essences forestières (?),

L'époque de la récolte,

---

(1) Saumane produit aussi les meilleures truffes blanches.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La date ou l'ancienneté de la récolte,

Le mode de la récolte,

Et, il est presque superflu de l'ajouter, la non-altération par les insectes, par la gelée ou par la chaleur.

L'*influence du sol* est généralement admise, mais assez diversement appréciée.

La coloration rouge est celle que présentent le plus communément les terres des truffières. Elle indique la présence, en proportion notable, du sesquioxyde de fer et l'absence relative de matières organiques dont la prédominance aurait pour effet la réduction de l'oxyde rouge à l'état d'oxyde noir, et est regardée, sinon comme une condition nécessaire de la production truffière, du moins comme étant dans une certaine relation avec la qualité des truffes. Mais peut-être n'y a-t-il là qu'un fait de coïncidence, d'excellentes truffes croissant à Saumane, qui passe pour avoir les meilleures truffes de la Provence, dans une terre noirâtre, vers Digne dans une marne blanche, à Carpentras, etc., dans un sol jaunâtre. Quelques faits semblent toutefois conduire à cette opinion, que les terres ferrugineuses produiraient des truffes plus parfumées et à chair plus ferme.

La compacité du sol influe-t-elle sur les qualités de la truffe? Beaucoup assurent que les meilleures truffes viennent dans les terres fortes ou argileuses, mais d'autres admettent que les terres légères donnent d'excellents produits. Saumane, Carpentras, Montagnac en Provence, beaucoup de localités de la Drôme, quelques-unes du Lot, de Lot-et-Garonne et de la Dordogne peuvent être cités à l'appui de cette opinion.

S'il était constant que le *diamant* de la surface des truffes fût plus fin dans les terres fortes que dans les terres légères, et que, d'autre part, les truffes noires à rugosités les moins saillantes fussent les meilleures, il serait par là même prouvé que l'avantage est aux truffes des terres argileuses (1).

Il paraît, en somme, ressortir de la divergence des opinions sur les rapports entre la nature du sol et les qualités des truffes, en tant que par qualités on entend surtout le parfum et la consistance, que d'excellents produits sont donnés par les terres légères aussi bien que par les terres fortes. Il m'a toutefois paru que les truffes produites par celles-ci étaient généralement plus fermes.

Mais où les truffes des terres légères se montrent incontestablement supérieures, c'est par rapport à l'état de netteté ou de propreté dans lequel elles se présentent dans le commerce. En effet, tandis que celles du sol argileux sont vendues recouvertes par ce dernier qui tapisse leurs contours, remplit leurs anfractuosités, et entre souvent pour 1/4 ou même 1/2 de leur poids, les truffes d'une terre légère ne retiennent que peu ou point de celle-ci. A première vue, on reconnaît la provenance dans les approvision-

(1) On dit que les truffes de Lencloître, pays à sol noir et sableux, sont les moins bonnes du Poitou.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nements du commerce. Les truffes des terres fortes (presque toujours rouges) sont recouvertes par un enduit de celles-ci qui masque leur couleur propre; celles des terres légères se présentent nettes, avec leur coloration noire et leurs reliefs diamantés.

La proportion de calcaire influe-t-elle sur les qualités de la truffe? Je suis conduit à la négative par la comparaison des résultats analytiques aux produits des truffières.

Quelle est l'influence du fer? Si l'on s'en tient à cette observation que, dans le Poitou, la truffe de Beuxe, où la terre est rouge, est plus estimée que celle de l'Ile-Bouchard, où le sol est blanchâtre, on sera porté à penser que le fer ajoute à l'arome et à la fermeté de la chair des truffes. Même conclusion à tirer de la comparaison entre Digne, à sol souvent blanchâtre, et les localités voisines, à terre colorée.

La proportion des matières organiques paraît être sans influence sur la qualité des truffes, à en juger par des truffes de Cahors et de Thiviers, fort semblables entre elles, quoique dans le sol des truffières les matières organiques variassent de 3 à 8 pour 100; par celles de Carpentras et de Sainte-Colombe, venues dans des truffières à 2 et à 4 pour 100 de ces matières; et enfin par celles de Tullins, d'un parfum sans doute affaibli, mais pareil dans des truffières où les matières organiques, de 3 pour 100 seulement sur la lisière d'un bois de chêne, s'élevaient jusqu'à 13 pour 100 dans la châtaigneraie.

Mais si les matières organiques n'influent pas au point de vue de leur proportion, en serait-il de même quant à leur nature? Je manque d'observations à cet égard. Peut-être constatera-t-on que les matières tanniques, telles que celles fournies par la feuillée des chênes et des châtaigniers, ont une action spécialement favorable.

Le *climat* a sur les qualités de la truffe une action plus manifeste que le sol. La truffe n'est de qualité supérieure que dans nos provinces à climat tempéré et tempéré-chaud. Les contrées plus froides (haut Dauphiné, Bresse, Bourgogne et Champagne, Paris, etc.), et celles plus chaudes (Italie, Espagne, Grèce, Algérie), donnent des produits ou peu ou trop aromatiques. Et si, en Provence ou dans le Languedoc, la truffe trouve au nord, aussi bien qu'au midi, des conditions suffisant à l'élaboration complète de ses principes, il n'en est plus ainsi dans le Poitou, le haut Dauphiné, et même dans le Périgord, où les expositions nord donnent des produits de qualité secondaire, fait bien connu et traduit dans le langage du peuple par ce dicton : bon vin, bonnes truffes (1).

L'*humidité permanente* du sol, que nous avons dite être défavorable en

(1) J'ai rencontré, en Provence, des personnes convaincues que les bonnes truffes ne venaient pas hors de la région des Oliviers. C'est là une opinion suffisamment réfutée par les produits de la Dordogne, du Lot, de la Drôme, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

général à la production truffière, influe d'ailleurs d'une manière fâcheuse sur les qualités de la truffe. La plupart des renseignements que j'ai recueillis tendent à établir que la truffe venue dans les lieux humides a peu d'arome ou même exhale une odeur désagréable. Le fait est peut-être exact; mais il me paraît probable, d'après quelques observations personnelles, qu'en beaucoup de cas ce qu'on prend pour la truffe noire altérée dans ses qualités n'est autre chose que la truffe musquée (*Tuber brumale*).

L'été trop chaud et trop sec *boise* les truffes.

Les *essences forestières* sont regardées par plusieurs comme ayant quelque influence sur les qualités des truffes. En tête de ces essences est le Chêne, genre dans lequel M. Rousseau place au premier rang (pour la qualité, non pour la quantité), le Chêne Kermès; au second rang, l'Yeuse; au troisième rang seulement, les Chênes dits Chênes blancs ou à feuilles caduques, *Q. pubescens, Q. sessiliflora, Q. pedunculata* (?), qui sont cependant les seuls Chênes du Périgord. Suivant M. Rousseau et quelques autres personnes, les truffes du Pin auraient un arome quelque peu résineux, et les rares truffes de l'Olivier rappelleraient l'odeur de l'huile? Le Genévrier donnerait, au contraire, suivant quelques-uns, des truffes de première qualité, par leur chair ferme et la suavité de leur arome. Beaucoup admettent que les truffes du Charme ont un parfum rien moins qu'agréable, mais, ici encore, je pense qu'on a pris souvent la truffe musquée pour la truffe noire. On pourrait même, généralisant cette dernière observation dans une certaine mesure, dire que beaucoup des reproches faits aux essences forestières, et même à certaines localités, tiennent moins à celles-ci qu'aux espèces de truffes, souvent confondues. C'est ainsi que les truffes de Brantôme, en Périgord, moins estimées que celles de localités voisines, ont ordinairement, mêlées à la truffe noire, bon nombre de truffes musquées ou même de truffes sauvages et de truffes blanches.

L'*âge des arbres* truffiers influe, sinon sur le parfum, du moins sur le volume des truffes. Il est d'observation commune, surtout dans les pays à truffières artificielles, que les jeunes chênes ne donnent que de petites truffes; ce n'est qu'à l'âge de 8 ou 10 ans qu'ils donnent des tubercules de grosseur moyenne.

La *grosseur* des espèces forestières a donné lieu à une remarque non sans analogie avec la précédente, savoir, que les plus petites de ces espèces ne donnent que de petites truffes : tels sont le Chêne Kermès, et l'Épine noire ou Prunellier.

La *culture* a sur le volume et principalement sur la forme des truffes une action généralement reconnue. Les truffes les plus rondes et les plus volumineuses se rencontrent dans les vignes et les champs en bordures de bois ou contenant çà et là quelques arbres truffiers, dans les truffières artificielles soumises à des labours périodiques. C'est là un fait si bien reconnu que, dans les pays où les bois sont affermés à des truffiers, ceux-ci mettent ordinairement dans leurs conditions que le propriétaire donnera un labour annuel, ou tout au moins bisannuel, aux truffières

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En opposition à ce qui précède, on constate que les terres dures et rocheuses produisent des truffes plus petites et plus irrégulières, circonstance qui leur fait perdre beaucoup de leur valeur marchande.

L'ameublissement du sol est donc, comme on le comprend aisément, favorable au développement complet et régulier de la truffe.

L'*époque* de l'*année* est-elle à considérer quant aux qualités de la truffe? Les premières récoltes, qui ont lieu en novembre, portent généralement sur les truffes les plus superficielles, les dernières, en février et mars, sur celles plus profondément engagées dans le sol. Or ce sont ces dernières, soit en raison du siége même qu'elles occupent, soit parce qu'elles ont éprouvé du froid une influence bienfaisante, qu'on s'accorde à regarder comme les meilleures. On sait, d'ailleurs, que la truffe noire ne doit se récolter qu'après les premières gelées : auparavant *elle n'est pas faite.*

Mais si la truffe semble ne pouvoir développer tout son arome, acquérir toute sa maturation que sous l'influence *des gelées*, elle est cependant perdue si le froid est assez intense pour la frapper de congélation.

Le *mode de récolte* influe, à son tour, sur la qualités, en ce sens que la recherche de la truffe à la pioche, sans chien ni cochon, donne mélangées aux truffes mûres un grand nombre d'autres truffes qui n'ont pas atteint leur maturité, et sont aussi peu odorantes que peu colorées.

Je termine avec les qualités de la truffe en insistant sur ce point que la *date de la récolte* a la plus grande influence sur ces qualités. A partir du moment de sa récolte, la truffe laissée à l'air perd de son arome et de sa fermeté, passant ainsi rapidement d'une qualité d'abord parfaite aux truffes de qualité inférieure.

§ 15. — *Propriétés alimentaires.*

« La truffe, me disait un jour M. Hervé Mangon, professeur à l'École des ponts et chaussées, nourrit bien et diminue la consommation de la viande dans les pays où elle est commune. Quand j'étais à Carpentras (1), j'en faisais entrer très-utilement de 60 à 90 grammes dans mon régime tant que durait la saison de la récolte, généralement abondante dans les environs. »

« Contrairement à l'idée qu'on s'en forme dans le public, la truffe est un aliment azoté, animalisé, très-nourrissant. Elle peut faire partie avec avantage de l'alimentation usuelle (Martin-Ravel). »

---

(1) Fixé pendant quelques années à Carpentras, comme ingénieur des ponts et chaussées, M. Hervé Mangon y dirigea l'exécution des importants travaux d'irrigation qui ont transformé des plaines arides en de fertiles cultures.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La composition chimique des truffes (exposée dans l'article qui suit), composition dans laquelle entrent, pour une proportion notable, l'azote, principe essentiellement animalisé et aliment plastique, des matières grasses et de la mannite, aliments respiratoires comme la fécule (autrefois signalée dans la truffe par Bouillon-Lagrange) et le sucre, des acides végétaux (citrique et malique) et un principe odorant volatil ayant au moins des qualités condimentaires, plus des sels minéraux très-utiles à l'économie, rend parfaitement compte des propriétés essentiellement réparatrices qu'on s'accorde chaque jour davantage à leur reconnaître.

Mais les propriétés alimentaires de la truffe seraient-elles, comme on se plaît à le répéter, beaucoup moins sur des observations propres que pour dire comme les autres, contre-balancées par des qualités échauffantes de nature à limiter la consommation du délicieux champignon? La truffe serait-elle d'une digestion difficile?

Sans doute que si, après de bons et gros dîners, comme ceux qui, sur les tables de luxe, précèdent l'apparition de la truffe, on ajoute à la charge et au travail de l'estomac de 100 à 200 grammes de truffes, on ne rendra pas sa digestion plus facile, ce qui arrivera, au contraire, par l'usage d'une petite quantité de celles-ci, dont l'arome est un doux excitant. Mais il en sera tout autrement si la truffe entre dans le régime au lieu et place d'autres aliments. Je pourrais citer ma propre expérience, rendue très-complète dans le cours d'un voyage de près d'un mois dans les pays truffiers, voyage à la suite duquel je n'ai pu reconnaître comme fondé aucun des reproches faits à la truffe; mais mon témoignage s'efface devant celui de Louis XVIII, ce roi de si grande compétence gastronomique, et pour qui la saison des truffes durait toujours.

— Que pensez-vous des truffes? demandait-il un jour à son médecin Portal; je gage que vous les défendez à vos malades. — Mais, Sire, je les crois un peu indigestes. — « *Les truffes, docteur, ne sont pas ce qu'un vain peuple pense*, » répliqua le roi, tout en dépêchant un gros plat de truffes sautées au vin de Champagne.

Qui ne sait, d'ailleurs, que le docteur Malouet en dévorait 1 ou 2 livres (500 à 1 000 grammes), assurant qu'elles aidaient sa digestion, et que Galien ne s'opposait pas à ce qu'on les mangeât crues. Je ne me suis jamais mal trouvé d'être de l'avis de Louis XVIII, même de celui de Galien.

Et, si souvent les terrines de Strasbourg, de Nérac ou de Toulouse ont pu être indigestes, n'est-ce pas le foie gras, et non la truffe, qui est le coupable? La réponse ne semble pas douteuse.

§ 16. — *Composition chimique.*

L'analyse de la truffe a été faite à diverses époques.

La première analyse date de 1803, elle est due à Bouillon-Lagrange, chimiste dis-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tingué pour son temps et professeur à l'École de pharmacie de Paris. Bouillon-Lagrange indiqua dans la truffe :

1° Des principes odorant et sapide volatils,

2° De la fécule (?),

3° De l'albumine.

Il signala la production d'ammoniaque par la potasse, celle de l'amer de Welter par l'acide nitrique, et il conclut en disant que les truffes sont *une classe particulière de végétaux animalisés,* proposition qui reste acquise à la science.

Parmentier reconnut que la truffe fraîche est acide, mais qu'en s'altérant elle passe à l'état alcalin en développant une odeur ammoniacale.

Vergnes, de Martel, a publié sur la constitution chimique de la truffe une très-longue dissertation, dans laquelle il passe en revue les effets des divers dissolvants, de la chaleur, etc., mais sans rien ajouter de précis à ce qu'on savait déjà.

Sage, cité par Mérat et de Lens, aurait trouvé dans la truffe du fer et de l'acide prussique (?) (1).

En 1857, M. Lefort, pharmacien à Paris, indiquait dans la truffe les matières suivantes :

Principe odorant,
Albumine végétale,
Mannite,
Matière grasse spéciale,
Principe colorant,
Cellulose,
Acides citrique et malique,
Sels minéraux.

Il évalue la proportion de l'azote à 2 ou 3 pour 100, et signale l'absence du sucre fermentescible et de l'acide fumarique, principes qui existent dans le champignon de couche.

M. le professeur Payen, membre de l'Académie des sciences, à qui l'on doit tant et de si importantes recherches sur les matières alimentaires, ne pouvait négliger l'analyse de la truffe. Mais ce savant chimiste n'a pas seulement analysé la truffe mûre du commerce; il a aussi compris dans ses études cette truffe lorsque, n'étant pas encore rapprochée de l'époque de sa maturation, elle a sa chair complétement blanche.

---

(1) Il ne serait pas impossible que des traces d'acide prussique prissent quelquefois naissance dans la décomposition des champignons, comme dans celle des animaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On remarque surtout, dans ces analyses comparées de la truffe à l'état blanc et de la truffe noire, les deux faits suivants :

1° La truffe encore blanche est plus azotée que la truffe arrivée à maturation. Ce qui rentre dans cette loi générale, formulée par M. Payen dans ses belles recherches sur les développements des végétaux, « la proportion des matières azotées est plus grande dans les tissus jeunes ou en voie de formation que dans les mêmes organes arrivés à leur complet développement. »

2° Les matières grasses sont plus abondantes dans la truffe mûre que dans la jeune truffe.

J'emprunte au *Précis des substances alimentaires,* avec le tableau suivant, qui nous montre, à côté de l'analyse de la truffe, celle du Champignon de couche (*Agaricus campestris*) et de la Morille (*Morchella esculenta*), les remarques dont M. Payen le fait suivre.

	CHAMPIGNON de couche.	MORILLE.	TRUFFE blanche.	TRUFFE noire.
Eau.	91.010	90.00	72.340	72.000
Substances azotées et traces de soufre. . . .	4.680	4.40	9.958 (1)	8.775 (2)
Matières grasses (3).	0.396	0.56	0.442	0.560
Cellulose, dextrine, matières sucrées, mannite et autres matières non azotées.	3.456	3.68	15.158	16.585
Sels (phosphates, chlorures alcalins, calcaires et magnésiens), silice.	0.458	1.36	2.102	2.070
	100.000	100.00	100.000	100.000

(1) Déduites d'azote 1,532.
(2) Déduites d'azote 1,350.
(3) Oléine, margaricine, agaricine, suivant M. Gobley.

« A l'inspection du tableau précédent, on remarque d'abord que la matière azotée est fort abondante dans tous ces champignons ; elle équivaut relativement à **100** des champignons desséchés ; pour les champignons de couche, à **52** pour **100** ; pour les morilles, à **44** centièmes ; pour les truffes blanches, à **36** centièmes ; enfin, pour les truffes noires, à **31** centièmes. Entre ces deux dernières analyses, les principales différences consistent dans une plus forte dose de matière azotée et une moindre proportion de substance grasse dans les truffes blanches que dans les truffes noires. On comprendrait que la substance aromatique, ou l'essence odorante, accompagnant les dernières quantités de matières grasses sécrétées, en même temps que les organes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

reproducteurs bruns se forment, la cause de l'arome le plus prononcé dépendît de ces deux phénomènes de la maturation. Pour essayer de s'en assurer, il faudrait extraire les spores et les analyser à part ; ce serait une intéressante étude, que j'entreprendrai peut-être, mais qui n'a pas encore été faite à ce point de vue. (Payen, *Précis des substances alimentaires,* 4e édition, p. 397.) »

Les truffes, traitées par la chaleur, dégagent d'abondantes vapeurs ammoniacales, comme le font les matières animales.

Leur composition rend bien compte de leurs qualités alimentaires. Elles constituent, en effet, un aliment essentiellement réparateur, complet, représentant la viande, ou l'aliment plastique par leurs matières azotées, et l'aliment respiratoire par leurs matières grasses et leurs principes sucrés (1).

On rapprochera utilement, des analyses de M. Payen, les suivantes, qui les complètent, surtout au point de vue de la composition, ici détaillée au lieu d'être sommaire, des éléments minéraux (2).

A. — *Truffes de Cahors.*

On a trouvé dans ces truffes 76,60 pour 100 de leur poids en eau.

Elles renferment donc :

Eau.	76,60
Matière sèche.	23,40
	100,00

La matière sèche se compose des éléments suivants :

	Sur 100 de matière sèche.	Sur 100 de truffes.
Produits volatils ou combustiblees, non compris l'azote.	86,75	20,30
Azote.	7,16	1,68
Cendres.	6,09	1,42
	100,00	23,40

(1) L'*Elaphomyces,* genre voisin du *Tuber*, a été étudié dans sa composition : par Trommsdorf, qui a signalé dans l'*Elaphomyces granulatus* de l'osmazôme, une résine molle, une matière colorante, de l'huile volatile et de l'huile grasse, du sucre de champignon, de la gomme, du mucilage, de l'ulmine; et par M. Bouchardat, qui aurait reconnu dans l'*Elaphomyces aculeatus* une matière extractive azotée, une résine molle et une résine solide, de l'huile volatile et de l'huile fixe, de la mannite, de la gomme ou dextrine, de l'ulmine et de la fungine.

(2) Je dois ces analyses au concours plein d'obligeance de MM. Hervé Mangon, directeur, et Durand-Claye, sous-directeur des laboratoires de l'École des ponts et chaussées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin les cendres ont fourni à l'analyse la composition ci-dessous :

	Sur 100 de cendres.	Sur 100 de matière sèche.	Sur 100 de truffes.
Acide phosphorique.	27,40	1,67	0,39
Acide sulfurique.	2,52	0,15	0,04
Potasse.	28,34	1,73	0,40
Soude.	6,30	0,38	0,09
Magnésie.	7,63	0,47	0,10
Chaux.	8,26	0,50	0,12
Acide carbonique et produits non dosés. . .	19,55	1,19	0,28
	100,00	6,09	1,42

B. — *Truffes de Nérac.*

Vu la petite quantité de truffes (38 grammes, n'ayant donné que 0,47 de cendres, soit 1,24 pour 100 de truffes) dont on a pu disposer, trois éléments seulement, mais choisis parmi les plus importants, ont été dosés. Voici les résultats de cette analyse, qui tire surtout son intérêt de cette circonstance, que les truffes provenaient d'un sol arénacé ne dosant sur 100 parties que 0,65 de carbonate de chaux :

	Sur 100 de cendres.	Sur 100 de cendres.
	—	—
		Gr.
Acide phosphorique.	33,50	0,415
Chaux.	8,30	0,103
Potasse.	25,00	0,310

Les analyses minérales de la truffe, comparées à l'analyse du sol, seront continuées l'an prochain.

§ 17. — *Ennemis des truffes.*

L'homme n'est pas seul à trouver que les truffes sont un aliment agréable; un grand nombre d'animaux partagent ses goûts et lui disputent le précieux tubercule. A la lettre, ces animaux ne sont pas plus que nous les ennemis de la truffe, qu'ils aiment, au contraire, beaucoup. Parmi eux on compte :

Le cochon, dont nous faisons tourner à notre profit le goût prononcé qu'il a pour la truffe et sa grande habileté à la découvrir; le chien, moins friand de truffes que le porc, mais aussi bon chercheur; le sanglier, le cerf, et, dit-on, le chevreuil, le blaireau, le renard, la martre, les écureuils, les loirs, les souris, les mulots, le chat (?), parmi les mammifères;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le faisan (1) et la poule domestique, chez les oiseaux ;

Les limaces, parmi les mollusques ;

Les cloportes, parmi les crustacés ;

Les iules et les scolopendres parmi les myriapodes ; et dans les insectes proprement dits, de nombreux diptères : *Helomyza tuberivora, H. penicillata, H. lineata, H. pallida, H. ustulata* (et un autre *Helomyza* (Laboulbène), de couleur jaune, observé par M. Tulasne sur les *Tuber æstivum* et *T. mesentericum* du bois de Vincennes) ; *Curtonevra stabulans ; Anthomyia canicularis, A. belepharipteroides ; Cheilosia mutabilis* (?) ; *Phora pallipes ; Sciaria ingenua.* Toutes ces mouches habitent dans le voisinage des truffes, dont leurs larves se nourrissent.

Quelques insectes coléoptères, savoir : des *Anisotoma* et surtout l'*A. cinnamomea,* petit insecte de couleur cuivrée, qui cause de grands ravages dans les truffières, attaquant les truffes vers l'époque de leur maturité, et continuant ses déprédations même après la récolte, caché dans les galeries qu'il s'est creusées (2) ; des *Bolboceras, Rhizotrogus* (*Melontha solstitialis*), *Phylloperta* (*Melontha horticola*), *Homalota, Gibbium,* un *Tenebrio,* le Bostryche capucin (*Apate capucina*), et un lépidoptère, du genre des teignes (trouvé par M. Tulasne, à Vincennes, sur les truffes d'été et les mésentériques), sont aussi trufficoles.

Qu'il nous soit permis de le répéter, aucun de ces insectes n'est galligène, et c'est bien gratuitement que les partisans de la truffe-galle appuient sur eux leurs théories.

Il faut citer encore, parmi les ennemis des truffes, une mucédinée que j'ai observée dans les truffières du Poitou.

Je ne terminerai pas sans dire que le plus grand ennemi de la truffe, c'est la pioche ou, ce qui est pire, la bêche des truffiers-braconniers.

§ 18. — *Fraudes.*

1° Dans les contrées à terre forte ou argileuse, une fraude habituelle consiste à faire des truffes rondes avec des truffes irrégulières dont les sinus ou anfractuosités sont remplis de cette terre. Cette fraude a, aux yeux de ceux qui la pratiquent, deux

---

(1) Je viens de semer des glands truffiers dans un bois assez peuplé de faisans. S'il se produit des truffières, il sera intéressant de constater la qualité que pourrait prendre la chair des faisans se nourrissant des truffes les plus voisines de la surface du sol. L'expérience serait d'ailleurs plus simple et plus sûre en faisant entrer des déchets de truffes dans l'alimentation de faisans (ou de poulets) de volière.

(2) J'en ai compté jusqu'à 22 dans une truffe de moyenne grosseur. M. A. Passy assure que le parfum qui s'exhale des truffes rongées par l'*Anisotoma* les fait mieux découvrir par les chiens que celles restées intactes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avantages, ajouter au poids de la truffe et faire d'une truffe irrégulière une truffe en apparence ronde, devant perdre en apparence beaucoup moins à l'émondage.

Les négociants en truffes éventent aisément cette fraude, ainsi que celle consistant à fabriquer, avec de petites truffes, des épines ou des épingles et de l'argile, de grosses et belles truffes d'une grande valeur vénale. Mais les consommateurs qui achètent directement des rabassiers sont quelquefois victimes de ces supercheries.

2° Une autre catégorie de fraudes, d'autant plus largement pratiquée que ceux qui s'y livrent peuvent s'abriter au besoin sous une apparente bonne foi, en prétendant une fausse ignorance, consiste à laisser mélangées à la vraie truffe noire les espèces de valeur secondaire qui ont pu être récoltées en même temps qu'elle. Ici encore, les négociants sont préservés par leur expérience et par la crainte qu'ont les truffiers de se fermer un marché, mais les particuliers ne sont que plus trompés, puisqu'on réserve à leur adresse les mauvaises truffes qu'on hésite à présenter aux négociants en gros.

La fraude est surtout facile avec la truffe rousse (*Tuber rufum*), avec la vraie truffe musquée (*Tuber brumale*), qui est noire en dehors et au dedans presque à l'égal de la truffe noire, mais que l'on peut distinguer à son odeur forte et spéciale, ainsi qu'à sa marbrure, plus rare et plus grosse ; elle l'est moins avec la truffe blanche, à odeur faible, et dont l'enveloppe noire et diamantée il est vrai, mais fragile et mince, est souvent détruite, sur quelques points dans l'opération même de la récolte, et cède dans tous les cas au moindre effort, laissant à découvert la chair blanche et mollasse qu'elle recouvrait, et qu'on pouvait déjà reconnaître à la pression du doigt.

La fraude n'est enfin possible avec la truffe sauvage ou nez de chien, à enveloppe presque lisse et de couleur fauve, qu'à la faveur de l'argile dont toute cette enveloppe serait revêtue, et qu'on négligerait tout à fait de mettre à nu ; mais en ce cas même l'odeur particulière et désagréable devrait mettre à l'abri de l'erreur.

3° Les truffes ayant subi la gelée se reconnaîtront à la perte de leur odeur, à leur coloration interne passée du noir au gris foncé, à l'eau que rend la cassure à la pression du doigt; leur ramollissement est d'ailleurs assez rapide. Les truffes vendues en janvier et février 1868 étaient gelées pour la plus grande partie.

§ 19. — *Conservation. — Altérations.*

Les procédés de conservation sont variés. Le meilleur sans contredit est celui d'Appert, appliqué à Périgueux par MM. La Salvetat, à Carpentras par MM. Rousseau, Bonfils, etc., à Montagnac par M. Ravel, à Cahors par M. Taillades, etc., et nécessaire pour les conserves destinées à l'exportation (1).

(1) M. Ravel regarde comme très-mauvais les procédés par le vinaigre et la saumure, tandis que celle-ci est préférée pour les truffes gelées par M. Ch. Fr. Chevet, qui recommande aussi de tenir au fond de l'eau fraîche les barils de conserve à l'huile.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On recommande aussi la conservation des truffes soit crues et simplement nettoyées, ou nettoyées et mondées de leur *pelure,* soit préalablement cuites dans les corps gras ou le vin blanc aromatisés, sous une couche d'huile d'olives, de beurre, de saindoux, de miel (Amoreux), du sirop très-cuit (Vergnes), de vinaigre (Olivier de Serres), d'eau salée. Elles se conservent assez longtemps dans la glycérine, surtout après leur cuisson.

Quelques personnes recommandent l'enrobage des truffes par leur immersion momentanée dans deux solutions de gomme arabique, de gélatine ou d'ichthyocolle.

Quelques-uns les soumettent à la dessiccation après les avoir coupées en lames minces, pratique surtout appliquée à la truffe blanche d'été et à la grosse truffe blanche d'Italie. A Romans (Isère), on se contente de couper les truffes en quatre avant de les sécher.

En Italie les truffes desséchées sont parfois réduites en poudre.

Pour une conservation de huit à quinze jours seulement, on peut mettre simplement les truffes dans des baquets d'eau froide souvent renouvelée, comme je l'ai vu pratiquer à Carpentras et à Périgueux.

Dans le sable sec ou une terre légère (telle que la terre effritée des truffières), dans le poussier de charbon, les truffes peuvent, assure-t-on, se conserver un ou même deux mois; et, si ce sable est renfermé dans une boîte fermée, le parfum de la truffe s'exalte, au dire de Borel-Faure, plutôt qu'il ne s'affaiblit.

J'ai fort bien conservé, durant trois semaines, des truffes dans de l'argile séchée et pulvérisée; il est vraisemblable qu'elles se fussent gardées beaucoup plus longtemps dans cette poudre qui les abrite contre l'humidité extérieure en même temps qu'elle en dessèche la surface.

La truffe se conserve, d'ailleurs, plus longtemps lorsqu'elle a été récoltée par un beau temps et par les vents d'est ou de nord-est que si la récolte en est faite par un temps pluvieux ou par les vents de sud-ouest.

La chaleur hâte son altération, et il en est de même de la gelée. La truffe résiste bien d'ailleurs à un froid de 5 à 6 degrés, et même à un froid plus considérable, si elle est sèche ou dans un sol sain. La gelée enlève à la truffe son odeur, affaiblit sa coloration, et hâte sa décomposition putride.

L'altération des truffes, qu'elle soit précédée par la gelée ou non, donne pour produits constants des composés ammoniacaux, comme l'indique le seul odorat, et l'établissent les essais chimiques. Ce sont aussi des vapeurs ammoniacales qui dominent, on le sait, dans leur décomposition par la chaleur en vases clos. J'ai, d'ailleurs, plusieurs fois constaté, dans des conserves de truffes en voie d'altération, la production d'une odeur tout à fait semblable à celle du gibier très-faisandé (1), ce qui conduit

(1) Une très-suave odeur de gibier faisandé s'est en particulier développée chez des truffes que j'avais placées (crues) dans un vase ouvert contenant de la glycérine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à cette remarque que dans leur altération putride (comme peut-être par leurs qualités alimentaires) les truffes se rapprochent plus de la viande de gibier que de la viande de boucherie.

En résumé, la truffe peut être conservée : une ou plusieurs années par la méthode d'Appert (1); plusieurs mois en la plaçant soit crue, soit mieux plus ou moins cuite et encore chaude, dans les liquides, corps gras, glycérine, etc., qui la soustraient à l'action de l'air; un mois et plus dans de la terre sèche ou du sable; de quinze à vingt jours, quelquefois plus, suivant la saison, simplement disposée dans des paniers à claire-voie; mais ce n'est pas sans perdre de leur parfum, qui est au maximum au moment de la récolte (2).

Addition.

TABLEAU C.

COMPOSITION DE LA TERRE DES TRUFFIÈRES.

	(25) Céreste (Basses-Alpes).	(26) Céreste (Basses-Alpes).	(27) Céreste (Basses-Alpes).	(28) Céreste (Basses-Alpes).	(29) Céreste (Basses-Alpes).	(30) Étampes (Seine-et-Oise).	(31) Sarlat (Dordogne).	(32) Langeais (Maine-et-Loire)	(33) Saint-Germain (Seine-et-Oise).
Matières organiques, non compris l'azote	2,50	1,84	2,40	3,20	2,60	2,80	2,60	2,14	3,20
Azote	0,10	0,16	0,15	0,08	0,07	0,11	0,16	0,12	0,11
Sable et petits graviers siliceux	11,40	0,00	6,40	29,90	62,75	37,55	14,80	32,00	28,00
Argile	45,00	32,00	47,50	18,80	14,50	39,75	44,60	40,20	24,00
Alumine	5,60	3,10	3,00	3,50	2,63	5,90	5,80	2,10	6,60
Peroxyde de fer	4,50	1,30	2,20	4,30	2,80	6,35	5,20	3,15	3,80
Carbonate de chaux	29,25	59,35	36,65	38,70	13,75	6,85	24,80	19,15	32,14
— de magnésie	0,70	0,90	0,65	0,68	0,40	0,24	0,90	0,54	1,05
Phosphate de chaux	0,55	0,85	0,70	0,64	0,50	0,45	0,84	0,40	0,65
Sulfate de chaux	0,40	0,50	0,35	0,20	traces	traces	0,30	0,20	0,45
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(25) Terre grise, assez argileuse, mêlée à de très-nombreux fragments de carbonate de chaux (environ 75 pour 100). Ainsi que les nos 26, 27, 28 et 29, cette terre a été prise sur les domaines du marquis de Sinety.
(26) Terre blanche, marneuse, mêlée à de nombreux fragments calcaires (50 pour 100).
(27) Terre jaune pâle, assez argileuse, mêlée de quelques fragments calcaires.
(28) Terre brune, assez légère.
(29) Terre d'un jaune pâle, très-légère, à sable micacé.
(30) Terre d'un rouge-brun, assez forte, provenant de la propriété de Vauroux, appartenant à M. Laporte. — La terre d'une autre truffière de Vauroux était rouge-jaunâtre, plus forte, dosait 55 d'alumine, 7 de carbonate de chaux seulement, 16 de sable fin, et 3,45 de peroxyde de fer. M. Laporte assure que les truffes de Vauroux sont fort bonnes.
(31) Terre d'un jaune-rouge, argileuse, adhérant à des truffes vendues à Paris comme truffes de Sarlat (?).
(32) Terre de Langeais (Indre-et-Loire). Elle est assez légère et de couleur cendrée ; elle est propre à la formation de truffières, ainsi que la suivante.
(33) Terre gris cendré, assez friable, des vignes sous la terrasse de Saint-Germain. Elle convient, comme la terre de Langeais, à la culture de la truffe.

(1) Les conserves de truffe destinées à l'Amérique sont mises dans des vases de fer-blanc; celles qui doivent rester en Europe, dans des bouteilles en verre.

(2) Ceci explique pourquoi les volailles truffées sur les lieux mêmes de la production truffière

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Préparations dont la truffe est la base.

On ne saurait trouver dans cet écrit un chapitre sur les emplois variés de la truffe dans l'art culinaire; cependant je consignerai trois recettes que j'ai retenues d'une conversation avec M. Ch. Fr. Chevet (1) :

1° *Truffes en chemise.*—On enveloppe chaque truffe, qu'accompagneront un peu de sel, d'ail, d'échalote, un quart de feuille de laurier et un peu de thym, d'un papier huilé, au-dessus duquel on placera successivement trois autres papiers semblables. Au tour de cette quadruple enveloppe huilée, on en disposera une cinquième formée d'un papier mouillé. On fera cuire trois quarts d'heure sous la cendre chaude, pour servir chaud avec du beurre.

2° *Truffes au vin de Champagne.* — On fera cuire, pendant trois quarts d'heure, dans le vin de Champagne, 1 kilog. de truffes avec deux carottes coupées chacune en quatre parties, et un sachet (pouvant servir plusieurs fois), du poids de 40 grammes, composé avec les matières suivantes : sel, poivre, piment, muscade, macis, girofle, gingembre et cannelle.

3° *Fondue de truffe blanche du Piémont.* — Les truffes, coupées en un fin émincé, sont cuites à l'huile avec sel, mignonnette, jus de volaille; jus de citron à la fin.

Bibliographie.

Ans.
1620 avant J. C. Moïse, *Genèse* (le dudain des Hébreux serait la truffe, suivant Ludovicus).
60 de l'ère chrétienne. Pline le Naturaliste, liv. XIX, chap. III.
70. Dioscoride, *Mat. medic.*
420. Théophraste, *Hist. plant.*
1554. Matthiole. *Comment. Dioscor.*
1561. Ciccarellus, *De tuberibus opusculum.* Mevania.
1603. Daniel Ludovicus, *La truffe.*
1693. T. Robinson, *An account of the tubera terræ or truffes,* in *Transact. philosoph.*
1700. Tournefort, *Institut. rei herbariæ.*
1711. C. J. Geoffroy, *Observ. sur la végét. des truffes,* in *Mém. Ac. sc.*
1720. Bruckmann, *Specim. botanicum exhibens fungo subterraneo.* Helmstaedt.
1720. J. P. Wolff, *De tuberibus terræ esculentis, seu trifoliis,* in *Act. Ac. nat. curios.,* VIII.
1730. (?) Micheli, in *Nov. pl.,* etc. Florence.
1738-1740. Réaumur, *Mémoires pour servir à l'hist. des insectes,* IV et V.
1764. Peunier, *Dissertation physico-médicale sur les truffes.* Avignon, in-12.
1771. Fontenelle, *Hist. de l'Acad. des sciences,* p. 39.
1776. J. B. Vigo, *Tuberæ terræ carmen.* Taurini.
1780. Comte de Borch, *Lettres sur les truffes du Piémont,* in-8°, figures.
1781-1793. Abbé Rozier, *Cours complet d'agriculture.*
1791. Bulliard, *Dissertation sur les truffes,* in *Hist. des champignons de la France,* I, 73.
1793. Paulet, *Traité des champignons.*
1796. Peunier de Longchamps, *Dissertation sur les truffes.*
1803. Bouillon-Lagrange, Analyse, in *Annales de chimie,* p. 191.

---

seront, circonstances égales d'ailleurs, toujours supérieures à celles préparées ailleurs par les maîtres d'hôtel les plus habiles.

(1) Je veux parler du fondateur de la maison du Palais-Royal.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1809. Parmentier, *Expér. et observat. sur la truffe comestible*, in *Bulletin de pharm.*
1810. Vergne, pharmacien à Martel (Lot), *Histoire naturelle de la truffe;* avec une analyse chimique. Sarlat, imprimerie de Thévenin.
1811. Carême, *Pâtissier parisien*, p. 424-425.
? Marsigly, *Dissertation sur les truffes*, fig.
1812. Calvet, *Bibl. phys. économ.*, 1.
1813. Amoreux, *Opuscules sur les truffes de Ciccarellus*, traduction avec notes. Montpellier.
1826. Vaignie, Notice sur les truffes, in *Gazette de santé*, VII, in-4°.
1826. Bornholz (A.), *De la culture des truffes*, etc., traduit de l'allemand par Pegger.
1829. A. Martin, *Manuel de l'amateur de truffes*. Paris.
1831. Vittadini, *Monographiæ tuberarum*. Mediolani, in-4°, figures.
1836. Moynier, *Traité complet de la truffe*. Paris, Barba, in-8 de 404 p.
1836. Mérat et de Lens, *Dict. de mat. médic.*, VI et VII.
1838. Brillat-Savarin, *Physiologie du goût*. Paris.
1839-1840. Léon Dufour, *Insectes tubérivores*, in *Ann. des sciences naturelles.*
1839. *Diction. de la conversation*, XLI.
1841. Léveillé, in *Ann. sc. nat.*, 2e série, XVI.
1842. Bouteille, *Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, XIV.
1847. Robert (B.), *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, XXIV.
1848. Léveillé, in *Diction. d'hist. nat.* de d'Orbigny, XII.
1850. Ad. Brongniart, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, XXXL, p. 876.
1851. L. R. et C. Tulasne, *Fungi hypogæi.*
1851. Comte de Noé, *Lettre à Vilmorin*, in *Bull. Soc. bot.*, t. II.
1851. Léveillé, *Dictionnaire des sciences naturelles*, art. Mycétologie.
1856. De Gasparin, *Journal d'agriculture pratique*, V, p. 175.
1857. Martin Ravel, *Culture de la truffe.* 2 brochures in-8°. Paris, imprimerie de W. Remquet.
1857-1868. Jacques Valserre, articles dans la *Presse* et le *Constitutionnel.*
1857. Lefort, Analyse, in *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, XLIV, et *Journal de pharmacie et de chimie*, XXXI.
1857. Loubet, *Bulletin de la Soc. d'agric. de Vaucluse*, VI.
1840-1860. Plée, *Types de chaque famille et des principaux genres des plantes*, pl. III et texte.
1863, 1865, 1867, Journal *le Sud-Est*. Grenoble.
1864. Laboulbène, *Insectes tubérivores*, in *Annales de la Société entomologique de France.*
1866. Bressy, *Bulletin de la Société d'agric. de Vaucluse*, XV, 1866.
1866. Bedel, Blanchard, marquis des Isnards, Loubet, *Rapports sur les truffes de M. Rousseau*. Carpentras.
1867. Jourdeuil, in *Journal de l'agriculture.*
1869. Guitteau, *Truffes et truffières de la Vienne*. Poitiers (mémoire en publication).

Explication des planches.

Planche 419.

Fig. 1-1''''. Truffe noire (*Tuber melanosporum*) que traverse une racine de graminée. L'anatomie démontre que cette racine, blanche et encore vivante au moment où la truffe a été récoltée, est simplement entourée par les tissus de la truffe moulés autour d'elle, mais ne la pénétrant pas, et réciproquement. — 1. Vue de la truffe entière et de la racine qui la traverse. — 1', une portion de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la truffe figurée en **1** a été excisée, suivant un plan qui divise la racine elle-même dans le sens de sa longueur : *a*, portion de la chair, sensiblement grossie dans la figure **1″**; *e*, portion de racine et de la chair de la truffe très-grossie en **1‴**; *r*, la racine ou corps étranger. — **1″**, portion de la chair de **1′** grossie : *p*, la pulpe ou chair dans laquelle les points bruns représentent les sporanges; *v*, les veines blanches traversant la chair qui est colorée en bleu noir par les spores. — **1‴**, portion de **1′**, prise en *e*, et très-grossie : *pa*, parenchyme; *sp*, sporanges contenant de deux à quatre spores, rarement cinq à six; *c*, *f*, *v*, tissus de la racine; *c*, le parenchyme cortical; *f*, fibres ponctuées (passant insensiblement aux cellules du parenchyme); *v*, gros vaisseau ponctué réticulé.—**1⁗**, une spore plus grossie. — **1ʳ**, coupe transversale grossie de **1″** en *r*. On voit que les vaisseaux sont disposés sur un cercle dans le corps ligneux.

2-2ʳ‴. Truffe et racine de Chêne engagée. — **2**, truffe dans laquelle la racine (*r*) a son extrémité seule engagée; la truffe a été excisée pour montrer le point où s'arrête la racine. Celle-ci, depuis longtemps détachée de l'arbre, était morte et constituait un véritable séquestre ou corps étranger dans la chair de la truffe. — **2ʳ**, coupe grossie de la racine. — **2ʳ′**, portion de **2ʳ** plus grossie. — **2ʳ″**, segment de **2ʳ′** encore plus grossi : *s*, enveloppe subéreuse, brunâtre dans sa moitié externe; *p*, parenchyme cortical, dont quelques utricules renferment une substance blanche gommoïde ou des cristaux; *sc*, quelques cellules scléreuses mêlées aux fibres corticales (*f. c*); *fm*, fibres minces ou cellules étroites et allongées de la couche périxyle; *lig*, corps ligneux dans lequel on distingue : *v*, les vaisseaux; *r.m*, les cellules des rayons médullaires; *f.l*, les fibres ligneuses ou fibres du bois.

3-3″. Truffe blanche d'hiver (*Tuber hiemalbum*). — **3**, une truffe blanche dont le peridium (noir) est en partie tombé, laissant voir la chair blanche qu'il recouvrait. — **3′**, une lame, plus grossie, de **3**. — **3″**, segment de **3′** encore plus grossi : *p*, utricules du peridium; elles ont une coloration brun noir comme celles du peridium de la truffe noire; *myc*, une utricule peu colorée et ne tenant au peridium que par une extrémité. Cette utricule n'est-elle pas un reste du mycelium? *ve*, veines traversant la masse charnue; *sp*, sporanges dans lesquelles on observe ordinairement de deux à quatre spores faiblement colorées; les sporanges manquent dans la portion du parenchyme voisine du peridium. — **3‴**, une spore très-grossie; elle appelle, par sa forme générale et ses papilles, celle de la truffe noire, mais sa coloration est très-faible.

4-4‴. Truffe musquée (*Tuber brumale*). — **4**, Truffe dont on a retranché une portion pour en faire voir l'intérieur. — **4′**, segment de **4**, plus grossi, montrant bien le peridium double, l'externe brun-noir, l'interne blanchâtre. — **4″**, segment de **4′** plus grossi : *p.e*, peridium externe; *p.i*, peridium interne; parenchyme ou chair; *sp*, sporanges dans lesquelles on compte d'une à six spores de couleur brune. — **4‴**, une spore grossie; sa surface est aréolée-papilleuse, à papilles subarrondies en pis de vache.

5-5‴. Truffe fauve, truffe marron, nez de chien (?), truffe sauvage de Romans (*Melanogaster variegatum*?).— **5**, truffe dont une portion a été enlevée pour montrer l'épais peridium et les veines, grosses mais rares. — **5′**, segment de **5** grossi.— **5″**, segment de **5′** plus grossi : *p.e*, peridium externe, de couleur fauve; *p.i*, peridium interne, blanchâtre; çà et là on y observe quelques sporanges; *pa*, parenchyme composé d'utricules assez grosses; *sp*, les sporanges. — **5‴**, une sporange très-grossie.

Planche 420.

1-1′. Chêne pubescent truffier (*Quercus pubescens*). — **1**, coupe transversale d'une pousse de l'année (cueillie à Montagnac en février **1868**) : *a*, grosseur naturelle; *b*, coupe grossie. — **1′**, segments de **1** plus grossis : *ep*, utricules de la couche épidermique; *h*, couche herbacée dans laquelle sont comprises des utricules sans granules et à parois épaissies; *sub*, la couche subéreuse; *p.c*, le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

parenchyme cortical, quelques cellules contiennent des cristaux; *f.c*, fibres corticales ou libériennes disposées en une couche continue et festonnée; *f.m*, fibres minces de la couche périxyle, les plus internes contiennent de fins granules; *v*, les vaisseaux du bois; *f.l*, les fibres ligneuses; *me*, la moelle, dont les utricules contiennent des grains d'amidon.

2-2''. Chêne vert (tomenteux) truffier (*Quercus Ilex*). — 2, coupe transversale (d'un rameau de l'année cueilli en février 1868 à Carpentras) : *a*, grosseur naturelle; *b*, coupe grossie; *f.c*, couche de fibres libériennes ou corticales; *s.l*, système ligneux. La moelle, régulièrement étoilée, rappelle bien par sa forme la disposition quintisériée des feuilles du rameau; les extrémités des rayons de l'étoile répondent à des parties de la couche ligneuse où des fibres libériennes remplacent les vraies fibres ligneuses. — 2', segments de 2 plus grossis : *p*, poil composé? agrégations d'utricules (*quid?*) attachées au poil; *ep*, cellules épidermiques; *h*, couche herbacée; *f.c*, fibres corticales ou libériennes; *f.m*, fibres minces de la couche périxyle; *f.c'*, fibres de nature libérienne se substituant, dans le système ligneux, à une portion des fibres ligneuses; *v*, vaisseaux; *f.l*, vraies fibres ligneuses; *me*, cellules médullaires; elles sont à parois ponctuées, quoique plusieurs d'entre elles contiennent cependant quelques grains de fécule. — 2'', coupe transversale et très-grossie d'une portion du parenchyme de la feuille; *p*, poils; *cu*, épaisse cuticule de l'épiderme supérieur; *p.s*, parenchyme supérieur; *p.i*, parenchyme de la face inférieure; des agglomérations de cristaux rhomboédriques existent dans quelques cellules des diverses parties du parenchyme.

Les feuilles du Chêne vert glabre manquent de poils ou n'en présentent que de rares et simples; la cuticule y est aussi épaisse à la face inférieure qu'à la face supérieure.

3. Chêne vert (glabre) truffier (*Quercus pseudo-Ilex*).— 3, coupe transversale de la tige : *a*, grosseur naturelle; *b*, coupe grossie montrant : *f.c*, couche (festonnée) des fibres libériennes; *f.c'*, fibres libériennes disposées par masses irrégulières dans le système ligneux.

La tige du *Quercus pseudo-Ilex* se distingue bien de celle de la vraie Yeuse par les poils de sa surface rares et simples; par la disposition irrégulière, dans le corps ligneux, des fibres de nature libérienne; par la moelle plus petite et moins régulièrement rayonnée. D'autres différences spécifiques sont fournies par l'anatomie des feuilles.

A, 2^a, 2^b, 2^c. Chêne Yeuse, anatomie du fruit. — A, un gland de Chêne Yeuse : *a*, le sommet; *b*, le milieu; *c*, la base du gland. — 2^a, coupe grossie, du sommet du gland A, en *a* : *cal*, le calice en partie détruit; *carp*, le sommet des carpelles, ordinairement au nombre de quatre, dont un, deux parfois, avortés ou rudimentaires; poils nombreux sur toutes ces parties; *do*, faisceau fibro-vasculaire dorsal.— $2^{a'}$, segment de 2^a, pris au calice, et plus grossi : *myc*, mycelium d'une mucédinée parasite. (Ce mycelium, développé sur un gland placé dans la terre humide, ne paraît pas être celui de la truffe.) — 2^b, coupe transversale du gland A en *b* : *co*, la commissure des deux cotylédons. — $2^{b'}$, portion de 2^b plus grossie. — $2^{b''}$, segment de $2^{b'}$ encore plus grossi : *ep*, l'assise épidermique; *scl*, épaisse couche de tissu scléreux formant au gland une enveloppe solide; *p.e*, parenchyme externe ou herbacé; *v*, faisceau de vaisseaux dans le parenchyme; *p*, poils marquant la limite des enveloppes du gland appartenant au calice (?); *fa*, faisceau fibro-vasculaire engagé dans le parenchyme interne et constituant avec lui la portion péricarpienne (?); *p.i*, le parenchyme intérieur des enveloppes; *sp*, spermoderme représenté par une seule assise de cellules; *cot*, la masse cotylédonaire que forme un parenchyme dont les utricules sont remplies de fécule.

2^c, tissus détachés de la base *c* du gland A : *pa*, parenchyme amylacé; *p*, poil; *myc*, mycelium (*quid?*) s'étendant à la surface et à l'intérieur du parenchyme amylacé.

B-B', 3, 3^a, 3^b, 3^c, 3'. Embryon d'un gland en germination.— B, portion inférieure de l'embryon dont on a détaché un cotylédon pour faire voir l'attache de l'appendice dit radicule. — B', même portion inférieure d'un autre embryon sur lequel on a fait une coupe divisant longitudinalement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les deux cotylédons de façon à montrer la base ou la partie engagée du corps dit radiculaire : *a*, cette base ; *b*, portion moyenne ; *c*, extrémité (poilue) du corps radiculaire.— 3^a, coupe transversale de la base du corps radiculaire : on voit bien, à la commissure médiane (*co*), que cette base est formée par le prolongement des deux corps cotylédonaires non encore confondus ; *fa*, les faisceaux fibro-vasculaires, au nombre de deux dans chaque moitié.— 3^b, coupe de B' en *b*, ou vers la partie moyenne du corps dit radiculaire : *a*, grosseur naturelle ; *b*, coupe grossie ; *fa*, les faisceaux, au nombre de huit, quatre de chaque côté ; *me*, centre médullaire. Ici le corps dit radiculaire est une vraie tige. — 3^c, coupe de B' en *c*, ou vers l'extrémité radiculaire : *a*, grosseur naturelle ; *b*, coupe grossie ; *fa*, faisceaux dans lesquels on ne distingue encore que des fibres libériennes (?) ; la moelle manque ; des poils se voient à la périphérie. Cette extrémité de l'appendice est seule la vraie radicule. — $3^{c'}$, portion de 3^c, *fa*, segment d'un faisceau de fibres libériennes.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Nouvelles expériences sur les limons charriés par les cours d'eau, par M. Hervé Mangon. — Poursuivant ses recherches (1) sur les limons charriés par les cours d'eau, dont la proportion et la nature intéressent les travaux de colmatage et d'irrigation, M. Mangon a récemment communiqué à l'Académie des sciences le résultat d'une nouvelle série de nombreuses et laborieuses expériences, entreprises sur le Var, la Marne et la Seine.

Eaux du Var. — Les expériences sur les eaux du Var ont été poursuivies du 1er septembre 1864 au 31 août 1865. La plus petite proportion de limon par mètre cube d'eau a été $9^{gr},15$ le 9 janvier 1865, et la plus forte de $36\,617^{gr},14$ le 30 juin 1865. La proportion moyenne, calculée en divisant le poids total du limon entraîné par le volume total de l'eau écoulée, est de 3 577 grammes par mètre cube.

Cette forte proportion de matières solides en suspension n'a rien de surprenant, si l'on se rappelle que la pente moyenne du Var atteint $0^m,005$ par mètre sur la plus grande partie de son cours et que son débit en grandes crues est, dit-on, égal à plus de 140 fois celui de l'étiage.

Le poids total du limon entraîné pendant l'année des observations est de 18 millions de tonnes environ, formant un volume de plus de 11 millions de mètres cubes suffisant pour colmater 5 500 hectares sur une épaisseur de $0^m,20$. Les travaux en cours d'exécution sur le Var permettront d'utiliser, à l'avenir, une partie de ces riches alluvions.

(1) Voir *Bulletin* de 1858, 2e série, t. V, p. 46.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les limons du Var contiennent, à peu près, le tiers de leurs poids de carbonate de chaux et une proportion d'azote très-variable d'un jour à l'autre, mais peu différente, en moyenne, de celle obtenue par les limons de la Durance. Outre les limons, le Var, pendant l'année des observations, a porté à la mer 792 000 tonnes de matières solubles.

Eaux de la Marne. — Les observations relatives aux limons de la Marne ont été commencées le 1er novembre 1863 et terminées le 28 février 1865. L'eau était puisée vis-à-vis l'entrée du souterrain de Saint-Maur. La plus faible proportion de trouble observée a été 2 grammes par mètre cube de liquide, le 6 octobre 1864; la plus forte de 515gr,75, le 4 décembre 1863.

La moyenne générale de l'année, du 1er novembre 1863 au 31 octobre 1864, a été de 74 grammes par mètre cube. Ce poids, qui forme à peine les deux centièmes de celui du limon du Var, établit nettement la différence qui existe, sous ce rapport, entre un cours d'eau tranquille et un cours d'eau torrentiel.

Le poids total de limon transporté par la Marne pendant l'année considérée a été de 168 684 tonnes, formant un volume de 105 427 mètres cubes environ. Ce volume, relativement peu considérable, suffirait cependant au limonage de surfaces fort étendues, en raison de la richesse de ce limon comme matière fertilisante. Sa composition chimique varie beaucoup d'une époque à l'autre. La proportion de carbonate de chaux, par exemple, peut passer de 7,42 à 38,13 pour 100, selon le point du bassin où la crue prend naissance. Quant à la proportion d'azote, elle est généralement assez forte, comme il arrive presque toujours pour les limons peu abondants, fins et riches en matières organiques.

Les matières solides en dissolution forment, en une année, un poids de 552 480 tonnes, qui, ajouté à celui des matières en suspension, donne un total de 721 164 tonnes. Dans cet exemple, les matières solubles pèsent plus de trois fois autant que les matières en suspension.

Eaux de la Seine. — Les eaux de la Seine qui ont servi aux expériences ont été puisées à Port-à-l'Anglais, en amont de l'embouchure de la Marne. Les observations ont été régulièrement poursuivies du 1er novembre 1863 au 31 octobre 1866, c'est-à-dire pendant trois années entières.

Le poids moyen du limon contenu dans un mètre cube de liquide, déduit de cette longue série, est de 39gr,663; le plus faible a été de 1gr,35 le 28 juillet 1864, et le plus fort de 2738gr,20 le 24 septembre 1866. Ce dernier chiffre paraît à l'auteur excessivement élevé, et il ne le cite qu'avec réserve; mais on a trouvé plusieurs fois plus de 500 grammes, et, en particulier, le 17 août 1866, le poids des matières en suspension s'est élevé à 626gr,12.

Le poids total de limon charrié a été de 207 463 tonnes, par année moyenne, représentant un volume de 129 600 mètres cubes environ.

Les matières dissoutes forment, par année moyenne, un poids de 1 110 687 tonnes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on ajoute à ce chiffre, ainsi qu'à celui ci-dessus, les nombres correspondants indiqués pour la Marne, on trouve que la Seine, à Paris, entraîne sous nos yeux, chaque année, et sans qu'on le remarque pour ainsi dire, 2 039 314 tonnes de matières solides, poids à peu près égal à la totalité des marchandises transportées sur le fleuve.

La composition chimique du limon de la Seine est moins variable que celle du limon de la Marne; cependant la proportion de bicarbonate de chaux varie de 12,55 à 33,45 pour 100. La proportion moyenne d'azote pour 100 est un peu plus forte que dans les limons de la Marne.

En résumé, dit l'auteur, les cours d'eau, comme d'infatigables terrassiers, enlèvent sans cesse aux continents d'énormes volumes de terre la plus fertile, pour les jeter dans la profondeur des mers. Il importe à l'agriculture de détourner à son profit cet immense labeur des eaux, en l'utilisant au colmatage et au limonage des terres arables. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences. Résumé.*)

Sur les industries de la ville de Lawrence dans le Massachussets (États-Unis). — Dans le Massachussets et sur les bords du Merrimack, il existe, à 26 milles de Boston, une ville manufacturière du nom de Lawrence, qui n'était qu'un simple village il y a vingt-cinq ans à peine, et qui compte aujourd'hui plus de 30 000 habitants. L'établissement de la première manufacture de cette curieuse cité remonte à 1847, après l'achèvement d'un barrage sur la rivière, dont le résultat a été de fournir une chute d'eau de 28 pieds (7^{m},40), suffisante pour faire marcher toutes les usines actuelles. Les principales de ces usines sont les suivantes :

L'*Atlantic Mill*; 1 200 ouvriers, 1 200 métiers et 45 000 broches pour filer et tisser le coton;

Le *Washington Mill;* 2 700 ouvriers, travaillant la laine et le coton au moyen de 650 métiers et de 93 machines à carder;

Le *Pacific Mill*; 3 600 ouvriers employés dans la même industrie que les précédents. Les dividendes de cette manufacture, pour la période de 1855 à 1867, se sont élevés à la somme de 3 millions de dollars (16 200 000 francs);

Enfin le *Lawrence duck Mill* et le *Pemberton cotton Mill* comptent également un grand nombre d'ouvriers.

Dans le *Washington Mill* s'exécutent toutes les opérations que doit subir la laine, depuis le lavage jusqu'au mesurage et au pliage des étoffes. Cette grande manufacture appartient à une compagnie et dispose d'un capital de 1 700 000 dollars (9 180 000 fr.). La direction en est confiée à un agent, qui a sous ses ordres cinq chefs de service distincts et soixante-dix contre-maîtres. Les deux tiers des ouvriers sont Irlandais ou Allemands. La compagnie a fondé différentes institutions philanthropiques, dont les détails d'organisation ne sont pas sans intérêt.

Ainsi, elle a fait construire des maisons en briques qui servent aux ouvriers de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

boarding houses ou pensions. Elle loue ces maisons, à très-bas prix, à des personnes qui dirigent les pensions; elle leur impose ses règlements, fixe les prix et se réserve un droit de surveillance. Pour le logement et la nourriture, les hommes payent, par semaine, 3,5 dollars (18^{f},80) et les femmes 2,75 dollars (14^{f},85). Certaines pensions sont affectées aux gens mariés, d'autres aux jeunes gens célibataires, d'autres aux filles.

Chaque maison contient quatre-vingts pensionnaires, et dans chacune d'elles une chambre est réservée aux malades. Les ouvriers déjeunent à six heures du matin, vont à l'usine à sept, reviennent dîner à midi, reprennent leur travail à une heure et le quittent à six pour souper. Les portes de la pension sont fermées à dix heures.

Chaque ouvrier, en entrant au service de la compagnie, s'engage, par écrit ou verbalement, à observer les règlements. Une des dispositions de ces règlements impose à tout employé de la manufacture l'obligation de faire partie de la société de secours, instituée pour venir en aide aux malades. Cette société est placée sous la surveillance d'un comité, composé d'un président, d'un secrétaire et de douze directeurs, nommés chaque année par les surintendants et les contre-maîtres. La contribution est de 3 *cents* (0^{f},054) par semaine pour chaque ouvrier; quatre semaines doivent être versées d'avance. La compagnie verse elle-même 3 dollars (16^{f},20) par semaine à la caisse de la société.

Les malades reçoivent, par semaine, 3 dollars; mais ce secours ne peut être accordé que pendant dix semaines, après lesquelles il est réduit d'un quart, et peut être continué ainsi pendant vingt semaines si la maladie persiste. Après ces vingt semaines, tout secours cesse et ne peut être accordé de nouveau qu'au bout d'une année. Il n'est permis à aucun ouvrier, recevant un secours à titre de malade, de continuer son travail. Tout ouvrier malade qui désire, pour rétablir sa santé, quitter la ville peut en obtenir la permission du comité; il peut même être autorisé, dans certains cas, à recevoir, pendant son absence, un secours n'excédant pas 1,25 dollar (6^{f},75) par semaine.

Afin de mettre les ouvriers à même d'acheter, dans les meilleures conditions possibles, les denrées de première nécessité, les agents des trois principales manufactures ont établi, sous le nom de *Corporation supply store,* un magasin de provisions, dont la direction est confiée à un délégué, de leur choix, chargé de l'achat et de la vente des marchandises. Tout ouvrier qui veut s'approvisionner à ce dépôt doit verser d'abord une somme de 5 dollars (27 francs), jusqu'à concurrence de laquelle un crédit lui est ouvert. Un compte courant s'établit ainsi entre le chef du magasin et l'ouvrier, qui, lorsque son versement est épuisé, doit le renouveler sous peine de cesser d'être membre de l'association. Le relevé des opérations du *Corporation supply store* se fait tous les six mois, et, s'il en résulte un bénéfice net, le montant en est porté au crédit des ou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vriers acheteurs au prorata de la somme que chacun d'eux a versée. (*Journal officiel de l'Empire. — Extrait.*)

Sur une nouvelle falsification du sous-nitrate de bismuth, par M. Redwood. — On sait combien l'emploi du bismuth dans la thérapeutique moderne a fait hausser, dans ces dernières années, le prix de ce métal (1). Les gisements étant rares et la demande croissant chaque jour, on a vu arriver sur le marché des bismuths impurs de diverses provenances, et principalement d'Australie. Ces impuretés sont dues en grande partie à la présence de certains métaux, tels que le plomb, l'arsenic, le cuivre et l'argent qui, se trouvant associés au bismuth dans les minerais, n'ont pu en être complétement séparés. En effet, bien qu'on puisse éliminer facilement, par voie d'oxydation, les deux premiers de ces métaux, en fondant le bismuth impur avec du nitre, il n'en saurait être de même pour l'argent, et surtout pour le cuivre, dont les dernières traces, difficiles à chasser, doivent rendre le bismuth impropre aux préparations pharmaceutiques.

A côté de ces causes d'impuretés, M. Redwood croit devoir signaler une autre espèce de falsification, qu'il a eu l'occasion de constater dans un échantillon de sous-nitrate de bismuth soumis à son examen.

La matière avait l'aspect ordinaire du sous-nitrate qu'on rencontre dans le commerce ; elle était en poudre blanche, dépourvue de tout caractère cristallin, et se dissolvait dans l'acide nitrique en produisant un léger dégagement de gaz acide carbonique, circonstance qui avait fait naître les soupçons de la personne de qui M. Redwood tenait l'échantillon ; la proportion de carbonate trouvée était néanmoins très-faible. Sous d'autres rapports, la matière se comportait avec les liqueurs d'essai comme le sous-nitrate de bismuth pur, avec cette différence cependant que sa solution dans l'acide nitrique donnait, avec le nitrate d'argent, un précipité indiquant la présence d'un oxychlorure. A cet égard, M. Redwood fait remarquer que ce n'est pas ce précipité qui aurait pu causer de la surprise, car il n'est pas rare de le voir se produire avec quelques sous-nitrates de bismuth du commerce, les fabricants prétendant que la présence de quelque chlorure les rend plus propres aux préparations auxquelles on les destine.

Le chlore ayant été dosé et la quantité d'oxychlorure calculée d'après ce dosage, un plus ample examen ne tarda pas à démontrer à l'auteur qu'il y avait encore dans la matière quelque autre substance étrangère. En effet, après calcination, le résidu obtenu était supérieur à celui qu'indique la théorie ; ce résidu dissous dans l'acide nitrique,

(1) Le prix du kilogramme de bismuth, qui était de 6 francs environ, s'est élevé à plus de 55 francs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la liqueur fut traitée par de l'acide acétique dilué; puis par un courant d'hydrogène sulfuré, qui donna une quantité de sulfure bien inférieure à celle que le calcul indique. La cause de cette différence fut trouvée, après filtration, dans la liqueur, qui laissa déposer un abondant précipité de phosphate de chaux.

Pendant qu'il se livrait à ces recherches, M. Redwood a eu connaissance d'un article ayant trait au même sujet et publié par M. Roussin dans le *Journal de Pharmacie et de Chimie*. Dans cet article, M. Roussin raconte qu'il a également découvert dans certains sous-nitrates de bismuth du commerce la présence du phosphate de chaux, représentant parfois jusqu'à 28 pour 100 du mélange. La méthode qu'il indique pour découvrir cette fraude est celle-ci :

« Faites dissoudre, dit-il, en quantités égales, du sous-nitrate de bismuth soupçonné et de l'acide tartrique dans de l'acide nitrique légèrement dilué avec de l'eau, puis ajoutez une forte solution de carbonate de potasse jusqu'à ce que toute effervescence ait cessé et que la liqueur soit devenue très-alcaline. Si le sous-nitrate de bismuth est pur, la liqueur sera limpide et restera telle, même après ébullition; mais, s'il y a falsification par le phosphate de chaux, ne s'en trouverait-il que 1 ou 2 pour 100, il y aura un précipité blanc qui persistera même après une ébullition prolongée. »

En rapportant la méthode donnée par M. Roussin, M. Redwood indique que le phosphate de chaux, même lorsque la proportion en est grande, ne se précipite pas immédiatement après l'addition du carbonate de potasse; le précipité n'apparaît de suite que lorsqu'on fait bouillir la liqueur.

En appliquant ce procédé à l'échantillon de sous-nitrate de bismuth qui lui avait été soumis, M. Redwood y a trouvé 11 pour 100 de phosphate de chaux; dans un autre échantillon la falsification était plus grave encore, elle s'élevait à 40 pour 100. (*The Chemical news.*)

Purification des minerais d'étain contenant du wolfram. — En raison de sa grande densité et de l'impossibilité de le décomposer, le wolfram ne peut être séparé des minerais d'étain ni par les méthodes de préparation mécanique, ni par voie de grillage, ni même par l'attaque des acides. Lorsque sa proportion est considérable, il rend l'étain difficile à fondre.

Dans le Cornouailles, on a recours à la méthode d'Oxland, à laquelle on peut faire subir deux modifications, en employant soit le carbonate, soit le sulfate de soude pour arriver, dans l'un et l'autre cas, à former un tungstate de soude soluble.

A la mine d'East Pool l'opération se fait dans un four à réverbère, dont la sole est formée d'une plaque en fonte sur laquelle on charge les matières. Les choses sont disposées de telle sorte que les flammes, s'élevant au-dessus de l'autel, viennent couvrir toute la plaque de fonte; de là elles passent au-dessus d'un pont situé en face

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'autel à l'autre extrémité du four, et revenant en sens inverse par-dessous la plaque, elles sont finalement conduites à la cheminée par un rampant.

L'emploi de cette plaque de fonte a pour résultat d'apporter une notable économie dans la consommation du combustible, et de favoriser le grillage des minerais en facilitant le départ du soufre et de l'arsenic qu'ils contiennent; en outre, cette sole métallique, substituée à une sole en briques réfractaires, remédie à l'inconvénient auquel cette dernière donnerait lieu, et qui serait de permettre à la soude de réagir sur la silice pour former, en pure perte, un double silicate de soude et d'étain.

Le minerai est chargé dans le four à l'état de schlick; suivant la pureté de ce schlick, cette charge varie de 6 à 9 cwts (305 à 457 kilog.). Lorsque le minerai est déjà chaud, on ajoute du carbonate de soude à 48 pour 100 d'alcali (8 à 10 kilog. par 100 kilog. de minerai), et en même temps on jette au bout de la sole, en face de l'autel, une ou deux pelletées de houille, dans le but d'obtenir une température aussi uniforme que possible. On chauffe à blanc pendant six heures environ, en ayant soin de remuer la masse de quart d'heure en quart d'heure et de jeter à chaque demi-heure un peu de charbon sur la sole, après quoi on commence par sortir la moitié de la charge, puis on remue encore et l'on sort l'autre moitié. En quatre charges on traite à peu près une tonne et demie de minerai avec 330 livres (148 kilog.) de carbonate de soude, et on obtient à peu près 10 cwts (508 kilog.) de minerai d'étain à l'état pur.

La matière, qui est à l'état pâteux en sortant du four, foisonne en se refroidissant. On la casse en morceaux de la grosseur d'un œuf, et après l'avoir mélangée avec 25 pour 100 de quartz, on la broie à l'aide d'un bocard; le rôle de ce quartz est de faciliter mécaniquement la séparation du minerai d'étain des croûtes dures d'alcali qui y sont attachées. Tout ce qui sort du bocard est alors soumis à des lavages répétés; les parties les plus dures sont de nouveau broyées avec du quartz, et quelquefois même elles retournent au réverbère où elles subissent un nouveau traitement avec le sel de soude.

Cette méthode a l'inconvénient d'être coûteuse, car, au point de vue mécanique et chimique, elle donne lieu à une perte notable de minerai; la perte chimique provient de la formation d'une certaine quantité de stannate de soude soluble.

En substituant le sulfate au carbonate de soude cette perte est diminuée et, par conséquent, le procédé est moins coûteux; mais l'opération est plus difficile à conduire, car il faut que la réaction soit alternativement oxydante et réductrice. Voici comment on opère :

Le minerai, amené à l'état de schlick comme ci-dessus, est mélangé avec une proportion de sulfate de soude qui varie suivant la quantité de wolfram qu'il renferme, de manière à faire passer tout ce wolfram à l'état de tungstate de soude; puis on ajoute un peu de houille pulvérisée et on charge le tout dans un fourneau à réverbère. D'abord on donne au foyer une allure telle que les flammes arrivent chargées de fumée et opèrent par réduction pendant qu'on remue les matières. Le sulfate de soude est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

alors décomposé, la soude est rendue libre, et bientôt, grâce au changement d'allure des flammes qu'on rend oxydantes, on détermine la formation du tungstate de soude. L'opération dure six heures environ, après quoi on défourne et fait tomber les matières toutes rouges dans une citerne remplie d'eau. Au bout d'un jour on fait couler la solution de tungstate de soude à travers un tamis, et il ne reste plus dans la citerne que le minerai d'étain purifié, qu'on a soin de laver de nouveau pour le débarrasser d'une certaine quantité de peroxyde de fer laissée par le wolfram. En vingt-quatre heures on peut traiter quatre charges de schlick de 36 cwts chacune (1 800 kilog.), exigeant 4 ou 5 tonnes de houille.

La solution de tungstate de soude peut recevoir quelques applications. Ainsi, en la faisant bouillir, on obtient des cristaux qui peuvent servir en teinture et qu'on peut employer également soit à rendre les tissus incombustibles, soit à blanchir le lin, soit encore à faire des couleurs de bronze, etc.

A Zinnwald, en Bohême, le wolfram est imparfaitement séparé par voie mécanique et vendu 10 shil. 6 d. par cwt (soit 25^{f},80 par 100 kilog.). En 1859 on en a fait près de 26 tonnes. (*Ibid.*)

(M.)

Lunettes de sûreté en mica pour les ouvriers, par M. le Dr H. Cohn. — L'usage, récemment développé, des cylindres de lampe en mica a fait penser à l'auteur que cette matière pourrait être avantageusement employée pour la construction des lunettes de sûreté. Il a donc suggéré cette idée à M. Raphael, fabricant à Breslau, qui en a obtenu des résultats extrêmement intéressants.

Les verres de lunettes en mica sont courbes comme les verres de montres, et ne couvrent pas seulement la partie antérieure du globe de l'œil, mais s'appliquent, avec leur monture en laiton, sur le bord osseux de la cavité oculaire, sans que pourtant le verre touche les cils. La monture est en fil mince de laiton, et l'on peut facilement lui donner avec la main la courbure que l'on désire. Les branches sont soudées solidement sur cette monture et n'ont aucune charnière, ce qui diminue le prix. Les verres en mica n'ont qu'un demi-millimètre d'épaisseur; ils préservent l'œil tout entier des éclats de matières qui pourraient l'atteindre.

Comme on n'emploie, pour ces lunettes, que le mica le plus pur et le plus transparent, on voit aussi bien qu'à travers le verre; cependant le mica le plus beau ayant toujours une légère teinte grise, on voit nécessairement les objets avec cette nuance. Mais cela n'empêche point de lire un écrit à la même distance et aussi facilement qu'à l'œil nu. D'ailleurs, pour les ouvriers qui emploient le feu, cette faible coloration sert d'adoucissement, et, pour les autres, elle ne présente aucun inconvénient.

Outre l'avantage de protéger l'œil complétement, ces lunettes possèdent encore ceux de ne faire que se ployer sous des chocs violents, de résister aux chutes, de soutenir le contact de métaux portés au rouge, et même pendant quelques instants celui de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fonte de fer en fusion. Le tranchant ou la pointe de l'acier peut seul les attaquer; cependant, par leur élasticité, elles repoussent les copeaux de métal qui viennent les frapper.

Ces lunettes sont presque de moitié plus légères que les lunettes ordinaires, coûtent beaucoup moins, et peuvent être employées à préserver les yeux dans un grand nombre de professions. (*Breslauer Gewerbeblatt* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Sur un mordant propre à produire le mat à la surface du laiton, par M. le Dr Stölzel. — M. le Dr Stölzel a communiqué à la Société industrielle de Nuremberg les résultats de ses expériences sur les moyens de produire, à l'aide d'un mordant, un grain mat à la surface des objets en laiton, et d'obtenir, par suite, sur ces objets la dorure ou l'argenture mate.

Depuis longtemps, il est vrai, on emploie, pour donner cet aspect à diverses pièces d'horlogerie, un mélange d'argent très-divisé, de sel marin et de crème de tartre, que l'on humecte et dont on frotte le laiton. Paris, Vienne, Gmund (en Souabe) ont même, assez récemment, commencé de verser, dans le commerce, des objets en laiton revêtus d'une belle dorure mate.

Des expériences de M. Hang ont démontré que, quand on déroche le laiton, les métaux qui le composent ne se dissolvent pas dans les proportions qui constituent l'alliage, mais que l'acide entraîne une quantité de zinc relativement plus considérable, et laisse la surface plus riche en cuivre et d'un jaune plus prononcé. Si l'on réfléchit, d'ailleurs, que l'opération varie l'aspect de la surface et tend à la rendre tantôt polie, tantôt rude et mate, on entrevoit la possibilité d'obtenir le mat demandé.

Parmi les divers moyens d'y parvenir, le suivant se recommande par la facilité et l'économie de son exécution. Les objets sont plongés, pendant douze heures et plus, dans un mélange de 1 volume d'acide sulfurique concentré, 1 volume d'acide azotique concentré ordinaire du commerce, et 8 volumes d'eau; ils doivent être disposés de manière à ne pas se toucher, et recevoir de toutes parts l'action du liquide. Après l'immersion, ces objets se trouvent couverts d'un dépôt gris-noirâtre et pulvérulent, qu'on lave bien avec de l'eau et sous lequel on reconnaît la texture, légèrement feuilletée et moirée, du laiton : c'est alors que l'on procède au dérochage qui doit développer le mat. Après avoir préalablement décapé les objets, on les plonge donc dans de l'acide azotique, affaibli par des opérations précédentes; puis on les immerge rapidement l'un après l'autre dans de l'acide azotique ordinaire concentré, et enfin dans un mélange destiné à donner le brillant, et composé de 2 volumes d'acide azotique concentré, et de 1,5 volume d'acide sulfurique concentré, auquel on ajoute un peu de sel marin; de là on les porte promptement dans l'eau pure. Pour neutraliser complétement les dernières portions des acides qui peuvent encore adhérer au métal, il est à propos de ne sécher les objets dans la sciure de bois qu'après les avoir fait passer dans une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

solution faible de carbonate de soude, ou dans un lait de chaux. Il est, d'ailleurs, facile de comprendre que la formation du mat, indépendamment de l'exécution, dépend aussi de la composition du laiton. Il est même remarquable que les planches minces de laiton donnent un mat plus fin et moins prononcé que les planches épaisses, parce que la texture originairement grenue et cristalline du laiton devient progressivement nerveuse sous l'action répétée du laminoir.

On a essayé d'autres procédés, principalement en vue d'abréger l'opération du premier décapage. On a notamment recouru à divers acides, tels que l'acide chlorhydrique, l'acide azotique, l'eau régale à différents degrés de concentration, ou bien à des mélanges de bichromate de potasse et d'acide sulfurique, ou de bichromate de potasse, de sel marin et d'acide sulfurique, ainsi qu'à d'autres compositions. Plusieurs de ces moyens ont donné des résultats satisfaisants quant à la durée de l'opération qui a pu être exécutée en deux heures avec un mélange de 1 volume de solution saturée de bichromate de potasse et de 2 volumes d'acide chlorhydrique concentré ordinaire. On augmente aussi beaucoup la rapidité de l'action en attachant les objets au pôle-cuivre ou au pôle-charbon d'une pile et en les faisant plonger dans un mélange étendu d'acide sulfurique et d'acide azotique, ou bien de chromate de potasse et d'acide chlorhydrique, et en plaçant en regard un électrode en laiton. (*Dingler's polytechnisches Journal.*)

Détermination quantitative de la proportion des corps gras neutres contenus dans les savons, par M. le Dr Bolley. — M. Gottlieb a proposé, en 1853, d'utiliser, pour cette détermination, l'insolubilité, dans l'éther, des savons à base de terres alcalines, saturées par les acides gras ; mais il reconnaît lui-même que ce moyen n'est qu'approximatif, parce que l'insolubilité supposée n'est nullement parfaite, en ce qui concerne les oléates terreux, bien qu'elle soit plus complète pour les stéarates et les palmates. Ce procédé est d'ailleurs compliqué, parce que, après avoir décomposé une solution de savon par un sel soluble de baryte ou de chaux, il faut laver beaucoup et sécher le précipité pour en extraire ensuite le corps gras resté neutre et non saponifié, dont ces opérations peuvent faire perdre une certaine quantité.

M. Perutz, de Teplitz, ayant, sur l'invitation de l'auteur de l'article, entrepris quelques expériences sur la solubilité du savon de soude ordinaire dans la benzine et dans le naphte de pétrole a reconnu que cette solubilité est assez faible pour en permettre avantageusement l'emploi dans ces recherches. Il faut seulement :

1° Dessécher le savon, à 100 degrés C., pour en extraire la plus grande partie de l'eau qu'il contient ;

2° Redistiller les deux produits volatils pris dans le commerce, et n'employer que les premières portions de benzine ou de naphte de pétrole passées dans le récipient, jusqu'à concurrence de 85 à 86 pour 100 au plus ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° Enfin, lors de l'évaporation subséquente sur le bain-marie, éviter qu'il ne reste dans le résidu une certaine quantité de l'huile volatile employée, qui se trouverait ainsi comprise dans la pesée.

Les faits suivants prouvent combien est faible la solubilité du savon dans ces deux huiles volatiles.

On a fait bouillir pendant longtemps 11^{gr},3 de savon de Marseille dans de la benzine, en ayant soin de condenser les premières vapeurs, et de verser de nouveau plusieurs fois le produit dans la cornue. On a ensuite filtré et fait évaporer. Le résidu pesait 0^{gr},145 ou 1,2 pour 100. Il se composait du corps gras qui avait échappé à la saponification et du savon dissous. Or les cendres de ce résidu pesaient 0^{gr},002, ce qui représentait environ 0^{gr},15 de savon entraîné par le dissolvant, ou les 0,13 p. 100 du savon soumis à l'analyse.

Une autre expérience avec le naphte de pétrole a donné des résultats analogues. (*Schweizerische polytechnische Zeitschrift,* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

(V.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 23 avril 1869.

Présidence de M. *Amédée-Durand,* vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Poznanski* (le docteur F.), rue Coq-Héron, 17, présente 1° un sphygmomètre, 2° un porte-plume à réservoir d'encre de deux formes différentes, et 3° un buvard sous-main à charnières croisées, et il appelle l'attention de la Société sur la compensation et l'attraction capillaire dont il s'est servi dans les deux premiers instruments. (Arts économiques.)

MM. *Kastenbein* et *Stœhlin,* rue Fontaine-au-Roi, 49, soumettent à l'examen de la Société une machine à composer les feuilles d'imprimerie et un distributeur mécanique des caractères, qui, suivant eux, présentent de grands avantages. Pendant la séance ils ont été admis à donner des détails sur leurs machines et les avantages qu'elles procurent, et ils les ont fait fonctionner, en fournissant tous les renseignements qui leur étaient demandés. (Arts mécaniques.)

M. *Legras* (L. N.), 125, Wardoor street, Oxford street, Soho, à Londres, appareil pour conserver les viandes et autres denrées alimentaires fraîches pendant un long transport. (Arts économiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Fitzhenry* (Ed.) fait présenter par M. Soulié (E.), ingénieur civil, boulevard Malesherbes, 60, une machine pour nettoyer, dresser et lisser les peaux et les cuirs. Elle consiste en une table ou plateau maintenu horizontal et ayant, dans ce plan, la faculté de se mouvoir en tous sens au gré de l'ouvrier, tandis que des outils divers suspendus au-dessus ont un mouvement de va-et-vient sur des coulisses et font sur la peau les opérations qu'on veut exécuter. (Arts mécaniques.)

M. le *Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics* adresse, pour la bibliothèque de la Société, deux exemplaires des nos 8, 9 et 10 du Catalogue des brevets d'invention pris en 1868 et deux exemplaires du tome LXV de la collection des Brevets d'invention.

M. *Vidal* (P.), instituteur, à Montrel (Ariége), soumet à l'examen de la Société trois opuscules in-18 : 1° *les Loisirs d'un instituteur;* 2° *les Animaux domestiques et les Oiseaux;* 3° *Aide-mémoire agricole.* (Agriculture.)

M. *Bon* (A.), rue de Chevert, 28, présente à la Société des pierres artificielles qui ont une dureté bien supérieure au strass ordinaire et qui rayent facilement le verre à vitre. (Arts chimiques.)

M. *de Milly* (A.), rue de Calais, 19, fait connaître à la Société le procédé par lequel il est parvenu à fabriquer les acides gras propres aux bougies, sans produire en même temps la matière noire qui colorait ordinairement les acides liquides. Ainsi la saponification sulfurique remplace maintenant la saponification alcaline, en produisant directement des acides gras d'une qualité et d'une blancheur irréprochables, sans causer dans la matière grasse d'autre déchet que celui qui résulte de la séparation de la glycérine. (Arts chimiques.)

M. *Declercq* (Charles), rue Nicolo, 65, Passy-Paris, donne la description et le croquis d'un appareil portatif pour photographie qui, par une combinaison convenable de châssis à coulisse et de cuvette cylindro-ovoïde en gutta-percha, permet d'opérer en plein air, avec des glaces collodionnées humides, sans avoir de laboratoire obscur ou autre accessoire gênant ou compliqué. (Arts économiques.)

M. *Aubert* (Louis), vernis au tampon pour la chaussure. (Arts économiques.)

M. *Le Chatelier* adresse à la Société un exemplaire du mémoire qu'il vient de publier sur la marche à contre-vapeur des machines locomotives. En faisant cet envoi, il attire l'attention du Conseil sur le principe auquel il s'est arrêté et qu'il avait signalé dès l'origine, savoir : l'injection de l'eau de la chaudière dans l'échappement du cylindre, de préférence à une émission de vapeur ou à celle d'un mélange de vapeur et d'eau.

Il est convaincu que l'eau peut seule empêcher, dans tous les cas, un échauffement du cylindre s'élevant jusqu'à une température nuisible, et il cherche à définir le rôle que les cylindres jouent dans la contre-vapeur, en les considérant comme des échangeurs de chaleur. Les expériences faites sur un grand nombre de locomotives marchant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

suivant chacun de ces trois systèmes ont mis, suivant lui, ce résultat hors de doute. Si dans les pentes faibles et courtes, comme celles du chemin de fer du Nord, la vapeur seule a pu être employée sans inconvénient, le chemin de fer d'Orléans, qui a des pentes plus fortes, a préféré s'en tenir à l'injection de l'eau seule, et le chemin de fer du Midi, qui est dans le même cas, a adopté la même marche depuis le mois de janvier dernier.

MM. les *Secrétaires* signalent les ouvrages suivants parmi les livres imprimés reçus par la Société :

M. *Dormoy* (Émile), ingénieur au corps impérial des mines. Topographie souterraine du bassin houiller de Valenciennes. Paris, 1867, Imprimerie impériale. 1 vol. in-4° avec atlas in-folio de 24 planches. Don de M. le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics.

M. *Jacqmin* (F.), ingénieur des ponts et chaussées, directeur de l'exploitation du chemin de fer de l'Est. De l'exploitation des chemins de fer; Paris, 1868, 2 vol. in-8°. Garnier frères, éditeurs.

M. *Combes* (Ch.), inspecteur général des mines, membre de l'Institut. Études sur la machine à vapeur. Distribution de la vapeur au moyen d'un tiroir unique et marche à contre-vapeur, application de la théorie mécanique de la chaleur. 1 vol. in-8°. Dunod, éditeur.

M. *Le Chatelier,* ingénieur en chef des mines. Mémoire sur la marche à contre-vapeur des machines locomotives. Paris, 1869, 1 vol. in-8°.

M. *Ordinaire de Lacolonge.* Recherches théoriques et expérimentales sur le ventilateur à force centrifuge. Paris, 1869, J. Baudry, éditeur, 1 vol. in-8°.

M. *de Montrichard* (le marquis), sous-inspecteur des forêts. Transmission liquide de mouvements alternatifs. Paris, 1869, Blot (Ed.), éditeur, brochure in-8°.

M. *Moigno* (l'abbé). Mélanges de physique et de chimie pures appliquées. Paris, 1868, brochure in-18.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Engrais de matières animales.* — M. *Mangon* (Hervé) lit, au nom du comité d'agriculture, un rapport sur les engrais fabriqués avec des matières animales par les procédés de M. le docteur *Boucherie,* qui sont employés par M. *Groualle,* son gendre, dans la ferme de la Chapelle-au-Rocq, près de Château-Thierry.

Le comité propose de remercier MM. *Boucherie* et *Groualle* de l'intéressante communication qu'ils ont faite à la Société, et il demande l'insertion du rapport dans le *Bulletin.* Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voir au *Bulletin* de mai 1869, p. 277.)

Tubes réchauffeurs de vapeur. — M. *Bois* (Victor) lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur un appareil que M. *Petitpierre* a présenté à la Société et qu'il nomme *multiplicateur inexplosible.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce rapport donne lieu à une discussion dans le Conseil, à la suite de laquelle il est renvoyé au comité avec l'assentiment du rapporteur.

Membres adjoints. — M. *Chatin* fait, au nom du *comité d'agriculture,* un rapport pour demander l'autorisation de faire au Conseil des propositions pour la nomination de deux membres adjoints.

M. *Balard* fait, au nom du *comité des arts chimiques,* un rapport pour demander aussi l'autorisation de faire des propositions pour la nomination de deux membres adjoints à ce comité. Cette demande ne doit pas, dit-il, faire double emploi avec l'autorisation de faire nommer deux membres adjoints qui a déjà été donnée au comité des arts chimiques, de sorte qu'il fera, en définitive, des propositions pour la nomination de quatre adjoints. Ces deux autorisations sont accordées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Ravivage des limes.* — M. *Werdermann* expose, pour M. *Dienheim,* un nouveau procédé pour le ravivage des limes usées et fait cette opération devant la Société.

Les limes bien nettoyées par de l'eau chaude et de la soude, puis lavées avec soin, sont suspendues au pôle positif dans un bain composé de 40 parties d'acide sulfurique, 80 parties d'acide nitrique et 1000 parties d'eau. Le pôle négatif est formé par une spirale en cuivre entourant les limes à une certaine distance d'elles, et se terminant par un fil remontant vers la surface. Ces conditions et quelques autres dispositions pratiques que M. *Werdermann* fait connaître à l'assemblée ont été déterminées par l'expérience. Au bout de dix minutes, les limes sont reprises, lavées et séchées, et on remarque une attaque très-sensible dans toutes les parties creuses. Si cette action n'a pas été suffisante, on replace les limes au pôle positif pendant un temps pareil; à la deuxième ou, au plus, à la troisième opération de ce genre, les limes sont ravivées comme à l'état neuf, et sont en état de fournir encore environ soixante heures de bon travail.

L'expérience faite par M. *Werdermann* a nécessité l'emploi de douze éléments moyens de Bunsen pendant vingt minutes, et elle a donné immédiatement des résultats très-satisfaisants.

Cette industrie est installée à Naples et dans quelques autres villes de l'Italie, et à Paris plusieurs grands établissements et une compagnie de chemins de fer font raviver par M. *Dienheim* plusieurs milliers de limes par semaine.

M. le *Président* remercie MM. *Werdermann* et *Dienheim* de la communication qu'ils viennent de faire à la Société, et charge le comité des arts chimiques d'en faire l'examen.

Projections sur un tableau pour les cours publics. — M. *Doray*, pharmacien, à Saint-Lô (Manche), développe devant la Société les avantages qu'on peut retirer, dans les cours publics, de l'emploi de la *lanterne magique*, pour faire apparaître sur un tableau les figures dont le professeur a besoin dans ses démonstrations.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La lanterne magique est connue depuis très-longtemps. Dans ces derniers temps on a varié ses effets, et on s'en est beaucoup servi aux cours publics de la Sorbonne, aux soirées que M. l'abbé *Moigno* a faites pendant plusieurs années et dans beaucoup d'autres séances publiques, pour projeter sur un tableau la représentation d'objets qui devaient être vus par tous les membres d'une nombreuse réunion; mais pour cela on a toujours employé une lumière puissante, la lampe électrique de Foucault, la lumière de Drummond, etc. M. *Doray* a reconnu que, dans un grand nombre de cas, on pouvait obtenir, avec des moyens plus simples, des images très-nettes et d'une illumination suffisante; il en a fait l'expérience aux leçons d'un cours de botanique appliquée et a complétement réussi.

Il se sert d'une lampe ordinaire à pétrole fournissant une lumière très-blanche, équivalente à onze bougies; la teinte spéciale de cet éclairage contribue pour beaucoup à la netteté des images. Les sujets qu'il amplifie sont, ou bien de petits objets naturels translucides qu'il colle sur un verre, ou des photographies, ou des calques faits sur verre avec une encre grasse siccative. Le tableau qui reçoit les projections est une feuille de papier dioptrique de 1 mètre carré environ, qui est tendue sur un cadre léger en bois mince. Cette disposition rend les images projetées visibles pour tous les spectateurs, sans qu'on ait à se préoccuper de l'ombre portée par l'appareil.

Des installations de ce genre peuvent être faites partout sans aucuns frais. Les sujets à amplifier peuvent être préparés par tout le monde en se servant des recommandations de M. *Doray,* et la lanterne magique est un instrument d'optique très-répandu, soit comme jouet d'enfant, soit comme objet d'étude dans les cabinets des colléges. M. *Doray* trouve qu'on est bien loin d'avoir retiré de cet instrument tous les services qu'il peut rendre à l'étude des sciences. Il termine ces explications en opérant devant l'assemblée un certain nombre de ces projections relatives à la botanique.

M. le *Président* remercie M. *Doray* de cette communication, et en prononce le renvoi au comité des arts économiques.

Projection d'objets en mouvement. — M. *Bourbouse,* qui a fait, au commencement de 1868, une communication importante à la Société sur un appareil d'éclairage employant l'air comprimé, fait exposer par M. *Lissajous,* membre du Conseil, les procédés qu'il emploie pour obtenir, dans les cours publics, des projections d'objets en mouvement. C'est encore de la Lanterne magique et du Mégascope qu'il s'agit ici; mais ces instruments sont employés dans des conditions spéciales.

Le bec lumineux est une modification de celui que M. *Bourbouse* a présenté à la Société le 24 janvier 1868, et qu'il a considérablement amélioré depuis cette époque, avec la collaboration de M. *Wiesnegg.* L'extrémité supérieure du tube, au lieu d'être évasée, est bouchée en partie par un crayon de magnésie qui fait saillie au dehors et est recouvert par un panier en toile de platine dont la forme est celle d'un petit creuset renversé. Le gaz mélangé sort entre ce panier et le crayon, par l'espace étroit annulaire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

auquel ce dernier réduit l'orifice du tube; la combustion s'opère, sans bruit, entre la magnésie et la toile métallique, et en peu d'instants ces deux corps arrivent à une température incandescente telle, que la lumière produite est d'un blanc très-pur. On a ainsi un point lumineux d'un petit volume et d'une grande intensité qu'on peut établir sans préparatif partout où on peut avoir du gaz d'éclairage et où on peut établir une pompe à main.

Les sujets qui doivent être projetés sur le tableau ont été décomposés par M. *Bourbouse* en plusieurs feuilles de verre dont chacune ne contient que l'un des organes mobiles. Des coulisses et des bielles les assemblent avec un support en verre sur lequel les parties qui restent fixes sont représentées, et l'opérateur, en tournant une manivelle, communique aux diverses parties mobiles les mouvements qui leur sont nécessaires pour la représentation exacte des objets sur lesquels porte l'enseignement du professeur. Ce système est d'un effet remarquable pour la démonstration du mouvement des machines. L'intelligence de leurs organes ne résulte plus d'un travail de l'esprit, comme dans les démonstrations ordinaires sur des figures tracées sur un tableau; elle est actuelle, complète; les spectateurs ont *vu* marcher les organes et ont été *témoins* des conséquences de ce mouvement.

M. *Bourbouse* se sert, pour ces représentations, de photographies qu'on reproduit en grand nombre avec un même négatif; il a pu former une collection considérable d'appareils de ce genre, et leur emploi a été d'un grand secours dans les cours publics qui se font depuis un certain temps à Paris. Il fait fonctionner devant l'assemblée, successivement, l'appareil du *tiroir des machines à vapeur*, *le moteur à gaz de M. Hugon, la machine à air chaud de M. Lobereau, un petit moteur électro-dynamique,* etc. Ces figures mobiles permettent à M. *Lissajous* d'expliquer à l'assemblée le jeu de ces diverses machines.

M. le *Président* remercie M. *Bourbouse* de cette intéressante communication et en renvoie l'examen au comité des arts économiques.

Nomination d'un membre. — M. *Compagnon,* maire de Manzat (Puy-de-Dôme), est nommé, au scrutin, membre de la Société d'encouragement.

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

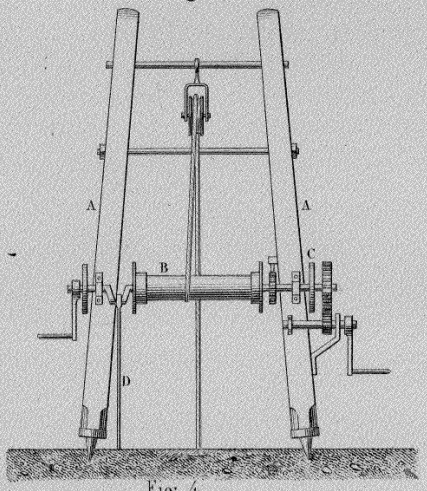


Fig. 2.

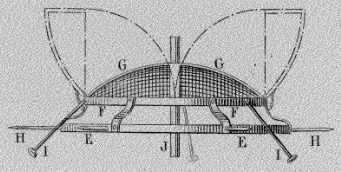


Fig. 3.

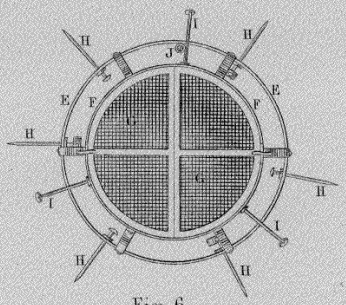


Fig. 4.

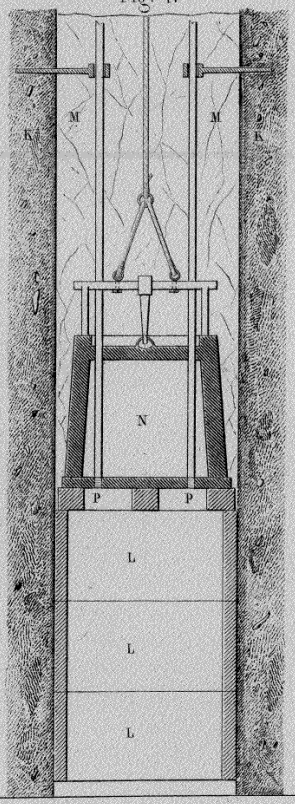


Fig. 5.

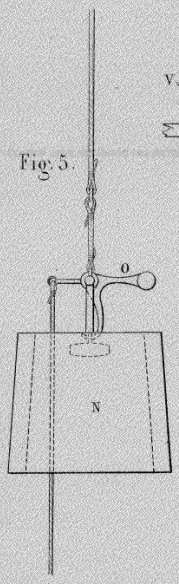
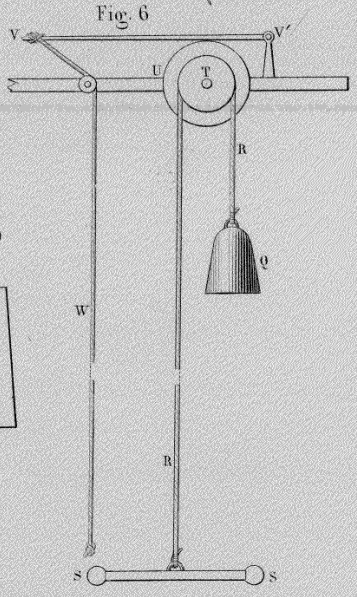


Fig. 6



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

OUTILLAGE PERFECTIONNÉ POUR LE CREUSEMENT DES PUITS, PAR M. PORTAIL.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

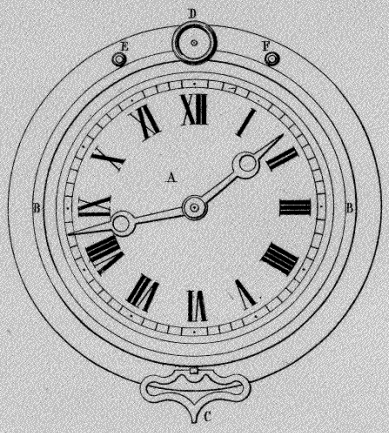


Fig. 2.

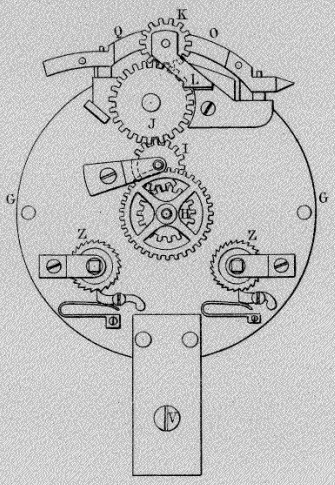


Fig. 3.

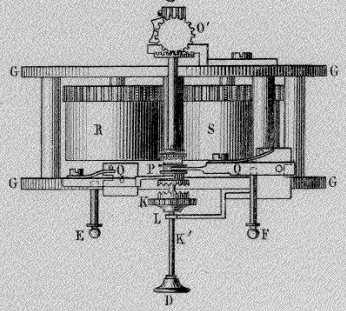


Fig. 4.

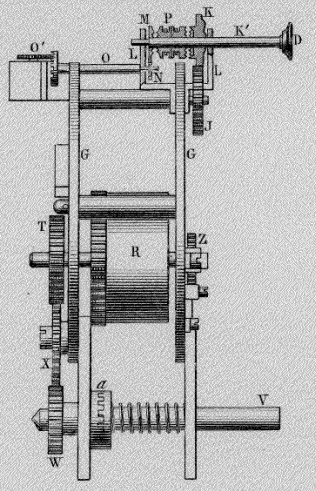
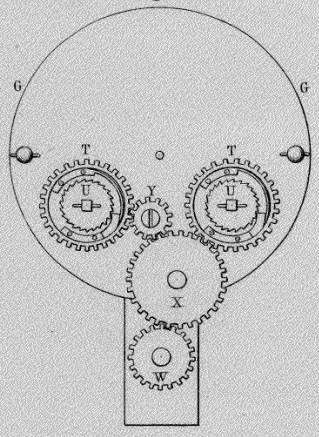


Fig. 5.

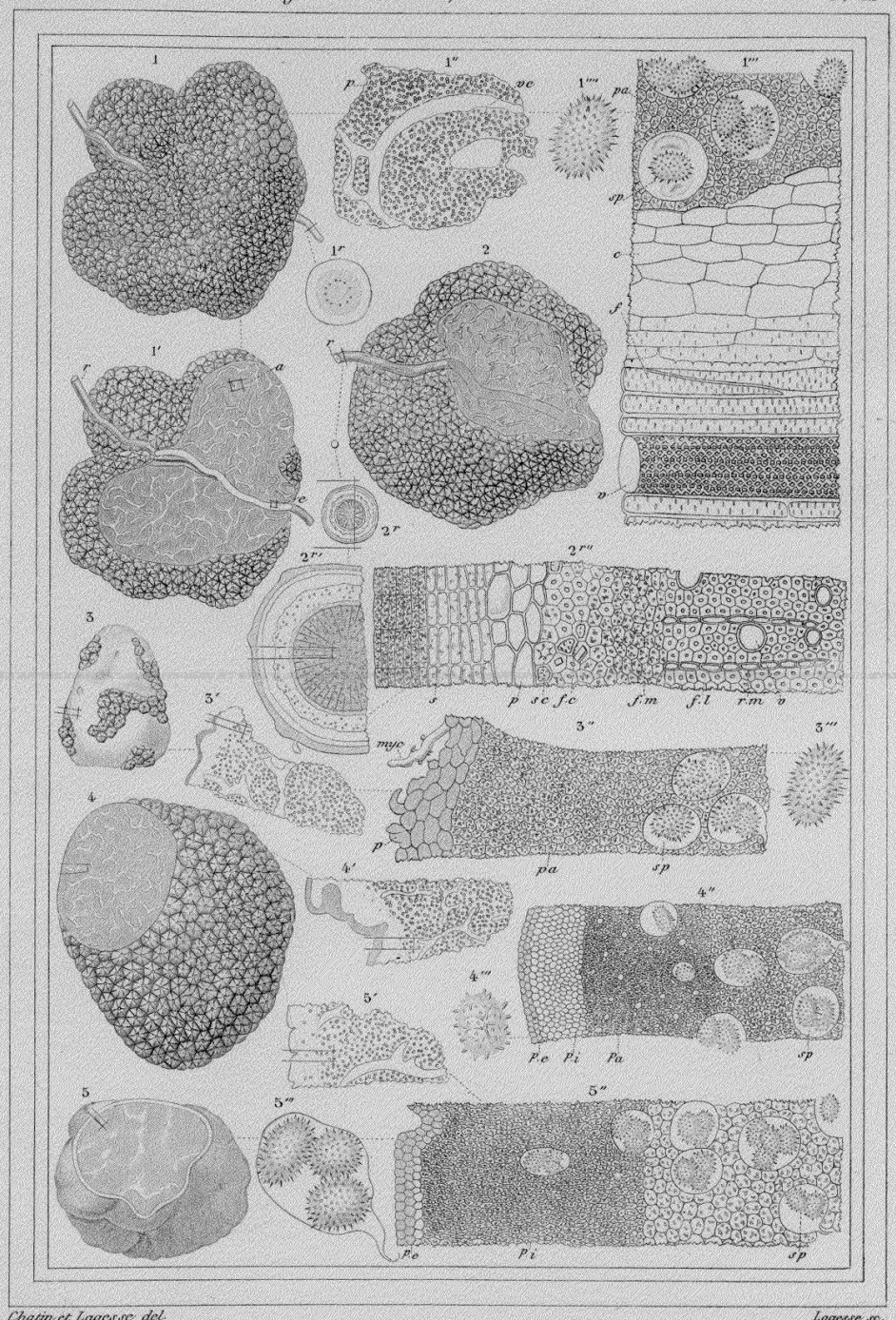


Imp. Lamoureux r. de Lacépède, 38 Paris

Ad. Leblanc del. et sc.

REMONTOIR POUR MOUVEMENT DE PENDULE, PAR M. ROBERT HOUDIN FILS.

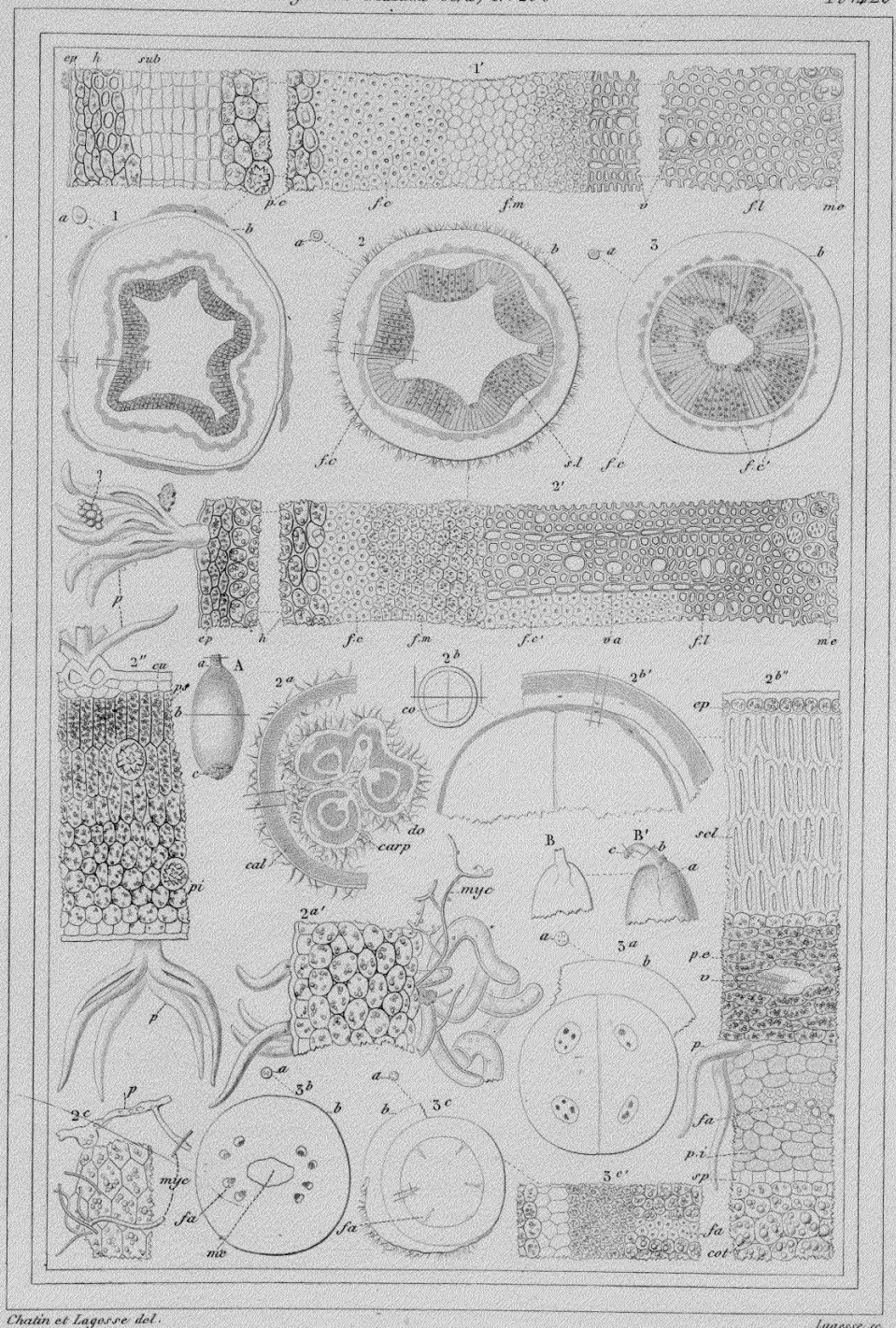
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Chatin et Lages sc. del. *Lagesse sc.*

1 2 TUBER MELANOSPORUM. 3 T. HIEMALBUM. 4 T. BRUMALE. 5 MELANOGASTER.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Chatin et Lagosse del. *Lagosse sc.*

1 QUERCUS PUBESCENS. 2, A. Q. ILEX. 3, B. Q. PSEUDO-ILEX.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

68e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XVI. — Septembre 1869.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par M.* ALCAN, *au nom du comité des arts mécaniques, sur les* DÉBRAYEURS ÉLECTRIQUES *de* MM. RADIGUET *et* LECÊNE, *boulevard Mont-Parnasse*, 124, *à Paris.*

Messieurs, le progrès le plus saillant et le plus général réalisé récemment dans le travail des arts textiles consiste dans des perfectionnements qui ont permis d'augmenter sensiblement les vitesses des organes et, par conséquent, la production des machines. Or, plus la rapidité des mouvements est grande, et plus il devient urgent de pouvoir les arrêter spontanément et instantanément lorsqu'une cause de malfaçon vient à se présenter. Ces causes sont variables et complexes; elles se manifestent dans les diverses périodes des transformations : aux préparations, à la filature et aux tissages. Jusqu'ici les moyens employés pratiquement pour opérer le débrayage spontané sont purement mécaniques et n'existent pas encore dans tous les cas désirables. Ils fonctionnent dans les machines à préparer la matière, pendant les étirages, et dans le tissage seulement, si un accident arrive à la trame pendant le travail; mais l'effet de ces débrayeurs mécaniques n'agit pas toujours assez promptement, il se passe un temps sensible entre le moment de l'accident et l'arrêt de l'outil; de plus, on n'a pas trouvé de moyens pour suspendre automatiquement le travail lorsque la perturbation a lieu dans des condi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tions autres que celles que nous venons de mentionner. Lorsqu'un fil de la chaîne, par exemple, vient à casser pendant le tissage, rien n'en prévient l'ouvrier et, si sa surveillance fait défaut, le mauvais travail continue; s'il s'aperçoit, au contraire, de l'accident, il est obligé de détisser pour le réparer. Un pas a été fait cependant dernièrement dans cette direction par l'application d'un casse-fil à mouvement d'arrêt, adapté à l'ourdissoir automatique.

Les propriétés du courant électrique, son extrême sensibilité et l'instantanéité de son action ont dû naturellement y faire songer pour s'en servir dans les circonstances que nous mentionnons; cependant jusqu'ici les moyens électriques, par des causes dans lesquelles nous ne croyons pas devoir entrer pour le moment, n'ont pu se faire adopter par la pratique.

MM. Radiguet et Lecêne, qui s'occupent depuis plusieurs années de cette question, ont pris de nombreux brevets pour l'application des débrayeurs aux différentes transformations usitées dans la fabrication des tissus; ils sont arrivés, dès à présent, à les adapter avec succès aux différents systèmes de métiers à faire les tricots. Grâce à des dispositions aussi simples que sûres, les machines, quelle que soit leur vitesse, s'arrêtent spontanément et instantanément dans les diverses circonstances qui produiraient des accidents si le mouvement n'était suspendu. Ainsi le travail cesse si un fil vient à casser, s'il s'accumule en un point d'une aiguille, s'il présente une irrégularité sensible, si la maille ne se fait pas ou se réalise mal, et enfin si une perturbation quelconque se fait sentir dans les organes du métier.

Le moyen fondamental pour arrêter le travail, dans ces différents cas, reste le même; le courant électrique, interrompu pendant la marche normale, se trouve rétabli par la cause accidentelle en faisant rapprocher les surfaces de contact destinées au circuit qui doit agir sur un levier relié, soit à la fourchette d'une courroie pour la faire passer de la poulie fixe sur la poulie folle, soit à la demi-griffe d'un manchon débrayeur pour en désengrener les dents.

Si le principe fondamental ne change pas, il n'en est pas de même des dispositions de détails, destinées à établir les relations entre le point de départ qui cause l'accident et les éléments de l'appareil destinés à le faire cesser. La manière de rétablir et de suspendre le courant suivant les besoins fait l'objet d'une série de combinaisons ingénieuses, dont on se rendra facilement compte par les figures jointes à ce rapport.

Ces moyens sont tellement efficaces que, malgré la répugnance que rencontre, en général, l'usage de la pile dans des ateliers qui n'ont pas l'habitude

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de s'en servir, plusieurs fabricants de bonneterie emploient néanmoins, à leur grande satisfaction et depuis plus d'un an, les débrayeurs électriques de MM. Radiguet et Lecêne. Il est vrai qu'une petite pile au mercure de quatre éléments suffit à une cinquantaine de métiers. La dépense de la pile est si minime que les inventeurs l'estiment à moins d'un centime par jour et par métier.

La perfection des produits et l'économie de la main-d'œuvre paraissent, au contraire, considérables. Il ne faut qu'une personne là où deux à trois seraient indispensables sans le concours du débrayeur.

Les résultats déjà obtenus par les persévérants efforts de MM. Radiguet et Lecêne méritent d'être portés à la connnaissance du public. Votre comité des arts mécaniques a, par conséquent, l'honneur de vous proposer de remercier MM. Radiguet et Lecêne de leur intéressante communication, et d'insérer dans le *Bulletin* le présent rapport et les dessins des principales dispositions des débrayeurs qui y sont mentionnés.

Signé ALCAN, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 24 *juillet* 1868.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 421 REPRÉSENTANT LE SYSTÈME DE DÉBRAYAGE ÉLECTRIQUE DE MM. RADIGUET ET LECÊNE.

Le débrayage électrique que nous allons décrire est celui que MM. Radiguet et Lecêne appliquent au métier circulaire à tricot.

Fig. 1. Élévation partielle d'un métier circulaire muni du système de débrayage électrique, du révélateur des fils cassés, ainsi que de l'appareil révélateur des aiguilles trop chargées et des trous ou mailles coulées.

Fig. 2. Vue de profil du même système de débrayage à une plus grande échelle.

Fig. 3. Autre vue dans un plan vertical perpendiculaire à celui de la figure 2 (vue postérieure).

Fig. 4. Élévation de l'appareil révélateur des fils cassés, vu du côté de l'une des faces de la boîte des contacts.

Fig. 5. Autre vue dans un plan perpendiculaire à celui de la figure précédente, avec section de la boîte des contacts.

Fig. 6. Section verticale suivant la ligne I, II de la figure 5.

Fig. 7. Plan du révélateur de trous et d'aiguilles chargées, dans la position horizontale qu'il occupe lorsqu'il est monté au métier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 8. Vue du même révélateur dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 7.

Débrayeur (fig. 1, 2 et 3).

A, support de l'appareil, fixé au métier circulaire à tricot dont la figure 1 donne une élévation partielle.

B B′, fourchette chargée de maintenir en prise le manchon d'embrayage de l'arbre moteur.

C, C, oreilles entre lesquelles est placé l'axe de rotation de la fourchette B B′, laquelle s'incline en avant lorsqu'elle abandonne le manchon d'embrayage (voir le ponctué de la figure 2); ces oreilles sont venues de fonte avec le support A.

D, D, petits galets fixés à l'intérieur de la fourchette B B′ (fig. 3), et entre lesquels est saisi le manchon d'embrayage.

E, manchon d'embrayage (fig. 1) que la fourchette B B′ maintient en prise avec la poulie motrice ou laisse échapper, suivant que le courant électrique ne passe pas ou passe dans l'appareil, positions qui correspondent respectivement au fonctionnement ou à l'arrêt du métier.

F, lame de ressort fixée au support A, et tendant constamment à repousser la tige B′ de la fourchette en dehors de sa position verticale.

G G′, levier à crochet fixé à la partie supérieure du support A, et pouvant basculer de haut en bas; lorsqu'il est dans la position horizontale, le crochet G enclanche la tige B′ de la fourchette en comprimant le ressort F et, par suite, le manchon E est embrayé.

H, bobines d'un électro-aimant fixé horizontalement au support A.

I, I′, armature de l'électro-aimant, munie d'une tige I′ chargée, quand le courant ne passe pas, de soutenir la queue du levier G G′ pour l'enclanchement de la tige de la fourchette B B′.

J, axe d'oscillation de l'armature I, I′.

K, borne pour attacher le fil de l'un des pôles de la pile.

L, petite vis buttante, réglant l'angle d'oscillation de l'armature I, I′.

M, poulie motrice du métier.

Cela posé, voici comment l'appareil fonctionne :

Les choses étant disposées pour qu'il y ait fermeture du circuit au moindre accident, si un fil vient à casser, si un trou vient à se produire dans le tricot ou bien si une aiguille se trouve indûment chargée de plusieurs mailles, immédiatement le courant arrivant par la borne K, l'armature I, I′ sera attirée, et instantanément le levier G G′ s'abaissant, la fourchette B B′ sera rendue libre et le manchon E débrayé. L'ouvrier réparera alors l'accident, puis il remettra facilement le métier en marche en relevant avec la main la tige de la fourchette B B′ pour l'enclancher de nouveau sous le crochet G.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il nous reste maintenant à expliquer comment les accidents dont nous venons de parler font passer le courant dans le débrayeur; pour chacun de ces accidents, il y a un petit appareil spécial.

Appareil révélateur des fils cassés (fig. 4, 5 et 6).

L'appareil révélateur des fils cassés est placé en N dans la disposition générale du métier (voir fig. 1); cette lettre est celle par laquelle nous désignerons la boîte des contacts.

N (fig. 4, 5, 6), boîte circulaire, en corne, renfermant les lames de contact O, O.

O, O, petites lames de ressort placées, en regard l'une de l'autre, à la circonférence intérieure de la boîte N, de manière à ne pouvoir se toucher lorsqu'elles sont au repos; chacune d'elles correspond respectivement à l'un des pôles de la pile, en sorte que de leur contact dépend la fermeture du circuit.

P, P, P, tiges, en fil de fer, recourbées en forme de longs crochets, dans chacun desquels passe un des fils Q du métier, en sortant de sa bobine alimentaire (fig. 1, 4 et 5).

R, axe fixé sur un disque de laiton, au centre de la boîte N, et autour duquel les crochets P peuvent tourner librement et indépendamment les uns des autres. A cet effet, ces crochets sont montés sur des bagues ou viroles, folles sur l'axe R; ils ne sont maintenus debout que par le fil qui les traverse en les soutenant, si bien que, lorsqu'un fil casse, le crochet correspondant tombe aussitôt. L'excessive et indispensable mobilité de ces crochets leur a fait donner par l'inventeur le nom de *danseurs*.

S, broche en fer fixée en haut d'un appendice de la boîte N, parallèlement à l'axe R, et portant de petites lames de ressort descendant derrière chaque crochet P pour le solliciter à tomber.

T, fil de fer contre-coudé, parallèle à l'axe R, et traversant le centre de la boîte N, autour duquel il peut tourner; c'est sur ce fil de fer que tombe chaque crochet, toutes les fois que le fil qui le soutient vient à casser.

U, petite masse de cuivre fixée dans l'intérieur de la boîte à l'extrémité du fil de fer T, et occupant la position indiquée figure 6, lorsque tous les crochets P sont debout, et que, par conséquent, le fil de fer T n'a pas été sollicité à descendre par la chute de l'un d'eux.

V, goupille fixée, comme un doigt, à la tête de la petite masse U; lorsque cette masse, par suite de la chute d'un crochet, se relève dans la position indiquée en ponctué figure 6, le doigt V descend, et, appuyant sur le ressort supérieur O, le met en contact avec le ressort inférieur. Or, comme ce dernier est, comme nous l'avons dit, en rapport avec l'un des pôles de la pile et que le premier correspond au débrayeur en relation lui-même avec l'autre pôle, le circuit se trouve fermé, et instantanément le débrayage du métier a lieu.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

W, borne inférieure où arrive l'un des fils de la pile, et portant le ressort inférieur O.

X, vis portant le ressort supérieur O, et à laquelle se rattache le fil qui correspond au débrayeur.

Cette borne et cette vis traversent le couvercle de la boîte N.

Y, broche en fer servant à fixer l'appareil sur le métier; son extrémité inférieure porte, àcet effet, un anneau qu'on serre sous une tête de vis.

Appareil révélateur des aiguilles trop chargées et des trous ou mailles coulées (fig. 7 et 8).

Cet appareil est placé en Z dans la disposition générale du métier représenté figure 1; il est monté concentriquement à la périphérie du tambour qu'enveloppe le tissu en cours de fabrication, et se relie, d'une part, à la pile et, de l'autre, au débrayeur. Il est construit de la manière suivante :

a, petite console en laiton, composée d'une table horizontale et d'une table verticale; cette console est placée sous la fonture horizontale, de telle sorte que, dans leur rotation, les aiguilles passent au-dessus et tout près d'elle sans la toucher.

Dès que, pour une cause quelconque, une aiguille ne renvoie plus la maille pour en laisser reformer une autre, plusieurs mailles s'accumulent sur son bec et la font ployer de haut en bas, si bien qu'en arrivant au-dessus de la console *a* elle produit un frottement, d'où résultent la fermeture immédiate du circuit et, par conséquent, le débrayage du métier.

b, levier en laiton fixé, sous la table horizontale de la console *a*, à un axe *c* autour duquel il peut tourner, et qui est isolé de la console par des rondelles en ivoire (fig. 7 et 8).

d, vis buttante portée par le talon du levier *b*, et servant à régler l'angle de rotation de ce levier.

Pendant la rotation des aiguilles, le levier *b*, placé dans la position de la figure 7, c'est-à-dire en dehors de la console dont il est complétement isolé, frotte sur le tissu qui passe devant lui; mais, si un trou ou une maille coulée se présente pendant la fabrication, il pénètre, par son extrémité, dans la solution de continuité du tissu et, entraîné alors dans la rotation, il rentre sous la console *a*, contre la table verticale de laquelle il vient butter; ce contact ayant pour résultat de fermer le circuit, le débrayeur fonctionne instantanément.

e, borne pour le fil de la pile.

f, fil en relation avec le débrayeur.

g, support de l'appareil; il est formé d'une règle en fer, de forme circulaire, se plaçant suivant la périphérie du tambour qui porte le tissu.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Instruction pour la pose des appareils et des fils électriques.

Poulie motrice et débrayeur. — Il n'y a à la poulie motrice et au manchon qu'une dent taillée à 45 degrés pour faciliter l'embrayage, et pour éviter tout frottement provenant de la vitesse acquise.

Le débrayage se fixe sur son support, de manière que les galets de la fourchette viennent prendre le manchon dans l'axe de l'arbre du métier.

La poulie tourne folle entre une bague perdue sous sa dent entraînante et la manivelle placée au bout de l'arbre de commande.

Le manchon va et vient sur une clavette fixe de la longueur de sa dent entraînée, qui se dégage de celle entraînante de la poulie quand le métier se débraye.

Appareils révélateurs. — Le révélateur des fils cassés se dispose en avant du fournisseur ou du guide-fil, et se règle en l'inclinant légèrement sur son axe de support, de façon que les *danseurs* soient toujours prêts à tomber dès que les fils qui les soutiennent viennent à casser.

Le support du révélateur de trous et d'aiguilles chargées se place sous une des roues repousseuses du métier, de telle sorte que la table horizontale de la console entre de 4 à 5 millimètres sous la fonture et se trouve éloignée de 1 millimètre de chaque aiguille qui passe devant elle.

Conducteurs électriques. — Deux fils conducteurs, correspondant aux deux pôles de la pile, sont disposés dans l'atelier; ce sont les conducteurs généraux. Au moyen d'une torsion faite avec soin, on greffe alors sur ces deux conducteurs tous les fils des appareils que porte chaque métier, et le fonctionnement électrique a lieu comme si les métiers avaient chacun une pile séparée.

De la pile.

On prend du bisulfate de mercure et on en met 100 grammes dans chaque vase de verre, puis on verse, dans ceux-ci, de l'eau ordinaire, de manière que les charbons s'y trouvant, le niveau ne s'élève pas à plus de 1 centimètre au-dessus du col; le tout est placé dans une boîte. Tous les charbons étant disposés du même côté, on relie au moyen d'un fil conducteur le charbon d'un élément au zinc de l'autre, et ainsi de suite. Enfin on met en communication avec le charbon l'une des bornes extérieures de la boîte, qui représente l'un des pôles, et avec le zinc l'autre borne, qui est l'autre pôle; on serre le tout, et la pile est montée.

La pile doit se placer dans un endroit sec, où la gelée et le soleil puissent le moins l'atteindre.

Tous les douze ou quinze jours, on doit ouvrir la boîte et, sans rien démonter, faire tomber les efflorescences salines qui pourraient se former hors de l'eau après les charbons et les zincs.

(M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE.

RAPPORT *fait par* M. LISSAJOUS, *au nom du comité des arts économiques, sur le* TÉLÉGRAPHE IMPRIMEUR *de* M. RÉMOND, 42, *rue des Martyrs, à Paris.*

Messieurs, M. Rémond, artiste de l'Opéra, a présenté à la Société d'encouragement un télégraphe imprimeur d'une disposition ingénieuse et d'un prix peu élevé.

Cet appareil se compose d'un manipulateur semblable à ceux des télégraphes à cadran. Son récepteur est lui-même très-analogue à ceux du même genre de télégraphes; seulement l'axe de la roue d'échappement sur laquelle agit l'électro-aimant excité par le manipulateur porte, au lieu d'une aiguille indicatrice, une roue sur la circonférence de laquelle sont disposés en relief les différents types destinés à l'impression de la dépêche.

Cette roue s'encre pendant sa rotation, en frottant sur un petit tampon cylindrique imprégné d'encre grasse.

Un papier sans fin passe sous la roue des types et est soulevé sur celle-ci toutes les fois qu'une lettre doit s'imprimer; un mécanisme spécial, mis en mouvement par un levier, sert à accomplir cette fonction. Seulement ce mécanisme, au lieu d'être automoteur comme dans les télégraphes ordinaires, est mis en mouvement par la main même de la personne qui reçoit la dépêche.

Cette personne n'a donc pas besoin de suivre sur un cadran le mouvement rapide de l'aiguille indicatrice, et de noter dans sa pensée chaque lettre à mesure qu'elle se présente, ou d'écrire chaque mot, quand il a été transmis; elle se contente d'écouter le mouvement saccadé de l'échappement, et, à chaque temps d'arrêt qui indique qu'une lettre nouvelle est signalée, elle appuie sur le levier du mécanisme imprimeur, et la lettre laisse sa trace sur le papier qui, pendant le mouvement de retour du levier, avance de la quantité convenable pour recevoir l'instant d'après la lettre suivante.

Grâce à ce système fort simple, l'attention est reportée de l'œil à l'oreille, ce qui évite beaucoup de fatigue, et la fidélité de la mémoire est remplacée par le jeu du doigt.

Le mécanisme qui entraîne le papier est d'une telle simplicité qu'il mérite d'être signalé d'une façon spéciale.

Le papier, enroulé comme d'habitude sur une roue à gorge profonde,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

descend verticalement, passe sous une cheville horizontale fixée au levier imprimeur, puis sous une cheville fixe, et enfin sur une troisième cheville fixée, comme la première, au levier imprimeur. Dans ce trajet il forme deux côtés d'un triangle à angle assez obtus, dont le côté supérieur formé par le levier est sensiblement horizontal.

Le papier descend ensuite vers le sol, entraîné par un petit poids que l'on peut fixer en un point quelconque de sa longueur. Le papier est donc tendu, mais il ne peut descendre, retenu qu'il est par le frottement qu'il exerce sur les trois chevilles et par le frottement de l'axe de la roue qui sert de réservoir à papier.

Lorsque l'on veut imprimer une lettre, on appuie sur le levier de façon à soulever la troisième cheville, et à porter le papier vers la roue des types. Mais, le centre de rotation du levier étant placé entre cette cheville et la première, le mouvement d'ascension de l'une entraîne l'abaissement de l'autre; la première cheville descend donc et tire de haut en bas la partie de la bande de papier qui s'étend verticalement entre elle et la roue; celle-ci tourne donc d'une petite quantité.

Mais, dès qu'on abandonne le levier, l'action d'un ressort antagoniste le ramène vers sa position primitive; la cheville qui a tiré le papier remonte donc à son point de départ et laisse le papier flottant : celui-ci, n'étant plus tendu dans une partie de son parcours, cesse d'exercer sur les chevilles un frottement suffisant pour équilibrer l'action du poids destiné à l'entraîner; il glisse donc sur les chevilles de la quantité nécessaire pour être tendu à nouveau, c'est-à-dire de la longueur constante dont l'abaissement du levier l'a fait dérouler.

Nous devons également signaler, dans cet appareil, la curieuse disposition de l'échappement. La roue des types, mise en mouvement par un mécanisme d'horlogerie, porte sur son axe deux roues à rochet en forme de couronne; les dentures se regardent et sont disposées de façon que les dents de l'une correspondent aux intervalles des dents de l'autre. La palette de fer doux fixée à l'électro-aimant se termine par une pointe d'aiguille qui oscille entre les dents des deux roues solidaires et vient faire l'arrêt du mouvement alternativement sur l'une et sur l'autre.

Enfin un mécanisme fort simple permet de remettre d'un seul coup la roue des types au zéro, quand une erreur s'est produite dans l'envoi de la dépêche.

A cet effet, le rouage d'horlogerie, entraîné par un levier, pivote d'une petite quantité autour de l'une de ses extrémités; la roue d'échappement est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soulevée et rendue libre, elle peut donc tourner sans obstacle dans sa position nouvelle; mais sa rotation est limitée par la buttée d'une goupille fixée sur son contour, qui vient heurter contre un arrêt fixe : cet arrêt n'a son effet que quand la roue est soulevée, et dès qu'on laisse le rouage d'horlogerie reprendre sa position primitive, l'échappement rentre en prise et la roue des types est ramenée au zéro.

Tels sont, Messieurs, les détails de cet ingénieux mécanisme que le dessin et la description feront mieux comprendre. Votre comité l'a examiné avec beaucoup d'intérêt, et il sait que le télégraphe de M. Rémond, par sa simplicité, son bas prix (150 francs le manipulateur et le récepteur), est appelé à prendre une place avantageuse parmi les télégraphes employés pour les communications privées dans les usines, les bureaux, les ateliers. Rien de plus facile, du reste, que de réunir, dans cet instrument les avantages du télégraphe à cadran et du télégraphe imprimeur, en ajoutant une aiguille sur la roue des types.

Le télégraphe de M. Rémond est donc un instrument ingénieux, qui ferait honneur à un mécanicien de profession. Votre comité a donc éprouvé une vive satisfaction, en voyant un artiste faire un aussi heureux emploi des loisirs que lui donne sa profession, et il est heureux de vous proposer :

1° De remercier M. Rémond de son intéressante communication;

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

Signé LISSAJOUS, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 11 *décembre* 1868.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 422 REPRÉSENTANT LE TÉLÉGRAPHE IMPRIMEUR DE M. RÉMOND.

Fig. 1. Vue en élévation du manipulateur.

Fig. 2. Vue en dessus correspondante.

Fig. 3. Élévation du récepteur du côté de la roue des types.

Fig. 4. Autre élévation dans un plan vertical perpendiculaire à celui de la figure 3.

Fig. 5. Détail de l'échappement, vu dans un plan parallèle à celui de la figure 4.

Manipulateur (fig. 1 et 2). — A, disque analogue à ceux des autres manipulateurs, sur lequel sont gravées les lettres de l'alphabet ainsi que la série des chiffres servant à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

former tous les nombres; sa périphérie est découpée en un nombre de crans égal à celui des signes (lettres et chiffres) qu'il porte.

B, manivelle ordinaire.

C, roue à rochet, servant à établir ou à rompre le courant électrique.

D, D, cames ou contacts faisant passer alternativement le courant de la pile à l'appareil.

E, E, bornes placées sur le socle de l'appareil, et servant à attacher les fils conducteurs.

Nous n'insistons pas sur la description de cet appareil, qui présente une grande analogie avec ceux déjà publiés dans le *Bulletin* (1).

Récepteur (fig. 3 et 4). — F, platine portant toutes les pièces de l'appareil.

G, roue des types mise en mouvement par un mécanisme d'horlogerie placé derrière la platine F; elle est montée sur l'axe de la roue d'échappement et porte, en relief, sur sa jante les mêmes lettres et chiffres qui sont sur le disque du manipulateur.

H, rouleau encreur.

I, carré de remontoir du mécanisme d'horlogerie.

J, roue à gorge profonde, sur laquelle est enroulée la bande de papier sans fin qui sert à l'impression des dépêches; cette bande de papier descend dans l'appareil suivant la direction indiquée par les lignes ponctuées de la figure 3.

K, petit poids attaché à l'extrémité de la bande de papier, et servant à la tendre et à l'entraîner à mesure qu'elle se déroule.

L, levier ayant son centre d'oscillation en L′ et servant à mettre le papier en contact avec la roue des types, à mesure qu'un signe se présente; il sert, en même temps, à provoquer le déroulement de la bande de papier; pour le manœuvrer, il suffit d'appuyer le doigt sur la partie recourbée qui dépasse la platine F.

M, ressort de rappel du levier L.

N, vis servant à régler l'angle d'oscillation du levier L.

O, O′, chevilles directrices de la bande de papier; elles sont situées aux extrémités du levier L qui les porte, et participent à tous ses mouvements; il y a une troisième cheville placée entre ces deux-là, mais elle est immobile et est fixée à la platine F.

P, électro-aimant (fig. 4).

Q, palette de fer doux de l'électro-aimant; elle est surmontée d'une tige, qui commande l'échappement au moyen de la disposition suivante :

R, R (fig. 5), petites couronnes dentées comme des roues à rochet, et montées sur l'axe de la roue des types, de telle sorte que les dents de l'une correspondent aux intervalles qui séparent les dents de l'autre.

---

(1) Voir *Bulletin* de 1859, 2e série, t. VI, p. 12.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

S, tige de la palette Q de l'électro-aimant; elle est surmontée d'une pointe d'aiguille qui oscille avec la palette, et qui, suivant que celle-ci est attirée ou repoussée, produit l'arrêt sur l'une ou sur l'autre des couronnes R.

T, levier servant, en cas d'erreur, à ramener d'un seul coup la roue des types *au blanc*, c'est-à-dire au point de départ (fig. 3).

U, U, bornes pour les fils conducteurs.

V, vis de réglage.

(M.)

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. VICTOR BOIS, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un projet de* MACHINE A APPRÊTER LES CHAPEAUX, *présenté par* M. CORNEMUSE, *rue Geoffroy-Langevin*, 9, *à Paris.*

Messieurs, M. Cornemuse a présenté à notre Société le projet d'une machine à apprêter les chapeaux, machine qu'il a fait breveter et qui est destinée à produire, dans des conditions économiques, la mise en forme des chapeaux sous l'influence d'une pression mécanique.

Cette idée n'est pas nouvelle, elle a déjà été appliquée industriellement depuis plus de vingt ans. Avant M. Cornemuse qui, du reste, n'a pas d'autre prétention que d'avoir imaginé une disposition nouvelle, on avait cherché le moyen de supprimer le travail manuel.

Dès 1847, on inventait un premier système agissant par percussion, et dans lequel un moule métallique, chauffé par un réchaud alimenté de charbon et placé sous les montants d'une presse, recevait le chapeau à apprêter; un tampon élastique formant la contre-partie du moule pressait le chapeau sous l'influence d'une vis ou d'un balancier, et le chapeau ainsi comprimé prenait toutes les formes de ce moule. C'était déjà une transformation complète du travail manuel, qui devait plus tard s'améliorer par l'application de la vapeur substituée au réchaud et de la pression hydraulique substituée au balancier et à la vis de pression.

En 1852, l'industrie de la chapellerie possédait un appareil plus complet que celui de 1847, le tampon servant l'emboutissage était remplacé par une sorte de poche en caoutchouc vulcanisé dans laquelle on introduisait de l'eau à l'aide d'une pompe, et qui, se dilatant sous l'influence de la pression de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'eau, épousait exactement la forme dans laquelle le chapeau à apprêter était placé et en assurait le modelage.

Le chauffage du moule présentait encore alors certaines difficultés ; étant obtenu par un réchaud, il était imparfait ou plutôt inégal. On pensa alors à remplacer le réchaud par un bain de sable, dont les facultés conservatrices permettaient d'obtenir un chauffage plus égal.

En 1862 on a remplacé le bain de sable par le chauffage à la vapeur; on se servait encore du tampon élastique, mais on imagina un système de matrices auxiliaires, insérées dans le centre du moule et permettant de faire varier à l'infini les formes à donner aux chapeaux sur une seule et même machine par la simple substitution des matrices de diamètre variable. Enfin on a appliqué des dispositions qui permettent d'obtenir, par la compression, la forme à donner aux bords retroussés ou aplatis des divers chapeaux.

Au moment où M. Cornemuse a imaginé la machine qu'il a fait breveter, l'industrie de la chapellerie était donc déjà en possession d'importantes applications mécaniques, telles que la conformation des chapeaux dans des moules chauffés à la vapeur et la pression donnée à l'intérieur du chapeau, soit par un tampon élastique, soit par un diaphragme en caoutchouc dilaté par une pression d'eau ou par la vapeur.

Dans la plupart des machines jusqu'alors imaginées, le travail était alternatif ; à chaque opération il fallait placer le chapeau dans le moule, fermer le couvercle, attendre que l'opération du pressage fût accomplie et relever à la main le couvercle.

Pendant le pressage, l'ouvrier était inoccupé; il est vrai que les fabricants avaient obvié à ces inconvénients en confiant au même ouvrier plusieurs machines faisant la même opération, de sorte que, pendant le pressage de l'une d'elles, il préparait la suivante et dégageait le chapeau de la précédente. En agissant ainsi sur trois machines alternativement, la première devait se trouver au commencement de l'opération pendant que la deuxième était au milieu et la troisième à la fin.

M. Cornemuse, au contraire, a essayé de rendre le travail continu avec une seule machine, en se servant d'un plateau circulaire. Sa machine se compose principalement d'une presse hydraulique établie entre deux colonnes montantes, et d'une plate-forme tournant autour de l'une des deux colonnes. Cette plate-forme contient plusieurs récipients dans lesquels

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

peuvent être placés des moules et des chapeaux de différentes formes, et qui sont destinés à passer, chacun à son tour, sous l'action de la presse; on utilise la force hydraulique alternativement à la manœuvre du plateau de serrage et à la dilatation de la poche élastique.

M. Cornemuse a, de plus, porté son attention sur tous les détails qui concourent à la fabrication; il a modifié la forme du moule qui reçoit le chapeau et a adopté la forme conique, le fond étant composé de rondelles mobiles.

L'inventeur a conservé, dans la machine qu'il a fait breveter, le système de chauffage du moule à la vapeur; mais il l'a disposé de telle façon que l'introduction de la vapeur s'applique exactement et successivement à chaque moule présenté sous la pression, tout en se servant de la pression hydraulique agissant sur une poche en caoutchouc qui se gonfle et épouse toutes les formes du moule comme on l'avait fait avant lui; en outre, il a mis cette poche en rapport avec un réservoir d'eau comprimée dans des conditions telles qu'il peut, 1° se servir de cette force pour abaisser et élever le plateau; 2° pour faire pression dans la poche en caoutchouc; 3° pour restituer l'eau dans un bassin, où des pompes la reprennent pour la soumettre de nouveau à la pression, de manière à fonctionner d'une manière continue avec un même volume d'eau.

Avec ces dispositions, M. Cornemuse a l'avantage d'économiser un certain temps pour produire la même somme de travail, puisque, pendant qu'une forme est en pression, l'ouvrier qui conduit la machine prépare une seconde et même une troisième forme, lesquelles passent alternativement sous la pression, et que le même ouvrier, par le simple mouvement imprimé à un robinet, fait descendre le plateau de pression, donne la pression dans la poche élastique qui doit produire la forme du chapeau, fait remonter le plateau, et peut encore, par un mouvement de pédale, faire sortir de la plate-forme tournante le chapeau et sa forme métallique en raison de la conicité de cette dernière.

Il n'y a là que des détails de construction; mais ces modifications aux machines qui existent dans le domaine public peuvent présenter certains avantages et méritent d'être encouragées. Aussi est-il désirable que ce brevet soit appliqué industriellement, et que les épreuves de la pratique permettent d'en perfectionner les dispositions.

Votre comité des arts mécaniques vous propose, par mon organe, de remer-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cier M. Cornemuse de sa communication et d'autoriser l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé VICTOR BOIS, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 12 février 1869.

BEAUX-ARTS APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE.

RAPPORT *fait par* M. HENRI BOUILHET, *au nom de la commission des beaux-arts appliqués à l'industrie, sur les* PROCÉDÉS EMPLOYÉS POUR LE REPERÇAGE ET LE DÉCOUPAGE DES MÉTAUX A LA SCIE MÉCANIQUE *par* M^me^ V^e^ DELONG ET COMP., 18, *rue du Temple, à Paris.*

Messieurs, M^me^ V^e^ Delong et comp. a présenté à l'examen de la Société les résultats d'une industrie qu'elle a créée : *le reperçage et le découpage mécaniques des métaux.* Déjà votre comité des arts mécaniques avait visité les ateliers de M^me^ Delong et avait été frappé de l'intelligence qui a présidé à leur organisation comme aussi de l'ingénieuse disposition de l'outillage; mais, sur le désir exprimé par M^me^ Delong de ne pas voir décrire ses appareils, il a pensé que les résultats remarquables obtenus par l'ensemble du procédé breveté de M^me^ Delong devaient être examinés seulement au point de vue du parti que pourraient en tirer les industries de la serrurerie, du bronze, de l'orfévrerie et, en général, le travail artistique des métaux; aussi votre comité des beaux-arts, appelé à étudier la question, s'est rendu, à son tour, dans les ateliers de M^me^ Delong, qu'il a examinés avec le plus vif intérêt, et c'est en son nom que je viens vous rendre compte de cette visite. Avant de créer l'industrie du découpage mécanique des métaux, M^me^ Delong travaillait dans la bijouterie et reperçait à la main ces pièces fines d'or ou d'argent qui tirent tout leur effet de l'heureuse combinaison du vide et du plein. Ce travail délicat, entre les mains des femmes, à Paris, avait familiarisé M^me^ Delong avec les difficultés qu'elle aurait à vaincre, et l'avait initiée aux conditions économiques nécessaires à l'industrie qu'elle devait entreprendre plus tard.

Les premiers essais furent faits sur des métaux peu résistants, tels que le zinc, le cuivre, le bronze, et dans des épaisseurs variant de 2 à 12 millimètres;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais, en perfectionnant son outillage, Mme Delong a obtenu des résultats plus importants, car elle découpe aujourd'hui avec la même facilité des tôles de fer de 20 millimètres et du bronze de 7 centimètres d'épaisseur.

Mme Delong traite le métal comme le bois et emploie la scie alternative et la scie continue à rubans. La nature ou l'épaisseur du métal la guide dans le choix de l'outil, la denture des scies, la vitesse à leur donner; de plus, comme le travail doit être interrompu et repris fréquemment par suite de la multiplicité des ajours entièrement fermés qui entrent ordinairement dans la composition des dessins qu'elle exécute, elle a dû chercher et elle a trouvé, pour la mise en train des scies alternatives et des scies continues, différentes dispositions mécaniques qui ont frappé votre comité par leur simplicité et leur bon fonctionnement. Par suite de la bonne organisation de son outillage et d'une étude approfondie de la denture et de la trempe des scies qu'elle fait elle-même, Mme Delong exécute avec une précision remarquable, sans avoir besoin de recourir à des retouches par la lime, les contours les plus variés, les ajours les plus fins et les plus compliqués, et cela avec une précision et une netteté que l'on ne pourrait obtenir directement à la lime qu'avec beaucoup de temps et de difficultés, par conséquent à très-grands frais.

Dans ses ateliers fonctionnent une scie continue à rubans, quatre scies alternatives à plateau fixe, une scie alternative à plateau mobile pour les reperçages angulaires et une machine à percer mise en mouvement par un petit moteur à gaz. Ces appareils, surveillés et dirigés par des ouvriers qu'elle a formés, produisent vite et bien le travail auquel on les destine.

Mme Delong a mis sous nos yeux différents spécimens de son travail en zinc, cuivre, bronze et tôle dans des épaisseurs très-variables, et tous exécutés avec une très-grande précision. Ces spécimens nous ont prouvé que l'industrie du reperçage mécanique met aujourd'hui à la disposition des architectes les moyens de produire économiquement, presque au prix du bois découpé (métal non compris, bien entendu), des ouvrages solides et durables pouvant remplacer le bois découpé dans de nombreuses applications où il était insuffisant ou périssable, dans d'autres enfin dont sa combustibilité l'excluait complétement.

Nous citerons les panneaux et pentures de portes, les marquises, galeries,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grilles, rampes d'escalier, consoles, rosaces, chiffres et lettres, les plaques de calorifère ou de ventilateur. Ces produits remplaceraient utilement le zinc estampé et la fonte de fer dans ce genre d'application, en permettant à l'architecte de ne pas employer les modèles du commerce et de faire reproduire le dessin de son invention sans aucuns frais de modèle, matrice ou mise en œuvre.

Par un judicieux emploi des métaux, tant au point de vue de la résistance que de l'éclat et de la coloration naturelle du fer, du cuivre rouge, du cuivre jaune, du zinc, Mme Delong a produit des types intéressants, qu'elle nous a soumis et qui montrent le parti à tirer de ces diverses combinaisons.

Enfin, pour répondre au reproche que l'on pouvait faire, dans certains cas, de l'uniformité d'effet d'un dessin toujours au même plan, procédant, pour ainsi dire, par teintes plates, Mme Delong a exécuté plusieurs types dans lesquels elle a marié habilement certains ornements estampés à la matrice ou découpés au poinçon, tels que rosaces, étoiles, clous, qui nous ont paru varier agréablement l'effet des panneaux métalliques découpés.

L'architecte n'est pas seul appelé à utiliser cette industrie, mais encore l'ébéniste pour ses appliques métalliques. Le bronzier, l'orfévre, dans l'emploi artistique qu'ils peuvent faire des découpures métalliques, en tireront certainement parti. D'autres industries encore, par la création de types, de matrices, de calibres, ont déjà trouvé, dans l'atelier de Mme Delong, un utile auxiliaire.

La grosse chaudronnerie, les constructions mécaniques même, industries où le découpage de tôles de 10, 20 et 30 millimètres d'épaisseur est fréquemment employé, utiliseront les procédés de Mme Delong. En résumé, nous avons trouvé, dans ses ateliers, une organisation intelligente des travaux, un outillage bien approprié à sa destination, enfin la mise en pratique de procédés économiques destinés à augmenter les ressources du travail artistique des métaux. Votre comité estime que Mme Ve Delong a fait preuve de persévérance et d'habileté, et vous propose de la remercier de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé HENRI BOUILHET, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 11 *juin* 1869.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. HENRI PELIGOT, *au nom du comité des arts économiques, sur les* APPAREILS SIPHOÏDES A RÉCIPIENT D'EAU, *inventés par* M. VIGNEULLE-BREPSON, *architecte, boulevard Beaumarchais, n°* 30, *à Paris.*

Messieurs, vous avez renvoyé à votre comité des arts économiques l'examen des appareils siphoïdes à récipient d'eau, présentés par M. Vigneulle-Brepson, architecte, à Paris.

Nous avons l'honneur de vous rendre compte du résultat de cet examen.

Le titre que l'inventeur donne à ses appareils exprime suffisamment le rôle qu'il entend leur faire jouer : il les appelle *appareils siphoïdes propres à éviter le retour des émanations provenant des égouts, fosses, puisards et tous lieux impurs généralement quelconques.*

L'appareil type, destiné aux grands établissements, se compose essentiellement des éléments suivants :

1° Une cuvette en fonte d'une seule pièce, se scellant dans le sol, et munie de deux gorges annulaires, l'une à la partie inférieure, l'autre à la partie supérieure.

2° Une pièce de fonte circulaire, venant se poser dans la gorge inférieure. Cette pièce, en forme de cuvette, est munie, à son centre, d'un orifice destiné à laisser écouler l'eau au moyen d'une bonde ou d'une vanne, en cas d'engorgement.

3° Une autre pièce de fonte reposant sur la gorge supérieure. Cette pièce, de même forme que la précédente, est complétement béante au centre, de manière à laisser écouler l'eau dans la cuvette dont nous venons de parler.

4° Une grille recouvrant la partie centrale de la cuvette supérieure, de façon que tout l'appareil soit de niveau avec le sol.

La gorge inférieure de la cuvette principale est inclinée, et porte, au point le plus bas de la pente, une bonde permettant le nettoyage.

Le mécanisme de cet appareil se comprend facilement.

L'eau, en arrivant sur l'appareil, s'écoule par la partie centrale et par la circonférence. Elle remplit d'abord la gorge supérieure et la cuvette mobile inférieure ; de là elle s'écoule dans la gorge inférieure, et c'est en passant par cette gorge qu'elle se rend dans l'égout.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a donc une fermeture doublement hydraulique pour éviter les émanations.

La pente de la gorge inférieure de la cuvette principale permet, au moyen de la bonde dont nous avons parlé, de nettoyer complétement cette gorge et d'éviter les mauvaises odeurs que pourraient occasionner les dépôts qui viendraient s'y accumuler. La gorge supérieure, peu profonde, est facile à nettoyer. Enfin, la grille qui recouvre la cuvette supérieure empêche l'entraînement des corps solides d'un certain volume.

Ce que l'inventeur a surtout cherché à faire, c'est un appareil simple, sans aucun organe mécanique, de manière à éviter le mauvais fonctionnement qu'occasionnent presque toujours les ajustements, les charnières ou les rouages, au contact de l'eau; un appareil dont on puisse facilement changer les pièces intérieures, sans qu'il soit nécessaire de toucher à la pièce principale; facile à nettoyer, et pouvant débiter à volonté un volume d'eau ordinaire ou un très-grand volume d'eau en cas d'orage.

L'appareil imaginé par M. Vigneulle-Brepson est, en effet, d'une grande simplicité : toutes les pièces sont brutes de fonte, sans aucun ajustement; rien n'est plus facile que de changer l'une ou l'autre des cuvettes, plus susceptibles de se casser ou de se perdre par la rouille que la cuvette principale. Le nettoyage en est simple, comme nous l'avons déjà fait comprendre, et on voit qu'en enlevant, lorsqu'on a besoin de faire débiter un volume d'eau considérable, la cuvette supérieure ou même les deux cuvettes, l'eau pourra couler à plein tuyau.

Nous avons voulu donner seulement l'explication de l'appareil que nous appelons l'appareil type. Nous n'entrerons pas dans les détails de tous les modèles que l'inventeur a imaginés.

Il nous suffira d'énoncer les principales applications auxquelles M. Vigneulle-Brepson a cherché à satisfaire, savoir :

Un appareil à trappe flottante pour chéneau de grand comble, disposé de manière à éviter tout débordement sous comble.

Un appareil automatique avec indicateur magnétique, avertissant s'il y a obstruction accidentelle, sans que, pour cela, l'eau cesse de s'écouler.

Une cuvette à eaux ménagères pour cuisines, paliers, cabinets de toilette, etc.

Le brevet d'invention de M. Vigneulle-Brepson est du 19 mars 1862. Depuis cette époque, il n'a cessé de chercher à perfectionner son invention, ainsi

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que le démontrent les divers certificats d'addition qu'il a successivement obtenus.

Il a fait exécuter et livre au commerce vingt-sept modèles divers, répondant, comme forme et comme conception, à tous les besoins qu'il a voulu desservir. Le nombre des appareils de toute espèce placés à Paris et dans les départements dépasse onze cents.

Le système de M. Vigneulle-Brepson a donc aujourd'hui fait ses preuves. Les applications que nous avons vues fonctionnent avec régularité et répondent bien au programme que s'est posé l'inventeur.

Votre comité vous propose, en conséquence, de remercier M. Vigneulle-Brepson de sa communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* avec les dessins des divers appareils.

Signé HENRI PELIGOT, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 27 novembre 1868.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 423 REPRÉSENTANT LES APPAREILS SIPHOÏDES DE M. VIGNEULLE-BREPSON.

Appareil à double effet pour hospices, laboratoires, établissements industriels, etc. — Fig. 1. Section verticale.

Fig. 2. Vue en dessus.

A A, gorge annulaire inférieure, de grande largeur, recevant les eaux jusqu'à submersion de son bord et ayant son fond en pente, afin de faciliter le nettoyage par écoulement; cette gorge est venue de fonte avec l'enveloppe extérieure de l'appareil.

B, bonde de décharge pour le nettoyage de la gorge A A.

C C, couvre-cuvette dont le bord circulaire inférieur plonge dans la gorge A A, de manière à former une fermeture hydraulique.

D D, cuvette surmontant le couvre-cuvette C C, avec lequel elle est venue de fonte; elle reçoit les premières eaux qui, de là, s'écoulent dans la gorge inférieure A A.

E E, gorge de petite dimension, venue de fonte comme la gorge A A, avec l'enveloppe extérieure de l'appareil, dont elle forme le couronnement supérieur.

F F, cuvette supérieure, plongeant dans la cuvette D D, et munie d'un rebord de plus grand diamètre, se recourbant verticalement en dessous et plongeant dans la gorge E E, de manière à former une fermeture hydraulique.

G, robinet-vanne, placé dans les appareils de grande dimension, pour opérer le nettoyage tout d'un coup, sans nécessiter le démontage d'aucune pièce.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Appareil à trappe flottante pour chéneau de grand comble. — Fig. 3. Section verticale.

Fig. 4. Vue en dessus.

Cet appareil est destiné à éviter tout débordement sous comble, car, en cas d'engorgement, la trappe flottante H, placée au-dessus du tuyau de descente I, donne aussitôt passage à l'eau. Cette trappe, n'étant pas tenue par des tourillons, s'élève d'elle-même.

J est une bonde de décharge pour le nettoyage.

Appareil automatique avec indicateur électrique. — Fig. 5. Section verticale.

Fig. 6. Vue en dessus.

Cet appareil peut se placer dans l'épaisseur d'un plancher, et être appliqué dans un endroit caché ou inaccessible, sans aucune crainte d'inondation. En effet, de petites trappes K, K, s'ouvrant de bas en haut, peuvent être soulevées par le liquide s'accumulant et, en s'ouvrant, elles établissent un contact avec une pièce L, qui met en mouvement un indicateur électrique. Aussitôt que l'indicateur a parlé, on tire, par sa tige, la bonde de fond M, et tout ce qui a pu encombrer la cuvette s'échappe dans le tuyau de descente.

Appareil siphoïde le plus ordinairement employé. — Fig. 7. Section verticale.

Fig. 8. Vue en dessus.

Fig. 9. Section verticale de la grille.

N, enveloppe circulaire, qu'on peut faire également carrée, se scellant dans le sol; elle est munie, à sa partie supérieure, d'une rainure intérieure.

O, cuvette reposant sur l'enveloppe N, par trois supports à rigoles d'alimentation, recevant les eaux de la rainure de cette même enveloppe.

P, couvre-cuvette, dont la couronne interne plonge dans la cuvette O et la couronne externe dans la rainure de l'enveloppe N.

Q, grille (fig. 9).

Cuvette siphoïde à eaux ménagères pour cuisines, paliers, cabinets de toilette, etc. — Fig. 10. Vue et coupe partielles de face de l'appareil.

Fig. 11. Section verticale dans un plan perpendiculaire à celui de la figure précédente.

R, enveloppe de l'appareil.

S, cuvette recevant les eaux.

T, couvre-cuvette.

U, crapaudine à cloche surmontant le couvre-cuvette, et percée d'ouvertures longues et étroites dans le bas, pour éviter que les dépôts passent dans la cuvette et viennent encrasser le tuyau de descente.

V, corbeille, percée de trous, destinée à retenir tous les détritus.

W, registre se rabattant de haut en bas et servant à ouvrir ou à fermer l'appareil.

(M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MACHINES A VAPEUR.

NOTE SUR LES APPAREILS DE DISTRIBUTION A DEUX TIROIRS, PAR M. DEPREZ.

Les inconvénients inhérents à l'emploi du tiroir simple à recouvrements mû par un excentrique circulaire servant à produire la distribution dans les machines à vapeur ont conduit depuis longtemps les constructeurs à employer deux tiroirs superposés menés chacun par un excentrique de calage et de rayon déterminés. Le tiroir qui glisse immédiatement sur la plaque des lumières que j'appellerai tiroir principal est le tiroir ordinaire avec ou sans recouvrement légèrement modifié dans sa forme. La vapeur ne peut arriver aux lumières du cylindre qu'en passant par des canaux pratiqués dans l'épaisseur des rebords de ce tiroir.

Sur la face supérieure glisse une plaque ou glissière dont la fonction est de fermer en temps utile les canaux pratiqués dans le tiroir principal. Ce dernier est conduit par un excentrique dont les éléments sont déterminés comme d'habitude de façon à admettre la vapeur motrice au point mort et à prolonger l'admission pendant presque toute la course. Quant à la glissière, elle doit satisfaire aux conditions suivantes :

Le piston étant, par exemple, à l'extrémité gauche de sa course, la glissière doit avoir démasqué la lumière de gauche du tiroir principal; elle doit la fermer en un point quelconque de la course du piston déterminé d'avance; enfin elle ne doit pas la rouvrir avant que le tiroir principal ait fermé la lumière de gauche du cylindre.

Pour pouvoir remplir ces conditions il faut connaître la loi du mouvement relatif de la glissière par rapport au tiroir principal. Voici à ce sujet un théorème très-simple que je crois nouveau (1).

Si l'on considère le rayon de l'excentrique principal et le rayon de l'excentrique de la glissière comme étant respectivement le côté et la diagonale d'un parallélogramme et que l'on construise ce parallélogramme; la projection orthogonale sur l'axe de la machine, du côté adjacent aux deux rayons d'excentrique, représentera la distance des centres de symétrie du tiroir principal et de la glissière. Cela revient à dire que le mouvement relatif du tiroir principal et de la glissière est le même que si, le tiroir principal étant fixe, la glissière était mue par un troisième excentrique dont le rayon serait représenté en grandeur et en direction par le côté du parallélogramme qui vient d'être défini. Je désigne ce troisième excentrique sous le nom d'excentrique fictif.

(1) J'ai appris récemment que M. Ledieu l'a donné dans le IIIe volume de son *Traité des appareils à vapeur de navigation.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La démonstration géométrique de ce théorème est extrêmement simple, soient :

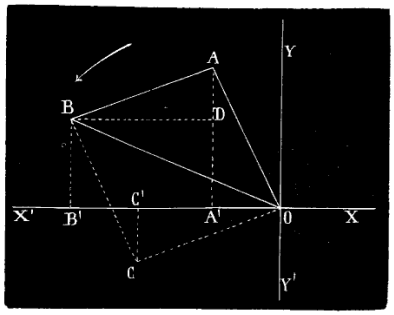


Fig. 1.

OX la direction de la manivelle motrice quand le piston est à l'extrémité de sa course;.

OA le rayon d'excentricité de l'excentrique principal;

OB le rayon d'excentricité de l'excentrique de la glissière.

Si nous négligeons l'influence de la longueur des barres d'excentriques, ce qui est permis en pratique, les distances du tiroir et de la glissière à leur position moyenne seront respectivement égales à OA′ et OB′, projections orthogonales de OA et OB sur OX. La distance des centres de symétrie du tiroir et de la glissière sera donc égale à $A'B' = BD$. Construisons le parallélogramme OABC et projetons orthogonalement le point C en C′, il est facile de voir que le triangle rectangle OCC′ sera égal au triangle ABD, à ceux de $AB = OC$ comme côtés opposés d'un parallélogramme et angle ABD = angle C′OC; donc $OC' = BD = B'A'$.

La démonstration analytique peut se faire de la manière suivante. Soient :

ω l'angle décrit par la manivelle motrice à partir du point mort;
α l'angle d'avance de l'excentrique principal;
α_1 l'angle d'avance de l'excentrique de détente;
r le rayon de l'excentrique principal;
r_1 le rayon de l'excentrique de détente;
x la distance du centre de symétrie du tiroir principal à sa position moyenne;
x_1 la distance du centre de symétrie du tiroir de détente à sa position moyenne.

Nous aurons les équations bien connues

$$x = r \sin(\omega + \alpha) = r \sin\alpha \cos\omega + r \cos\alpha \sin\omega \qquad (1)$$

$$x_1 = r_1 \sin(\omega + \alpha_1) = r_1 \sin\alpha_1 \cos\omega + r_1 \cos\alpha_1 \sin\omega \qquad (2)$$

Posons

$$r\sin\alpha = A \quad r\cos\alpha = B; \quad r_1 \sin\alpha_1 = A_1 \quad r_1 \cos\alpha_1 = B_1$$

A et B, A_1 et B_1 devront satisfaire aux relations

$$A^2 + B^2 = r^2 \quad \frac{A}{B} = tg\,\alpha; \quad A_1^2 + B_1^2 = r_1^2 \quad \frac{A_1}{B_1} = tg\,\alpha_1 \qquad (3)$$

La distance des centres de symétrie des tiroirs est égale à

$$x_1 - x = (A_1 - A)\cos\omega + (B_1 - B)\sin\omega$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et en posant

$$A_1 - A = A_2 \quad B_1 - B = B_2$$

$$x_1 - x = A_2 \cos\omega + B_2 \sin\omega$$

Cette équation est exactement de même forme que les équations (1) et (2). On en conclut donc que le mouvement relatif des deux tiroirs est le même que si, le tiroir principal étant fixe, le tiroir de détente était mû par un excentrique dont il faut maintenant déterminer le calage et le rayon. Pour cela, en nous reportant aux équations (3), nous obtiendrons de suite en désignant par α_2 et r_2 l'angle d'avant et le rayon de cet excentrique :

$$(4) \quad tg\,\alpha_2 = \frac{A_2}{B_2} = \frac{A_1 - A}{B_1 - B} \quad r_2 = \sqrt{A_2^2 + B_2^2} = \sqrt{(A_1 - A)^2 + (B_1 - B)^2}$$

Remplaçant A, A_1, B, B_1 par leurs valeurs, développant et réduisant, il vient

$$r_2 = \sqrt{r^2 + r_1^2 - 2rr_1 \cos(\alpha_1 - \alpha)} \qquad (5)$$

Les équations (4) et (5) démontrent le théorème proposé, car, en se reportant à la figure, il est facile de voir que l'on a :

$$A_1 - A = r_1 \sin\alpha_1 - r\sin\alpha = -AD \quad B_1 - B = r_1\cos\alpha_1 - r\cos\alpha = -BD$$

d'où $tg\,\alpha_2 = \frac{AD}{BD}$; ainsi le rayon d'excentrique fictif est parallèle à AB. Quant à l'équation (5), elle représente le troisième côté d'un triangle dont les deux autres côtés r et r_1 feraient entre eux l'angle $\alpha_1 - \alpha$; donc $r_2 = AB$.

Le mouvement relatif des deux tiroirs étant ainsi ramené au mouvement absolu d'un tiroir simple mû par un excentrique circulaire, il est très-facile d'étudier complétement la distribution produite, soit par le calcul, soit par tracés graphiques tels que celui du professeur Zeuner ou le mien (1).

On peut donc déterminer très-rapidement les éléments de l'excentrique de la détente de manière à satisfaire aux conditions qui ont été énoncées plus haut par ce théorème.

C'est ce que je vais montrer en appliquant ce théorème à l'étude des différents systèmes employés par les constructeurs, systèmes que je partagerai en deux classes : 1° les appareils dans lesquels on obtient la variation de la détente en augmentant ou en diminuant l'écart des bords extrêmes de la glissière (système Meyer), sans altérer les éléments de l'excentrique qui la mène ; 2° les appareils où une glissière de forme invariable est menée, par une coulisse de Stephenson ou par un mécanisme équivalent, qui lui imprime un mouvement dont l'amplitude varie suivant le degré de détente que l'on veut produire.

---

(1) Voir l'ouvrage de M. Combes, intitulé : *Études sur la machine à vapeur.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° *Système Meyer.* — Dans la détente Meyer la glissière se compose de deux plaques réunies entre elles par une tige, sur laquelle sont pratiqués deux pas de vis de sens contraire; en faisant tourner la tige par un mécanisme approprié, qui peut fonctionner pendant la marche de la machine, on peut changer l'écartement des plaques et, par conséquent, l'espace qu'elles ont à parcourir pour fermer les lumières du tiroir principal.

J'appellerai recouvrement de la glissière la distance d'une des extrémités de la glissière au bord extrême de la lumière correspondante du tiroir quand les centres de symétrie de ce dernier et de la glissière coïncident. Ce recouvrement sera considéré comme positif s'il dépasse les lumières, comme négatif dans le cas contraire. On suppose connus le rayon et l'angle d'avance de l'excentrique principal, le recouvrement du tiroir principal, l'étendue du glissement relatif de la glissière et du tiroir, ainsi que les limites entre lesquelles on veut faire varier la détente, et on demande quels devront être le rayon et l'angle de calage de l'excentrique qui mène la glissière. Admettons, pour fixer les idées, que l'on veuille interrompre l'admission de la vapeur motrice à n'importe quel point de la course du piston sans avoir ni compression, ni avance à l'échappement; le tiroir principal sera alors un tiroir sans recouvrements, mené par un excentrique calé à 90 degrés en avant de la manivelle motrice, le rayon de l'excentrique fictif sera évidemment égal à la moitié de la course relative de la glissière par rapport au tiroir, et il s'agit de trouver son angle de calage.

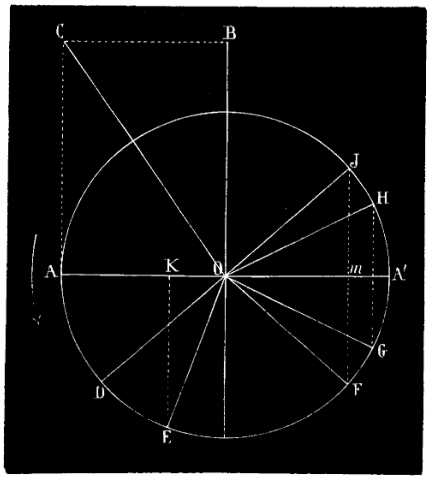


Fig. 2.

Soit AA′ (fig. 2) l'axe de la machine, le cylindre étant situé du côté A′ et la rotation ayant lieu dans le sens de la flèche; soient OD la position de l'excentrique fictif quand la manivelle motrice est dirigée suivant OA′; OK, la distance du centre de la glissière au centre du tiroir au moment où la lumière de droite du tiroir est fermée, c'est ce que nous avons appelé plus haut recouvrement de la glissière. On voit que la vapeur motrice sera interceptée lorsque la manivelle principale aura tourné d'un angle égal à DOE et qu'elle ne sera plus admise de nouveau pendant la durée de la demi-révolution, c'est-à-dire pendant que le centre de l'excentrique fictif décrira la demi-circonférence DEJ. Supposons, maintenant, que l'on veuille admettre la vapeur pendant que la manivelle motrice tournera d'un angle égal à DOG, il faudra, pour cela, que le recouvrement soit négatif et égal à O*m*, mais lorsque le rayon d'excen-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trique fictif sera arrivé en OH, position symétrique de OG par rapport au diamètre, le bord de la glissière repassera par la même position m et recommencera à découvrir l'orifice de droite du tiroir.

Cet inconvénient se présenterait également si l'on voulait supprimer l'admission de la vapeur lorsque le rayon d'excentrique fictif et, par conséquent, la manivelle motrice aurait tourné d'un angle compris entre DOF et DOJ, F étant l'intersection avec la circonférence de la corde JF perpendiculaire à AA′.

L'angle DOF représente donc l'angle maximum pendant lequel on peut admettre la vapeur. Mais cet angle est égal à $180° - 2\,AOD$; il résulte de là que, pour pouvoir admettre la vapeur pendant un angle quelconque compris entre 0 et 180°, il faut que l'angle AOD soit nul; en d'autres termes, il faut que le rayon de l'excentrique fictif soit situé sur le prolongement de la manivelle motrice. Pour trouver maintenant le rayon et le calage de l'excentrique de la glissière, il suffit, d'après le théorème énoncé plus haut, de construire le parallélogramme AOBC (qui est un rectangle dans le cas particulier qui nous occupe) ayant pour côté adjacent au sommet O le rayon de l'excentrique principal et le rayon de l'excentrique fictif. La diagonale OC de ce parallélogramme représentera en grandeur et en direction le rayon de l'excentrique de la glissière.

Cela posé, si l'on veut savoir quel devra être le recouvrement des glissières pour que la vapeur soit admise pendant un angle égal à AOE par exemple, il suffit d'abaisser du point E une perpendiculaire EK sur AO, la distance OK sera le recouvrement cherché.

2° *Appareils à course variable.* — Nous étudierons comme exemple de cette classe d'appareils le système qui a été appliqué, il y a quelques années, au chemin de fer d'Orléans par M. Polonceau.

Le tiroir principal et le tiroir de détente sont reliés à deux coulisseaux indépendants l'un de l'autre et menés par une même coulisse de Stephenson du type connu sous le nom de coulisse renversée. Au moyen de deux leviers de relevage correspondants à chaque coulisseau, le mécanicien peut donner à ces derniers une position quelconque dans l'intérieur de la coulisse.

On sait que la principale propriété de la coulisse renversée consiste en ce que, si l'on fait mouvoir le coulisseau dans la coulisse quand la manivelle motrice est au point mort, le tiroir n'éprouvera aucun déplacement; en d'autres termes, l'avance linéaire du tiroir est invariable pour tous les crans de la détente. Il en résulte que les axes de milieux des deux tiroirs coïncident quand la manivelle est au point mort, quelle que soit la position de chacun des coulisseaux dans la coulisse. Le mouvement imprimé au tiroir principal par un point quelconque de la coulisse est d'ailleurs représenté par l'équation

$$x = A \cos \omega + B \sin \omega$$

ω désignant l'angle décrit par la manivelle motrice, compté à partir du point mort;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A, la distance du tiroir à sa position moyenne quand $\omega = o$; et B étant une constante qui dépend de la distance du coulisseau au point milieu de la coulisse. Le mouvement du tiroir de détente sera de même représenté par l'équation

$$x_1 = A_1 \cos \omega + B_1 \sin \omega .$$

Retranchant cette dernière équation de la première, on obtient l'équation du mouvement relatif de la glissière par rapport au tiroir principal

$$x_1 - x = (B_1 - B) \sin \omega$$

qui montre que ce mouvement relatif est le même que si, le tiroir principal étant fixe, la glissière était mue par un excentrique de rayon $B_1 - B$ faisant, avec la manivelle motrice, un angle égal à 90° ou à 270°, suivant que $B_1 - B$ est positif ou négatif.

Lorsque $\omega = o$, $x_1 - x = o$, ce qui veut dire que les centres des deux tiroirs coïncident, il faut donc que, pour que la vapeur puisse être admise, le recouvrement soit négatif; désignons-le par $-e_1$. La détente commencera lorsque la manivelle aura tourné d'un angle déterminé en faisant $x_1 - x = -e_1$ dans l'équation précédente, on aura alors en nommant angle par ω_1

$$\sin \omega_1 = \frac{-e_1}{B_1 - B} = \frac{e_1}{B - B_1}$$

Mais entre o et π il y a deux angles déterminés par ce sinus, l'angle ω_1 et l'angle $\pi - \omega_1$. Par conséquent, l'admission étant interceptée lorsque la manivelle aurait tourné d'un angle ω_1 recommencerait de nouveau avant la fin de la course du piston lorsque la manivelle aurait encore à décrire un angle égal à ω_1 pour arriver au second point mort.

Pour empêcher cet effet fâcheux de se produire, il faut que le tiroir principal intercepte la vapeur au plus tard lorsque la manivelle motrice aura tourné de l'angle $\pi - \omega_1$. Si, par exemple, on voulait admettre la vapeur pendant un angle de 60° (ce qui correspond, en moyenne, à 1/4 de la course du piston), on aurait

$$\sin 60° = \frac{e_1}{B - B_1}$$

d'où

$$B_1 = B - \frac{e_1}{\sin 60°}$$

et la valeur de B serait déterminée par l'équation

$$x = A \cos \omega + B \sin \omega$$

dans laquelle on ferait x égal au recouvrement extérieur e du tiroir principal et $\omega = 180° - 60° = 120°$, on aurait donc

$$B = \frac{e - A \cos 120°}{\sin 120°}$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il faudrait donc, pour chaque degré de détente, déplacer les deux leviers de relevage ; mais il est facile de voir que, si le levier de relevage du tiroir principal était placé de façon que ce dernier interceptât la vapeur lorsque la manivelle motrice aurait tourné de 90°, on pourrait, en déplaçant le levier de relevage du tiroir de détente, supprimer l'admission lorsque la manivelle motrice aurait tourné d'un angle quelconque compris entre 0° et 90°, sans craindre qu'elle recommençât de nouveau pendant que la manivelle achèverait sa demi-révolution.

Ces considérations montrent que le système Polonceau permet d'intercepter la vapeur en un point quelconque de la course du piston, à la condition que, pour les admissions supérieures à la moitié de la course correspondant à un angle de 90° décrit par la manivelle motrice, les coulisseaux des deux tiroirs soient menés par un même point de la coulisse, alors le mouvement relatif des deux tiroirs sera nul, et la distribution obtenue sera exactement la même que celle que l'on obtient du tiroir simple à recouvrements.

Pour les admissions correspondantes à un angle moindre que 90°, le tiroir principal devra être réglé de telle façon que la vapeur fût interceptée à moitié course, s'il existait seul, et l'on fera varier la détente en manœuvrant le levier de relevage du second tiroir. C'est effectivement ce que l'expérience a fait voir.

Si, dans la formule $\sin \omega_1 = \frac{e_1}{B - B_1}$, on change B en $-B$, sans changer le signe de B_1, c'est-à-dire si l'on suppose que l'on place le levier de relevage du tiroir principal au même cran de la marche en arrière que celui auquel il était placé dans la marche en avant, cette formule devient $\sin \omega_1 = -\frac{e_1}{B + B_1}$. Elle montre que la manivelle motrice tournant en arrière décrirait pendant l'admission un angle beaucoup plus petit que dans la marche en avant, et que, pour que les conditions de la détente ne fussent pas altérées, il faudrait également changer B_1 en $-B_1$. Il faut donc, dans ce système, déplacer les deux leviers de relevage quand on veut renverser la marche de la machine.

SÉRICICULTURE.

RÉSULTATS DES OBSERVATIONS FAITES SUR LA MALADIE DES MORTS-FLATS, SOIT HÉRÉDITAIRE, SOIT ACCIDENTELLE.

Lettre de M. Pasteur à M. Dumas.

« Vous vous rappelez que dans l'intéressante lettre que M. Cornalia m'a adressée au mois de mars 1869, et qui a été insérée aux *Comptes rendus* de l'Académie,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le savant directeur du Musée de Milan a mis en doute le caractère héréditaire de la maladie des morts-flats. En France, un membre de la Commission impériale de sériciculture, M. Duseigneur, très-versé dans la connaissance de tout ce qui touche à l'industrie de la soie, partage la même opinion, qui est en désaccord avec les résultats d'expériences que j'ai publiés en 1868, à la suite des éducations précoces faites à Ganges et à Saint-Hippolyte, où j'avais institué divers essais concernant la question dont il s'agit. Dans mon rapport au Ministre de l'Agriculture du mois d'août 1868, j'ai soutenu ma manière de voir, et j'ai même indiqué un caractère physique à l'aide duquel on peut facilement reconnaître les cocons dont les chrysalides et les papillons peuvent fournir une graine prédisposée à la maladie des morts-flats. Ce caractère consiste dans la présence d'un petit ferment en chapelets de grains que j'ai, le premier, découvert dans la poche stomacale des chrysalides et des papillons.

« En vous envoyant la lettre de M. Cornalia je vous disais : « Pour démontrer à « mon savant confrère de l'Institut lombard que la maladie des morts-flats peut être « héréditaire, il me suffira sans doute de lui faire parvenir plusieurs lots de graines, « en lui annonçant à l'avance que les vers qui en naîtront périront tous entre ses « mains uniquement de la maladie des morts-flats. »

« J'ai satisfait à cet engagement dès le commencement du mois d'avril en adressant à M. Cornalia trois lots de graines provenant de papillons absolument exempts de corpuscules, mais dont plus de la moitié offrait le ferment précité. Je n'ai pas encore reçu de M. Cornalia les résultats de ses éducations, mais j'ai élevé moi-même ces trois lots de graines, ainsi que quatre autres sortes placées dans les mêmes conditions, c'est-à-dire pondues par des papillons dont un grand nombre montrait le ferment en chapelets de grains dans leur canal intestinal. Les résultats auxquels je suis arrivé ne peuvent laisser aucun doute sur le caractère héréditaire de la maladie dont je parle. Les sept lots de graines ont péri de cette maladie alors que des graines de même race et de même origine, mais dont les papillons producteurs étaient sains, ont donné de très-belles réussites. L'intensité du mal a été variable dans ces sept divers lots, c'est-à-dire que les uns ont présenté la maladie des morts-flats dès la troisième mue, et les autres seulement après la quatrième. Mais tous ont échoué : les meilleurs n'ont donné qu'un petit nombre de cocons.

« L'hérédité de la maladie des morts-flats, dans des circonstances bien déterminées, est donc un fait acquis à la science et à la pratique, et en outre il est facile de la prévenir en rejetant tout grainage dont les chrysalides et les papillons offrent en plus ou moins grand nombre le ferment que j'ai figuré dans mon rapport au Ministre de l'Agriculture.

« D'où vient ce ferment? et comment se fait-il qu'on le rencontre dans le canal intestinal de la chrysalide et nulle part ailleurs, dans aucun des tissus, pas plus que dans les œufs? Voici comment les choses se passent. La maladie des morts-flats est souvent accidentelle. Une trop grande accumulation des vers aux divers âges de l'in-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

secte, une trop grande élévation de température au moment des mues, la suppression de la transpiration par les effets du vent que, dans le Midi, on appelle *marin*, un temps orageux qui prédispose les matières organiques à la fermentation, l'emploi d'une feuille échauffée et mal aérée, souvent même un simple changement subit dans la nature de la feuille qui sert de nourriture aux vers, sont autant de causes propres à développer, quelquefois dans l'espace de vingt-quatre heures, la maladie des morts-flats. Elle se présente alors sous deux formes différentes, mais qui ont toutes deux une origine commune, à savoir : la fermentation de la feuille dans le canal intestinal des vers.

« Cette fermentation est toujours la conséquence de l'apparition, dans les matières du canal intestinal, de deux ferments organisés distincts. Ouvrez un ver, encore bien vivant, mais qui commence à présenter les symptômes de la maladie ; examinez au microscope le contenu du tube digestif, vous y trouverez soit des vibrions, soit le ferment en chapelets de grains dont j'ai parlé précédemment, soit l'association de ces deux organismes que les vers sains ne montrent jamais. Or, toutes les fois que la maladie s'accuse par des vibrions, le ver meurt presque toujours avant de faire son cocon, rarement à l'état de chrysalide, et ce n'est que dans des cas plus rares encore que les papillons vivants offrent des vibrions.

« Mais il arrive fréquemment que la fermentation de la feuille dans le canal intestinal ne se montre que dans les derniers jours de l'âge de la larve, au moment où elle va filer sa soie, et qu'elle est, en outre, occasionnée seulement par le développement du ferment en chapelets de grains sans association avec des vibrions. Dans cette circonstance le ver devient chrysalide, la chrysalide devient papillon, et le papillon est fécond. Bien plus, rien absolument, ni dans son aspect, ni dans sa vigueur apparente, ni dans la quantité de graine qu'il peut fournir, n'annonce qu'il soit affaibli ou soumis à l'influence d'un mal caché. C'est alors pourtant que sa graine sera entachée de la maladie des morts-flats par hérédité à un degré plus ou moins marqué, suivant que la fermentation de la feuille dans l'intestin du ver aura duré plus ou moins de temps avant la montée à la bruyère.

« La maladie des morts-flats présente également le caractère contagieux au plus haut degré. Les poussières des magnaneries infectées, déposées à l'état sec sur les feuilles, provoquent une mortalité considérable en quelques jours. Le contenu du canal intestinal des vers atteints de la maladie agit de la même manière. La contagion est si facile, qu'il suffit de mêler des vers sains avec des vers malades pour que ces derniers communiquent la maladie aux premiers. Cette communication se fait principalement par les déjections des vers malades, soit fraîches, soit desséchées. Une infusion de poussières sèches de magnanerie infectée montre déjà, après quelques heures, des vibrions, et, si l'on vient à humecter la feuille d'un seul repas avec le liquide, tous les vers sont empoisonnés ; dans l'intervalle de deux ou trois jours la mortalité dépasse 50 pour 100, et le restant des vers ne mange plus et dépérit à vue d'œil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Ces effets de contagion de la maladie des morts-flats sont surtout très-prononcés sur les vers arrivés au milieu du cinquième âge.

« L'une des circonstances qui affaiblissent le plus les vers à soie et les prédisposent à la maladie des morts-flats accidentelle est leur trop grande accumulation.

« On arrive à ces résultats du plus haut intérêt, soit au point de vue de la maladie des morts-flats, soit au point de vue de la pébrine, en appliquant la méthode de l'isolement absolu des vers dès l'éclosion, méthode qui m'a déjà permis, l'an dernier, vous le savez, de résoudre toutes les difficultés que soulevait la question des taches des vers à soie. Rien de plus intéressant que ce genre d'éducation lorsqu'on l'applique à des vers issus d'une graine qui, en chambrées ordinaires, ne fournirait pas un seul sujet capable d'arriver jusqu'à la bruyère. C'est qu'il n'est pas de si mauvaise graine qui ne renferme des œufs sains. Ceux-ci sont mis à part à l'aide de la méthode dont je parle, et ils donnent lieu à des vers très-beaux et très-sains qui, le plus souvent, ne manifestent sous aucun rapport la maladie des morts-flats ou celle des corpuscules. La contagion a été empêchée.

« Mélangez, au contraire, à parties égales, des vers très-sains avec les mêmes vers que vous aurez contagionnés par un seul repas de feuilles corpusculaires ou par les ferments propres à la feuille du mûrier, et la pébrine ou la maladie des morts-flats se développera peu à peu au degré le plus intense dans les vers sains.

« La contagion de la pébrine se fait par deux modes distincts.

« Un ver qui marche sur un ver corpusculeux enfonce dans le corps de celui-ci les ongles qui terminent ses pattes, et se trouve prêt à aller inoculer à d'autres vers le germe de la maladie au moyen de ses crochets souillés de corpuscules.

« Mais la matière contagionnante par excellence est la matière excrémentielle qui, sans cesse, tombe sur la nourriture des vers. Chose remarquable, et assurément fort heureuse, cette matière perd son activité assez rapidement. La dessiccation à l'air ordinaire détruit chez le corpuscule sa faculté de reproduction. C'est que le corpuscule, tel qu'on le connaît ordinairement, brillant, très-nettement délimité, est un organisme caduc; il ne peut plus se régénérer. Sa faculté de reproduction n'existe que lorsqu'il est entièrement jeune, état sous lequel la dessiccation le fait périr.

« Tandis que la poussière des crottins frais ou la matière d'un tissu quelconque d'un ver corpusculeux possède, de la façon la plus marquée, le pouvoir contagionnant, on ne réussit pas à rendre les vers corpusculeux par des repas de poussières très-corpusculeuses, non plus que par les tissus ou les déjections de papillons corpusculeux conservés depuis l'année précédente.

« Il résulte de ces faits qu'en passant d'une année à une autre il n'y a de corpuscules pouvant se reproduire et se multiplier que ceux qui se trouvent dans l'intérieur même des œufs, de telle sorte que, par l'application bien entendue de mon procédé de grainage, on arriverait à supprimer d'une manière absolue la maladie des corpuscules, puisque les poussières de magnaneries qui offrent des corpuscules par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

myriades quand la pébrine a sévi sur les éducations qu'elles ont renfermées (voir ma communication du 23 juillet 1866 à l'Académie des sciences) (1), sont incapables de communiquer cette maladie au bout d'une année.

« On pourrait croire qu'un ver corpusculeux doit porter sur sa nouvelle peau, au moment des mues, des corpuscules en grand nombre. Il n'en est rien. Je citerai, en passant, un fait curieux. On sait que les vers, après le changement de peau, deviennent comme cendrés. Ils ont un aspect farineux. J'ai observé que cet effet est dû uniquement à la présence d'une poussière de cristaux identiques à ceux que l'on rencontre dans les tubes de Malpighi. La matière humide qui recouvre la nouvelle peau au moment de la mue cristallise subitement au contact de l'air par évaporation dès que le ver s'est dépouillé.

« J'ai fait de nouvelles études sur les taches des corpusculeux. Elles ne se montrent jamais qu'à la suite de l'apparition des corpuscules dans l'intérieur du canal intestinal. Ce sont comme des pétéchies de la peau extérieure, consécutives aux altérations de la peau intérieure. Elles ne sont pas du tout un effet du développement sous-cutané des corpuscules dans les tissus périphériques de l'insecte.

« Quand les éducations industrielles seront terminées, je vous écrirai de nouveau afin de vous démontrer par des faits très-précis que l'application de mon procédé de grainage, en vue de prévenir l'une et l'autre des deux maladies qui pèsent si lourdement sur la production de la soie, est tout à fait sûre dans ses résultats. Les échecs, quand ils se présentent, ne peuvent être attribués qu'à des vices d'éducation ou à des accidents imprévus, et nullement à la qualité de la graine.

« En communiquant à l'Académie les résultats qui précèdent, et dont vous avez bien voulu contrôler vous-même quelques-uns au milieu de nous, dites bien, je vous prie, à nos savants confrères avec quel zèle je suis secondé ici par le dévouement de MM. Gernez, Duclaux et Raulin. N'oubliez pas davantage M. Maillot, qui, sur la demande de M. le sénateur comte de Casabianca, a consenti à s'éloigner de nous pour aller en Corse appliquer mon procédé de grainage. Ses éducations sont achevées, et toutes avec succès, tandis que les échecs sont généraux dans l'île cette année. M. Maillot a élevé six lots de graines, toutes confectionnées en France d'après ma méthode. »

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

ARTS CHIMIQUES.

RECHERCHES SUR LE BLANCHIMENT DES TISSUS, PAR M. J. KOLB.

« Dans le fil de lin brut, il existe, à côté de la cellulose, deux substances bien dis-

(1) Voir *Bulletin* de 1866, 2e série, t. XIII, p. 527.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tinctes : l'une, qui est l'acide pectique, est abondante et peut être complétement éliminée par les alcalis : je m'en suis occupé dans un précédent mémoire (*Comptes rendus,* 25 mai 1868). L'autre est une matière colorante qui se développe pendant le rouissage ; elle teinte le fil en gris, et résiste aux alcalis ainsi qu'à tous les dissolvants ordinairement employés en chimie. Je n'ai pu l'isoler qu'au moyen de la liqueur ammoniaco-cuprique de M. Peligot ; ce réactif ne dissout que la cellulose. Autant les produits pectiques sont abondants dans le fil (15 à 36 pour 100), autant les proportions de la matière grise y sont infinitésimales.

« L'eau de chlore et les hypochlorites étendus décolorent cette substance, mais ne la dissolvent pas : après sa décoloration, elle reste encore insoluble dans les alcalis ; elle ne s'y colore pas, et ne présente aucun des caractères de l'acide pectique.

« Si l'on soumet isolément à l'eau de chlore plus ou moins concentrée les trois parties constituantes du fil, on voit : 1° que la matière grise est seule décolorée par l'eau de chlore très-faible ; 2° que, dans l'eau de chlore un peu plus forte, la cellulose se désagrége, puis s'attaque à son tour, en se transformant lentement en eau et acide carbonique ; 3° que les produits pectiques bruns ne se décoloreront, en se décomposant, que dans l'eau de chlore beaucoup plus énergique et bien après que la cellulose aura été altérée.

« Il résulte donc de là que, dans le blanchiment, il faut employer le chlore pour détruire la coloration grise, mais il faut bien se garder de compter sur son secours pour faire disparaître la teinte jaune, ce qu'il ne ferait qu'après avoir attaqué la cellulose.

« Dans l'industrie, où l'on opère par une série de bains alcalins et chlorés successifs, les lessives qui viennent après les bains de chlore continuent à se colorer en brun, et cela uniquement parce qu'elles achèvent de dissoudre peu à peu les produits pectiques, et nullement, comme le pensait Berthollet, parce que « l'oxydation a transformé la matière grise insoluble dans les alcalis en une matière jaune semblable à celle que les alcalis avaient d'abord dissoute. » Théoriquement le blanchiment parfait se réduit donc à deux opérations : 1° l'enlèvement de toute coloration jaune, au moyen d'un épuisement rigoureux par les alcalis ; 2° l'oxydation qui décolore simplement la matière grise, mais sans la rendre, comme on croyait jusqu'ici, soluble dans les lessives.

« L'eau de chlore blanchit comme l'eau oxygénée et l'ozone sec ou humide ; mais ce phénomène est-il dû à une absorption d'oxygène par la matière colorante ou bien à une déshydrogénation de celle-ci? Il doit y avoir, dans l'un ou l'autre cas, augmentation ou perte de poids du fil. L'expérience est très-délicate et demande de nombreuses précautions : elle m'a amené à constater une augmentation de poids, c'est-à-dire une absorption d'oxygène. Ce résultat était, du reste, facile à prévoir, car, en soumettant du fil lessivé sec au chlore desséché, il n'y a aucune décoloration, lors même qu'on

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fait intervenir l'insolation. Le fil a seulement perdu toute sa cohésion, au point qu'on peut le réduire au mortier en poudre fine : la cellulose est néanmoins restée intacte, dans sa composition et dans ses propriétés. Le gaz chlorhydrique sec produit le même effet de désagrégation, sans modification chimique. Si, au lieu du chlore, on emploie le gaz hypochloreux sec, le fil est immédiatement blanchi et perd sa résistance, comme avec le chlore. En faisant passer le gaz hypochloreux à travers un long tube rempli de fil sec, l'oxygène est absorbé sans qu'il y ait formation d'eau, et il ne sort que du chlore. Toutes ces expériences indiquent donc qu'il y a oxydation et non déshydrogénation de la matière colorante.

« L'eau de chlore ne peut être employée sans danger que très-étendue, et marquant au plus 10 degrés chlorométriques. Au-dessus de cette limite, le fil n'a plus de cohésion. A 50 degrés chlorométriques, la cellulose se détruit lentement; elle perd, en vingt-quatre heures, 7 pour 100 de son poids et toute sa résistance. En général, l'eau de chlore se décomposant lentement, le fil ne s'y blanchit qu'en y séjournant longtemps et, par suite, en s'altérant.

« L'eau oxygénée n'attaque la cellulose que lorsqu'elle est très-concentrée; ramenée aux titres de 50 et 100 degrés chlorométriques, elle blanchit parfaitement le fil et n'altère en rien sa résistance.

« A titre égal et à temps égal d'immersion, l'eau de chlore a une action destructive beaucoup plus considérable et un pouvoir blanchissant plus faible que l'eau oxygénée. Dans les mêmes conditions, une solution d'acide hypochloreux blanchit mieux et altère infiniment moins que l'eau de chlore : c'est, en quelque sorte, un terme moyen entre l'eau de chlore et l'eau oxygénée. On peut impunément employer l'acide hypochloreux au titre de 50 et même de 100 degrés.

« J'ai démontré (*Comptes rendus,* 23 septembre 1867) que le chlorure de chaux peut oxyder de trois manières : 1° additionné d'acide chlorhydrique, il dégage du chlore qui oxyde en opérant la décomposition de l'eau; 2° le chlorure de chaux traité par l'acide carbonique ne dégage que de l'acide hypochloreux, dont la solution oxyde en se transformant en acide chlorhydrique; 3° par le seul contact avec la matière oxydable, le chlorure de chaux se transforme simplement en chlorure de calcium et en oxygène, ou, pour mieux dire, il se dédouble en chlorure de calcium et bioxyde d'hydrogène, comme je me propose de le prouver dans une prochaine note.

« Ces trois procédés blanchissent également bien le fil, mais l'altèrent d'une manière toute différente, en suivant exactement la même progression destructive que l'eau de chlore, la solution d'acide hypochloreux et l'eau oxygénée.

« Le tableau suivant indique quelques résultats comparatifs, ainsi obtenus, sur du fil dont la résistance normale est 1k,25, et se traduit après ces diverses immersions par les chiffres suivants :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

UN DEMI-LITRE DE CHLORURE DE CHAUX TITRANT :	IMMERSION DE DEUX HEURES ET DEMIE		
	sans aucune addition.	avec addition d'acide carbonique.	avec addition d'acide chlorhydrique.
	k.	k.	k.
200 degrés chlorométriques.	0,71	0,06	0,00
100 —	0,94	0,51	0,00
50 —	1,11	0,97	0,45

« Le blanchiment par simple immersion à l'abri de l'air est donc le plus rationnel et celui qui présente le plus de sécurité ; il peut en tous points, être comparé à celui que donnerait l'eau oxygénée, car aucune trace de chlore actif n'y est mise en jeu. Le procédé actuel par circulation sur rouleaux, avec contact de l'air, est déjà moins inoffensif. Quant à l'acide chlorhydrique, indispensable comme agent dissolvant des calcaires, il compromettrait gravement l'opération, si l'on comptait sur son secours pour dégager du chlore et aviver ainsi la blancheur du fil.

« Relativement aux antichlores fréquemment employés, tels que l'hyposulfite de soude, MM. Fordos et Gélis ont démontré que, si ces substances débarrassent d'une part le fil de toute trace de chlore, ils ne font d'un autre côté que favoriser la formation d'acides nuisibles à la cellulose.

« Je propose, pour les remplacer, l'emploi de l'ammoniaque étendu, qui agit d'abord comme antichlore en produisant de l'azote et du chlorhydrate d'ammoniaque, et, de plus, débarrasse en même temps le tissu de toute trace d'acide.

« Certains fils, parfaitement blanchis en apparence, reprennent à la longue une nuance jaunâtre : cela tient uniquement à ce qu'ils n'ont pas été complétement expurgés de leurs matières pectiques. J'ai encore trouvé à cet égard, dans l'ammoniaque, un réactif précieux pour déceler immédiatement l'imminence de ce jaunissement futur. Tout fil blanchi et rigoureusement débarrassé des dérivés de la pectose peut être impunément plongé dans l'eau ammoniacale ; mais il y prendra immédiatement une teinte légèrement ambrée, si l'épuisement par les lessives alcalines n'a pas été complet. » (*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

STATISTIQUE.

SUR L'ÉPUISEMENT PROBABLE DES MINES DE HOUILLE DE L'ANGLETERRE, PAR M. STANLEY JEVONS.

M. Stanley Jevons, professeur d'économie politique à Manchester, a fait, il y a peu

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de temps, à l'Institut royal de la Grande-Bretagne, une communication sur la question houillère et sur l'avenir probable des exploitations de ce pays. Nous allons en donner un extrait, d'après M. Burat, qui l'a publiée *in extenso* dans son ouvrage intitulé : *Les houillères en* 1868.

I. — Le produit des mines de houille de l'Angleterre s'élevait, en 1866, à plus de 100 millions de tonnes, c'est-à-dire à 101 630 544 tonnes (1), suivant les rapports du Bureau de statistique des Mines, publiés par M. Robert Hunt. On peut conclure de ce chiffre imposant :

1° Que le commerce de la houille, dans le Royaume-Uni, est le plus grand auquel jamais nation se soit livrée ;

2° Que chaque tonne de cette immense quantité de houille peut être considérée comme une tonne de la marchandise la plus précieuse qu'on ait jamais découverte ;

3° Que chaque branche d'industrie et, en général, presque tous les travaux auxquels nous nous livrons témoignent de la puissance et de l'utilité de ce combustible ;

4° Que, sous le rapport de sa richesse en houille, la Grande-Bretagne est favorisée d'une manière toute spéciale ;

5° Qu'on ne peut espérer que cette heureuse situation doive se prolonger encore bien longtemps.

II. — Il est difficile, pour l'œil et même pour l'esprit, de se représenter de suite l'énorme quantité de charbon dont nous venons de donner le chiffre. Il nous suffira de dire que son volume dépasse trente fois celui de la pyramide de Chéops, le plus gigantesque des monuments sortis de la main des hommes. Jamais nation n'a reçu, dans ses ports, autant de marchandises que l'Angleterre, et cependant il faudrait sept fois plus de navires qu'il n'en est entré en un an, pour transporter toute la masse de houille qu'elle consomme.

Plus de la moitié du trafic des trains de marchandises sur les chemins de fer du Royaume-Uni est affectée au transport de la houille. Autant qu'on en peut juger par les statistiques, qui ne distinguent pas toujours la nature des objets transportés, ce trafic a été, en 1865 :

Marchandises générales. .	36 800 000	55 100 000 tonnes.
Minerais.	18 300 000	
Charbon et coke.		59 500 000 —
Total général.		114 600 000

III. — On ne peut se rendre compte de cet immense commerce qu'en réfléchissant aux qualités surprenantes que possède le charbon. *Source principale de toute in-*

(1) Il s'agit ici de la tonne anglaise, qui vaut 1015 kilogrammes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dustrie, il est, en quelque sorte, *la pierre philosophale,* car il procure, à bon marché et en abondance, à l'homme tout ce qui peut subvenir à ses besoins,

Cette précieuse utilité du charbon est due :

A la puissance énorme qu'il renferme à l'état latent, et qu'on met en jeu lorsqu'on le brûle ;

Au fait, aujourd'hui si clairement démontré par la science, que *la force est la clef de tous les changements de la matière.*

A l'aide du principe de l'équivalent mécanique de la chaleur, on peut constater que la houille, de bonne qualité, est capable de fournir assez de force pour élever son propre poids à **11 422 000** pieds de hauteur (à peu près **3 426 600** mètres). La quantité extraite des mines, en **1866**, peut être considérée comme capable de fournir le travail de **530 000 000** de chevaux, travaillant huit heures par jour, pendant **300** jours.

IV. — La puissance du charbon reçoit de nombreuses applications, qui peuvent être classées sommairement comme suit : ainsi le charbon est utilisé,

1° *Comme source de chaleur. — Pour les usages domestiques.* Chauffage et ventilation des maisons et des édifices publics.

Changements d'état de la matière. — Fusion, coulage et forgeage des métaux. — Feux des forgerons. — Fabrication du verre, des briques, des poteries, etc. — Ébullition des sels, des savons, des sirops, etc. — Brasseries, distilleries, dessiccation des substances. — Produits chimiques.

Production de force motrice par les machines à vapeur, à gaz ou à air chaud. — Épuisement des eaux, drainage des mines; distributions d'eau. — Navigation à vapeur. — Chemins de fer et locomotion à vapeur sur les routes ordinaires. — Martelage, laminage et travail des métaux. — Filature et tissage. — Machines hydrauliques et pneumatiques. — Machines agricoles ; labourage à vapeur, etc. — Fabrication de la glace.

2° *Comme agent réducteur ; source de chaleur et d'affinité chimique.* — Réduction des métaux, de leurs minerais, fer, cuivre, plomb, zinc, etc. — Usines métallurgiques.

3° *Comme source indirecte d'électricité par les machines magnéto-électriques.* — Électro-télégraphie. — Électro-métallurgie.

4° *Comme source de lumière.* — Fabrication du gaz, des hydrocarbures et bougies de paraffine. — Éclairage des phares. — Photographie à la lumière artificielle.

5° *Comme source de certaines substances.* — Goudron, naphte, huiles lubrifiantes. — Engrais ammoniacaux; acide carbonique; couleurs d'aniline; odeurs et parfums, etc.

C'est en énumérant ainsi les différents usages auxquels sert la houille qu'on arrive à se faire une idée exacte de l'importance de ce précieux combustible, et à se convaincre que sa consommation doit encore s'accroître.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque l'on compare la production annuelle de la houille dans le Royaume-Uni (en nombre rond, 100 millions de tonnes), avec la masse qui est encore enfouie sous le sol de ce pays, à 4 000 pieds (1 200 mètres) de profondeur et dans des conditions qui en permettent l'exploitation, on arrive à ce résultat, que cette masse, estimée par M. Hull à 83 500 000 000 de tonnes, peut durer 835 ans ; mais, si l'on réfléchit que la consommation s'est accrue de 36 millions de tonnes en 12 ans, qu'elle a passé du chiffre de 65 millions de tonnes à celui de 101 millions, en 1866, et qu'enfin les causes de cet accroissement tendent à persister, on reconnaît qu'il y a des probabilités pour que le calcul précédent ne soit pas juste. En effet, rien ne fait présumer que la navigation à vapeur et les chemins de fer aient atteint leur dernier degré de développement. En outre, le labourage à vapeur, l'emploi des presses à vapeur, l'introduction des machines à gaz dans les ateliers, ainsi qu'une foule d'autres usages nouveaux, dans lesquels la houille joue un rôle important, sont bien certainement des symptômes irrécusables d'un accroissement de consommation.

V. — On peut remarquer que l'économie dans l'emploi du charbon ne tend point, néanmoins, à en diminuer la consommation. Ainsi, par exemple, presque tous les perfectionnements apportés à la machine à vapeur, depuis un siècle et demi, ont eu principalement pour but l'économie du combustible, et cependant les quantités de charbon brûlées ont augmenté en même temps que la production de la force est devenue plus économique ; par conséquent, il serait irrationnel de croire que le développement progressif de la consommation du charbon doive être arrêté par cela seul qu'on est parvenu à produire un effet utile donné avec moins de combustible qu'on n'en employait auparavant.

VI. — L'expérience et la théorie s'accordent à démontrer que l'accroissement de la consommation de la houille a lieu suivant une progression géométrique, c'est-à-dire comme 1 : 2 : 4 : 8 : 16, etc. Le tableau suivant en fournit la preuve.

Années.	Quantités entrées à Londres. Tonnes.	Accroissements en cinquante années. Tonnes.
1650.	216 000.	»
1700.	428 000.	212 000
1750.	688 000.	260 000
1800.	1 099 000.	411 000
1860.	3 638 883.	2 539 000 (1)

Les chiffres qui précèdent, ainsi que tous ceux qui sont cités dans la brochure inti-

(1) On arriverait au chiffre de 5 600 000 tonnes, si l'on supposait que l'accroissement de la consommation se maintient de la même manière pendant cinquante années consécutives.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tulée *The coal question* (1), démontrent que le développement de l'industrie houillère suit une progression géométrique et que la *raison* de cette progression va plutôt en augmentant qu'en diminuant. Voici comment M. Robert Hunt établit les progrès de l'industrie du charbon dans le Royaume-Uni depuis 1854 :

Années.	Charbon extrait. Tonnes.	Charbon exporté. Tonnes.
1854.	64 661 000.	4 305 000
1855.	64 453 000.	4 976 000
1856.	66 645 000.	5 879 000
1857.	65 334 000.	6 737 000
1858.	65 000 000.	6 529 000
1859.	71 979 000.	7 081 000
1860.	80 042 000.	7 412 000
1861.	85 635 000.	7 222 000
1862.	83 638 000.	7 644 000
1863.	88 252 000.	7 529 000
1864.	92 787 000.	8 063 000
1865.	98 156 000.	8 586 000
1866.	101 630 000.	9 367 000

Il n'est guère possible de ne pas s'émouvoir en présence d'une augmentation aussi rapide que celle qu'indiquent les chiffres précédents. *Sans aucun doute, la production houillère de l'Angleterre est destinée à atteindre, avant peu,* 200 *millions de tonnes.* Or on peut faire ce calcul alarmant que, si pendant cent dix ans encore la production houillère continue à s'accroître dans une proportion analogue à celle des douze dernières années, les couches seront épuisées jusqu'à la profondeur de 4 000 pieds (1 200 mètres). La conclusion à en tirer, c'est que la prospérité de la nation ne peut plus continuer à s'accroître autant qu'elle l'a fait depuis le commencement de ce siècle ; c'est que l'étendue limitée des couches de charbon ne permettra plus d'augmenter la production avec la même prodigalité que par le passé. Le côté le plus pénible de cette situation, c'est la nécessité de substituer à une marche rapide, soit une marche plus lente ou même un état stationnaire. En effet, la population et la production une fois mises en mouvement possèdent, en quelque sorte, une force vive qu'on ne peut arrêter sans produire des convulsions et souvent des malheurs.

VII. — Le sujet prend un aspect plus grave encore lorsque l'on considère les ressources en charbons et la production des autres pays mises en regard des nôtres.

---

(1) *The coal question, etc.* (La question houillère) ; enquête sur les progrès de la nation et sur l'épuisement probable de nos mines de houille, par W. S. Jevons M. A. 2e édition. Londres, 1866 (Mac-Millan).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Suivant les statistiques les plus récentes, l'extraction annuelle de la houille dans le monde entier se répartit comme suit :

Grande-Bretagne.	101 630 000	tonnes.
États-Unis.	25 860 000	—
Prusse et Zollverein.	20 610 000	—
France.	10 710 000	—
Belgique.	9 935 000	—
Autriche.	4 500 000	—
Amérique anglaise.	1 500 000	—
Russie.	1 500 000	—
Espagne.	300 000	—
Nouvelle-Galles du Sud.	250 000	—

Il résulte de ces chiffres que l'Angleterre produit, à elle seule, plus de la moitié (57 pour 100) de la masse de charbon extraite annuellement des entrailles de la terre.

Bien qu'on ne connaisse pas exactement la quantité réelle de houille que chaque pays renferme, cependant on peut en avoir une idée par le tableau suivant, dans lequel le professeur Rogers estime la superficie du terrain houiller reconnu dans les principales contrées.

	Surface du terrain houiller en kilom. carrés.
États-Unis.	518 595,20
Colonies anglaises du nord de l'Amérique. . .	20 294,40
Grande-Bretagne.	14 515,20
France.	2 644,10
Prusse.	2 580,50
Belgique.	1 370,90
Bohême.	1 075,20
Westphalie.	1 021,50
Espagne.	537,60
Russie.	268,80
Saxe.	80,60

Bien que la Grande-Bretagne soit plus riche qu'aucune des nations du continent européen, ses ressources en charbon sont bien faibles quand on les compare à celles de l'Amérique du Nord.

VIII. — Pour répondre à la question d'épuisement du charbon, on répète souvent que l'on saura trouver quelque nouvelle substance pour remplacer ce combustible, et l'on fait appel au vieux proverbe : *Nécessité est mère de l'invention*. Malheureusement, il n'est pas difficile de prouver que cette citation manque d'une certaine justesse. Nous vivons à une époque où les nécessités et les difficultés surgissent d'une manière en quelque sorte chronique. De grandes découvertes ont été faites, il est vrai, qui ont satisfait à nos besoins dans une mesure inespérée ; mais est-ce une raison pour croire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que, lors de la perte d'un bien aussi exceptionnel que le charbon, un autre nous sera immédiatement accordé?

L'idée que l'électricité sera un jour la source de la force motrice est une erreur. En effet, la machine magnéto-électrique mise en mouvement par le charbon qui alimente la machine à vapeur est maintenant la source d'électricité qui coûte le moins cher; à l'aide des perfectionnements successifs dont elle est l'objet, nul doute que l'électricité ne puisse être produite à meilleur marché encore. Mais, si le charbon concourt à la production de l'électricité, il est absurde de supposer que celle-ci puisse le supplanter.

On peut concevoir évidemment que, dans le cours des siècles à venir, quelque puissance inconnue puisse être découverte; mais il n'y a aucune raison de supposer que l'Angleterre, qui ne représente que la quatre centième partie de la surface terrestre, doive être aussi richement dotée, relativement à cette nouvelle source de puissance, qu'elle l'a été jusqu'ici en charbon. On a souvent parlé d'utiliser les rayons du soleil à la production de la force mécanique; mais, si jamais ce problème venait à être résolu, l'industrie, forcée de quitter l'Angleterre, n'irait-elle pas alors se réfugier en Afrique et en Australie?

IX. — Les conclusions à tirer de ce qui précède sont les suivantes :

1° Par les services qu'elle rend, la houille devient de jour en jour plus nécessaire.

2° Chaque jour la consommation de cette précieuse substance s'accroît en raison même des nouvelles applications auxquelles on la fait servir.

3° En supposant stationnaire la consommation de l'Angleterre, il est facile de calculer le temps que doit durer le charbon qui lui reste à extraire.

4° Mais cette consommation, loin d'être stationnaire, s'accroît, au contraire, suivant une progression géométrique; il est donc évident que cet état de choses ne peut durer indéfiniment, et que l'industrie anglaise est menacée dans un avenir relativement prochain.

5° A cette époque fatale, les nations qui possèdent des terrains houillers d'une superficie beaucoup plus considérable que celle de la Grande-Bretagne pourront rivaliser de près avec ce pays et finalement le dépasser.

6° L'épuisement des houillères de l'Angleterre se traduira sans doute dans les siècles prochains, non par un arrêt dans la production, mais par une augmentation dans les prix de revient (1), et par l'impossibilité d'accroître la consommation chaque année, comme on le fait aujourd'hui (2). (M.)

---

(1) Cette augmentation dans le prix de revient proviendra de la nécessité où on sera d'exploiter à de plus grandes profondeurs et dans des conditions d'extraction plus difficiles. (M.)

(2) Voici comment un ingénieur belge, M. Arthur Stievenart, commente le mémoire de M. Jevons.

« Une crise industrielle suivie d'un désastre considérable qui rendra insuffisant ce que l'on ap-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Sur la température de fusion des corps gras, par M. le Dr Wimmel, de Hambourg. — Pour déterminer la température à laquelle les corps gras se fondent ou se figent, on recourt à diverses méthodes; mais, ordinairement, on observe le degré où la graisse devient complétement fluide et transparente, et l'on obtient ainsi, dans la plupart des cas, des résultats assez comparables. Cependant plusieurs corps gras présentent, selon M. Wimmel, des anomalies très-marquées : ainsi le saindoux, la graisse de bœuf, le suif de mouton, deviennent transparents à des températures plus élevées de quelques degrés que celles où ils atteignent une fluidité parfaite; la cire du Japon présente le phénomène inverse. Plusieurs graisses ne reprennent que très-lentement, après la fusion, leur consistance primitive, et se fondent beaucoup plus facilement tant qu'elles sont encore molles. La température de la solidification, surtout, ne coïncide pas avec celle de la fusion. Les graisses proprement dites (celles qui donnent de la glycérine dans leur saponification), se figent, dans les circonstances ordinaires, à des températures plus ou moins différentes de celles où elles deviennent liquides et se distinguent ainsi très-nettement de la cire ou du blanc de baleine, dont la solidification se produit exactement à la même température que la fusion. Au moment de la prise, la masse s'échauffe toujours plus ou moins, et souvent au point d'approcher beaucoup du degré de fusion. Cette circonstance rappelle, d'une manière frappante, plusieurs phénomènes analogues qui peuvent faire admettre l'existence d'un état particulier des corps désigné par le nom, peut-être impropre, de *super-fusion* (*über-schmelzung*); cependant plusieurs graisses peuvent aussi devenir solides sans élévation de température. Si l'on chauffe pendant longtemps, par exemple, du suif à son point de fusion (48 degrés C.), de telle sorte qu'il soit bien liquide, mais non encore tout à fait transparent, il se fige de nouveau à 45 ou 46 degrés, sans dé-

---

pelle le *pain industriel* est donc inévitable en Angleterre. Naturellement les pays auxquels la Grande-Bretagne fournit une partie de ce précieux produit seront les premiers atteints, car un des effets immédiats de l'impuissance relative de la production sera la cessation des exportations. Une éventualité aussi désastreuse doit éveiller l'attention des peuples importateurs.....

« Quant à l'Angleterre, qui s'est occupée du problème houiller, qui en a mesuré l'étendue et qui a apprécié la seule solution qu'il comporte, on comprend combien son émotion est vive, générale, en présence d'une perspective qui doit complétement changer ses conditions de travail, renchérir considérablement le principal élément qui constitue sa supériorité manufacturière sur les autres peuples européens et faire passer entre les mains de la république des États-Unis, c'est-à-dire d'une rivale, le sceptre de la supériorité industrielle qui avait créé sa grandeur et attiré dans son sein les richesses des autres nations..... »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

veloppement de chaleur. (L'expérience réussit le mieux sur du suif qui vient de se figer et qui est encore mou.)

L'auteur a obtenu les résultats suivants :

	TEMPÉRATURE de fusion.	TEMPÉRATURE de solidification.	DEGRÉ ATTEINT dans la solidification.
	Degrés C.	Degrés C.	Degrés C.
Suif de bœuf, frais	43	33	36 — 37
— ancien	42 1/2	34	38
Suif de mouton, frais	47	36	40 — 41
— ancien	50 1/2	39 1/2	44 — 45
Saindoux	41 1/2 — 42	30	32
Beurre	31 — 31 1/2	19 — 20	19 1/2 — 20 1/2
Beurre en barils	32 1/2	24	25 1/2
Cire du Japon	52 1/2 — 54 1/2	40 1/2 — 41	45 1/2 — 46
Beurre de cacao	33 1/2 — 34	20 1/2	27 — 29 1/2
Huile de coco	24 1/2	20 — 20 1/2	22 — 23
Huile de palme, fraîche, molle	30	21	21 1/2
Huile de palme, fraîche, plus ferme	36	24	25
Huile de palme, ancienne	42	38	39 1/2
Beurre de muscade	43 1/2 — 44	33	41 1/2 — 42
Cire d'abeilles, jaune	62 — 62 1/2	La solidification a lieu sans élévation de température, au même degré que la fusion.	
— blanche	63 — 63 1/2		
Blanc de baleine	44 — 44 1/2		

(V.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 14 mai 1869.

Présidence de M. le sénateur *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — M. *Muytjens* (G. H.), constructeur-mécanicien, à Grosbliederstroff (Moselle), et à Paris, rue Mazarine, 48, présente à la Société un modèle de frein automoteur pour charrettes et camions, et nouvelle disposition pour waggons de balast, (Arts mécaniques.)

M. *Laneuville* (A.), horloger, quai de l'Horloge, 23, à Paris, sollicite l'approbation de la Société pour des cannettes garnies de dés en caoutchouc durci, et employées dans les métiers à tisser. (Arts mécaniques.)

M. *Mildé* (Ch.), horloger, avenue des Champs-Élysées, 67, fait fonctionner, devant la Société, un régulateur d'horlogerie à force constante et à moteur électrique, qui permet de distribuer l'heure à un nombre indéfini de cadrans récepteurs placés à des distances quelconques. Il indique les applications diverses qu'on peut faire de son régula-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

teur, notamment pour les horloges de petites communes dont il réduit considérablement le prix, sans altérer la régularité. (Arts mécaniques.)

M. *Ewbank* (Thomas) envoie deux numéros de la *Tribune* de New-York (27 mars et 15 avril 1869), contenant un mémoire sur une nouvelle théorie de la machine à vapeur doublant la force de ces machines, et faisant disparaître les causes d'explosions et d'accidents. (Arts mécaniques.)

M. *Clerget* (Ch.), rue Véron, 27, à Paris-Montmartre. Méthode pour apprendre rapidement la tenue des livres. (Comité de commerce.)

M. *Bastié* (E.), boulevard de la Villette, 18, à Paris. Application du papier bleu sensible n'exigeant pas de fixage, à la reproduction des dessins de machines et autres. (Arts économiques.)

M. *Hénault* (B.), rue Saint-Denis, 169, à Paris. Tarifs différentiels pour les tailleurs. (Comité de commerce.)

M. *d'Euclin* et *comp.*, rue de l'École-Polytechnique, 9, à Paris. Procédé pour faire de grandes quantités de bon café. (Arts économiques.)

M. *Touttain* fils, distillateur, à Vierzon (Cher). Nouvelle liqueur de table hygiénique et digestive. (Arts économiques.)

M. *Bougault* (Eugène), fabricant de confitures, boulevard Beaumarchais, 62. Fermeture hermétique des vases de verre ou de porcelaine. (Arts économiques.)

La *Commission de l'Exposition du Schleswig-Holstein* annonce que cette exposition industrielle et agricole aura lieu à Altona, et sera ouverte le 27 août et fermée le 13 septembre. L'exposition des animaux, du bétail et des chevaux sera ouverte le 2 septembre et fermée le 7 septembre au soir. Elle envoie un exemplaire du règlement de cette exposition, et fait connaître qu'elle nomme pour commissaire général, en France, M. *Debbeld* (H. C.), rue de l'Échiquier, 41, qui fournira tous les renseignements dont les exposants auraient besoin, et qui recevra leurs déclarations.

M. *Perret* (Michel), chimiste, président de la Société d'agriculture de l'arrondissement de Saint-Marcellin (Isère), adresse à la Société quelques observations sur la tolérance que les végétaux ont, dans certaines circonstances, pour l'absorption des sels minéraux au delà de ce qui est essentiel à leur développement. (Comité d'agriculture.)

M. *Puscher* (E.), chimiste, à Nuremberg (Bavière), envoie un mémoire sur l'emploi de l'ammoniaque caustique pour la recherche des couleurs cuivreuses arsenicales. (Arts chimiques.)

MM. les *Secrétaires* signalent les ouvrages suivants parmi les imprimés qui ont été adressés à la Société :

Du Moncel (le comte Th.). Notice sur le câble transatlantique, Paris, 1869, brochure in-8 de 46 pages avec 25 gravures dans le texte. Gauthier-Villars, éditeur.

Perret (Michel). Trois questions sur le vin rouge (1° Qu'est-ce que le vin rouge; 2° Comment doit-on le faire; 3° Comment le conserver). Grenoble, 1868, brochure in-8.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Société impériale d'agriculture de Moscou : 1° les nos 1 à 8 du Journal de la Société impériale de Moscou, in-8, années 1867-1868; et 2° l'Agriculture russe, 1re année, vol. I, n° 1, 1869, in-8 (en russe).

Rapports des comités. — *Scie à rubans.* — M. *Duméry* et M. *Clerget* font, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur une communication de M. *Cambon*, qui emploie la scie à rubans au sciage du bois à brûler.

Le comité propose de remercier M. *Cambon* de sa communication, et d'insérer le rapport au *Bulletin,* avec les dessins qui l'accompagnent. Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Réchauffeur de vapeur. —M. *Tresca* lit, pour M. *Victor Bois*, et au nom du comité des arts mécaniques, un rapport qui a été revu dans ce comité après le renvoi que le Conseil a prononcé dans la dernière séance, et qui est relatif au système de tubes réchauffeurs de vapeur proposé par M. *Petitpierre*, et présenté par lui sous le nom de *multiplicateur inexplosible.*

Le comité des arts mécaniques propose, après révision, de remercier M. *Petitpierre* de sa communication, et d'insérer le rapport qui le concerne dans le *Bulletin* de la Société. (Voir cahier d'août 1869, p. 456.)

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Teinture au sulfure de mercure. — M. *Barreswil* fait, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur le procédé employé par M. *Bretonnière* pour teindre les tissus divers, et principalement ceux de lin ou de chanvre, en un gris solide.

Le comité propose de remercier M. *Bretonnière* de son intéressante communication, et d'insérer le rapport au *Bulletin.* Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voir cahier de juin 1869, p. 335.)

Appareil diviseur. — M. *Peligot* (Henri) fait, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur l'appareil diviseur présenté par M. *Marie* (Victor), entrepreneur de plomberie, rue Lafayette, 183, à Paris.

Le comité des arts économiques, pensant qu'il y a lieu d'encourager les tentatives faites par M. *Marie* (Victor), propose de le remercier de la communication qu'il a faite à la Société, et d'insérer le rapport qui le concerne dans le *Bulletin*, avec les dessins qui y sont joints.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Enseignement du dessin. — M. *Lemaire* fait, au nom de la commission des beaux-arts appliqués à l'industrie, un rapport sur les résultats que M. *Gélibert,* peintre, rue d'Enfer, 47, a obtenus par l'emploi des procédés perspectométriques qu'il a fait connaître.

Il propose de remercier M. *Gélibert* de sa communication et d'insérer le rapport qui le concerne dans le *Bulletin* de la Société.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voir cahier de mai 1869, p. 283.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMMUNICATIONS. — *China-grass.* — M. *Ramon de la Sagra,* membre correspondant de l'Institut, rue Cadet, 5, à Paris, entretient la Société des avantages qu'on pourrait retirer de l'emploi des fibres de l'*ortie de la Chine,* que les Anglais désignent par le nom, adopté maintenant partout, de *china-grass.*

En 1844, cette plante fut importée en Europe; on reconnut tous les avantages que présentaient ses fibres qui sont employées, en Chine, depuis un temps immémorial. La culture en fut recommandée et on s'assura bientôt qu'elle prospérait dans toutes les parties de la France; mais son emploi par les fabriques n'a pas suivi la même marche progressive : les essais qui ont été tentés et variés de diverses manières ont échoué. En 1864, on a essayé de carder ces fibres avec le coton; les Anglais ont fait des tissus en mêlant les fils de *china-grass* avec des fils de coton. En France, on a fait des essais de ce genre à plusieurs reprises et ils n'ont pas réussi. La cause de ces insuccès paraît facile à trouver; la matière première n'a jamais été assez abondante en Europe pour que des fabriques spéciales pussent y être consacrées avec fruit, et la culture n'a pas pu être entreprise sur une grande échelle de manière à donner des produits abondants et à bon marché, parce que l'industrie n'offrait pas des débouchés certains et étendus.

L'acclimatation et l'emploi du *china-grass* n'ont jamais pu, jusqu'à présent, sortir de ce cercle vicieux. Mais M. *Childers* (H.) vient de fonder, à Nice, un établissement qui peut exercer une heureuse influence sur cette situation; il a remarqué l'éclat spécial des fibres de *china-grass* et a pensé à les employer pour fabriquer des passementeries. Dans cette industrie, dont les produits rivalisent presque d'éclat avec la soie, on obtient des tissus dont la valeur est assez grande pour que la matière première puisse être payée à un prix largement rémunérateur des frais de culture, et pour que sa production puisse s'étendre d'une manière importante. Il en résultera, comme conséquence nécessaire, la création d'autres industries qui emploieront toutes les propriétés utiles du *china-grass.* La Corse et l'Algérie peuvent se livrer avantageusement à la culture de cette plante; on y obtiendra aisément trois et quatre coupes par an, et déjà, dans le midi de la France, on a généralement deux coupes. Il y a là une vaste industrie à créer, et l'influence de la Société d'encouragement sera très-puissante pour en favoriser le développement.

M. *Ramon de la Sagra* montre à la Société des échantillons de matière première à différents états; la tige et la fibre brute, la fibre blanchie, puis filée, puis teinte en diverses couleurs; enfin, des passementeries, franges, torsades et glands, d'un très-bel éclat.

M. le *Président* remercie M. *Ramon de la Sagra* des détails intéressants qu'il vient de donner à la Société; il charge le comité d'agriculture d'examiner ce qui est relatif à cette question, et de voir s'il ne conviendrait pas de proposer un prix pour encourager la culture de l'*ortie de la Chine* en France.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Alcan* demande à faire quelques observations à la suite de cette communication :

Les industriels français ont fait des tentatives répétées pour employer les fibres de l'*ortie de la Chine*. Elles ont eu lieu à Rouen, à Roubaix, à Lille et surtout à Lyon. M. Prosper Meynier de regrettable mémoire y a consacré une partie de ses travaux et a obtenu des tissus de fil provenant des fibres peignées qui rivalisaient en apparence avec la soie; les étoupes seules ont été cardées comme le coton et mélangées avec lui. Toutes ces tentatives de 1851 à 1867 ont toujours échoué, et, en Angleterre même, cette industrie est abandonnée. On est là en présence d'une difficulté technique du genre de celle qu'on éprouvait au commencement du siècle pour filer le lin à la mécanique. Tant qu'elle ne sera pas résolue, on ne peut pas être assuré du succès, quand même la matière première serait très-abondante et à bas prix.

Ce n'est pas, d'ailleurs, l'*ortie de la Chine* seule qui peut être employée ainsi; au commencement du siècle dernier, en Picardie, on filait à la main les fibres de l'*ortie ordinaire* et on en fabriquait des tissus d'une certaine valeur. La filature a la main produirait sans doute les mêmes résultats avec le *china-grass,* mais sa filature industrielle est encore à créer.

M. le *Président* demande à M. *Alcan* de s'adjoindre au comité d'agriculture pour examiner la proposition faite par M. *Ramon de la Sagra*.

Chalumeau et lampe-forge au pétrole. — M. *Quichenot,* ingénieur civil, rue de Cormeille, 25, à Levallois-Perret, fait, devant la Société, la description du *chalumeau* et de la *lampe-forge au pétrole* qu'il a installés pour fournir, aux petits ateliers en chambre, les hautes températures nécessitées par certaines industries. Les appareils à gaz connus et employés dans le même but exigeant l'emploi d'un compteur, d'une canalisation particulière, et d'autres détails d'installation qui ne peuvent pas toujours être réalisés facilement, il semble utile d'avoir des appareils faciles à transporter, à bas prix, ne consommant qu'une petite quantité d'un liquide à bas prix, et qui puissent satisfaire aux besoins des petites industries.

Le *chalumeau* se compose : 1° d'un carburateur ordinaire dans lequel l'air provenant d'une petite soufflerie est chargé de vapeurs d'un hydrocarbure volatil quelconque, et 2° d'un tuyau en caoutchouc terminé par un bec particulier. Son orifice est à mince paroi et sa tuyère contient une spirale formée par une simple feuille de cuivre ou de tôle mince de quelques centimètres de longueur, tordue en hélice et introduite dans le tube jusqu'à $0^{m},01$ environ de l'orifice du bec. Cette spirale est utile pour rendre la flamme plus courte et plus nourrie. La flamme produite est généralement oxydante quand on dirige le jet d'air sur une lampe ordinaire à alcool ou au pétrole; elle est à volonté réductrice ou oxydante, quand on emploie une lampe à mèche annulaire avec chalumeau central.

La *lampe-forge* est formée, à la base, par une coquille en fonte, ayant un double fond dans lequel circule et s'échauffe l'air carburé qui provient d'une soufflerie; cet

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

air s'échappe par un chalumeau placé verticalement au centre de la coquille, et semblable à celui qui vient d'être décrit. Un vase annulaire en fonte repose sur cette pièce en laissant des intervalles convenables pour produire un courant d'air par entraînement. Il contient du pétrole que la chaleur du fourneau porte à l'ébullition, et dont la vapeur redescend le long d'un retour de la paroi jusque dans la coquille, où elle pénètre par une série de rainures rangées circulairement.

Là, cette vapeur brûle en donnant une flamme renversée, qui lèche les parois de la coquille et qui se relève ensuite verticalement autour du jet d'air carburé chaud, lancé par le chalumeau central. Cette flamme est concentrée par une tuyère ou espèce de large entonnoir renversé, en cuivre rouge, surmonté d'un tube plus épais en terre réfractaire, qui contient la partie la plus chaude de la flamme et est réellement le foyer de l'appareil. C'est dans l'intérieur de cette cheminée que les creusets, les capsules, les coupelles sont placés sur un support convenable; le tout est ensuite surmonté d'un petit couvercle qui concentre la chaleur.

La flamme ainsi produite est formée par la combustion des vapeurs de pétrole qui n'arrivent au foyer qu'à une température élevée; l'air carburé de la soufflerie est aussi fortement chauffé dans le double fond de la coquille, et toutes les conditions pour obtenir une haute température se trouvent réunies. Quant à l'alimentation de la petite chaudière à pétrole, elle résulte de sa communication avec un réservoir à niveau constant; cette communication est faite par un tube Halter dans la fabrication duquel on a employé, au lieu de caoutchouc ordinaire, celui qu'on tire de l'huile de graine de lin, parce que ce dernier n'est pas soluble dans le pétrole.

M. *Quichenot* a obtenu avec ce fourneau toutes les températures dont on peut avoir besoin dans l'industrie. Il fond, en dix minutes environ, 100 grammes de cuivre rouge ou de fonte, et il obtient, dans le même temps, la fusion du nickel et du fer sur des échantillons de moindre poids. Son chalumeau donne, mais en petit, les mêmes résultats et est spécialement approprié aux soudures, ou autres travaux, qui exigent un jet de flamme. Il pense donc que ces appareils seront utiles aux orfévres, aux ouvriers travaillant les métaux, aux chimistes et aux essayeurs.

M. le *Président* remercie M. *Quichenot* de cette communication et en fait le renvoi au comité des arts chimiques.

Eaux des égouts de Paris. — M. *Durand-Claye* (Alfred), ingénieur des ponts et chaussées, donne à la Société des renseignements détaillés sur les études entreprises par la ville de Paris pour l'utilisation et l'épuration des eaux des égouts.

Il rappelle d'abord l'état dans lequel était Paris avant l'établissement d'un système régulier d'égouts sous le sol de ses rues. Les eaux ménagères et pluviales n'avaient d'autre moyen d'écoulement que la pente du sol dirigée vers la rivière d'une manière très-irrégulière. S'infiltrant en partie dans le sol, elles viciaient les eaux de puits; en outre, elles souillaient d'une manière regrettable les eaux de la Seine qui, cependant, étaient employées pour l'alimentation des fontaines publiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Maintenant, un réseau d'égouts, dans lesquels on peut circuler pour les nettoyer, s'étend au-dessous de toutes les rues. Son origine première remonte à peine à trente ans; mais il n'a reçu un développement utile que dans les quinze dernières années. Il recueille, sur tous les points de Paris, toutes les eaux nuisibles et celles, très-abondantes, qui ont servi au lavage et à l'arrosage des rues, sur une superficie de 7800 hectares, couverte de 66 000 maisons et habitée par près de 2 000 000 d'habitants. Ces eaux se réunissent ensuite dans deux grands égouts collecteurs qui, après leur jonction, débouchent dans la Seine en face d'Asnières. La pente seule, habilement ménagée et convenablement employée, suffit pour faire écouler toutes ces eaux, ainsi que les vases et sables de toute nature qu'elles charrient.

Le volume que roule cette rivière souterraine est de 70 millions de mètres cubes par an, correspondant à un débit moyen de $2^{m},20$ par seconde ou de 190 000 mètres cubes par jour. Ce débit varie, suivant les heures de la journée, en raison de la marche du service domestique qui a lieu plutôt pendant le jour que pendant la nuit, et du lavage et de l'arrosage des rues qui sont faits entre huit heures du matin et quatre heures du soir. Le débit de l'égout collecteur, très-faible à six heures du matin, croît continuellement jusqu'à son maximum qui est vers midi, reste étale jusqu'à six heures du soir et redescend graduellement jusqu'à son minimum à six heures du matin. Des variations du même genre ont lieu suivant les saisons de l'année, et proviennent des pluies, de l'abondance des arrosages en été, de l'évaporation, etc. Le débit, faible en janvier et en juillet, s'élève au maximum dans les mois de juin et d'octobre. Enfin on a remarqué que les égouts ne reçoivent que les 6/10 des eaux qui sont versées sur la ville par les pluies, l'arrosage des rues ou la distribution des eaux potables; le reste est absorbé par l'évaporation ou détourné pour des usages divers.

L'embouchure, dans la Seine, de ce cours d'eau souterrain, qui charrie, par an, 140 000 mètres cubes de matières solides éminemment putrescibles, donnerait lieu certainement à des inconvénients graves, soit par des atterrissements qui troubleraient le régime de la rivière, soit par les émanations qu'ils répandraient dans l'air, si on se bornait à laisser à la Seine la tâche d'absorber et de faire disparaître tous ces résidus de la grande ville. On a donc dû, dès que le collecteur a été ouvert, se préoccuper de chercher pour ces eaux troubles un emploi qui les dénaturât rapidement, et l'agriculture seule pouvait présenter un débouché assez vaste pour remplir cette indication; on avait pour exemple, dans ces recherches, les irrigations par des eaux d'égouts qui, à Milan, à Édimbourg, à Valence (Espagne), fertilisent de vastes prairies et les plus riches cultures qui existent en Europe.

Dans la banlieue de Paris, où les prairies sont peu étendues, c'était surtout la culture maraîchère qui pouvait utiliser ces eaux; mais, comme l'irrigation des terres ne peut être faite que pendant certaines saisons, on n'aurait eu aucun emploi du débit de l'égout pendant un tiers au moins de l'année. Cet embarras a été évité par la mise en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pratique d'une indication faite par M. *Le Chatelier,* qui a proposé de clarifier les eaux d'égout par le sulfate d'alumine, de même que dans l'Orient, en Égypte, en Chine, etc., on purifie les eaux potables par une très-petite addition d'un sel de même nature. Pour s'éclairer sur toutes ces questions, la Ville de Paris a organisé un système complet d'études, des jaugeages continus, des analyses de laboratoire et un essai pratique sur un terrain d'un hectare et demi où on a employé, d'une manière variée, un volume d'eau égal à 1/400e de celui du collecteur.

Ces études ont montré que ces eaux contiennent, par mètre cube, 3 kilog. de matières étrangères, dont 2 kilog. en suspension et 1 en dissolution. Les essais de laboratoire ont prouvé qu'elles étaient riches en azote, en acide phosphorique et en potasse, et que leur valeur, pour l'agriculture, pouvait être évaluée à 0 fr. 10 c. par mètre cube. Lorsqu'elles étaient clarifiées par le sulfate d'alumine, l'eau blonde surnageante valait encore 0 fr. 06 c. par mètre cube, et le dépôt formé par précipitation valait 20 francs par mètre cube. Elles ont donc annuellement une valeur de 7 millions, se partageant en quatre millions pour les matières solides et 3 millions pour les eaux clarifiées.

Les études pratiques ont montré que la clarification pouvait être faite en grand, sans difficulté, dans un espace restreint. Les bassins d'épuration n'avaient que 30 mètres de longueur, et l'eau sortait du filtre de meulière qui les terminait, avec l'aspect du courant d'un ruisseau ordinaire. La quantité de sulfate d'alumine employée et les frais de main-d'œuvre ont fait revenir l'épuration à 0 fr. 02 c. par mètre cube, et le dépôt, dont la composition était la même que celle des précipités obtenus dans le laboratoire, n'était, en quantité, que les 70 pour 100 de ce qu'indiquaient les analyses; il était sans odeur, devenait rapidement compacte et était facile à manier à la pelle. Au point de vue de la salubrité, ces essais, continués pendant dix-huit mois, ont été sans inconvénient pour les propriétés voisines qui n'en ont ressenti ni gêne ni odeur incommode.

Les cultures arrosées avec les eaux troubles, et en employant le terreau provenant des bassins de clarification, ont été d'une très-grande beauté; elles ont prouvé que, sans appauvrir le sol, on peut faire rendre, par an, 4 400 francs à l'hectare de terrain qui, dans la plaine voisine, ne rend que 800 à 900 francs.

Ces recherches montrent donc qu'il est facile d'employer ces eaux si riches pour l'agriculture, et qui seraient nuisibles, au contraire, si elles n'étaient pas utilisées. Cet emploi doit être fait en combinant un arrosage judicieux par les eaux troubles naturelles avec l'emploi du terreau provenant de la clarification des eaux du collecteur, pendant la période où l'arrosage n'est pas nécessaire, laquelle dure plus du tiers de l'année. Ce terreau, très-riche en principes utiles, sans odeur, facile à transporter, sera toujours recherché des cultivateurs, et la production peut en être indéfinie.

Une expérience en grand doit être faite dans la plaine de Gennevilliers; elle aura pour objet de tenter la création d'une clientèle pour les eaux d'égout de la ville et elle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ne peut manquer d'être couronnée de succès; déjà des cultivateurs sollicitent des concessions de ces eaux fertilisantes.

M. le *Président* remercie M. *Durand-Claye* (Alfred) de cette intéressante communication. Il voit dans ces recherches la création d'un système qui ne sera pas utile seulement à la Ville de Paris, mais qui sera appliqué tôt ou tard aux eaux du même genre de tous les grands centres de population. En effet, plusieurs villes, comme Londres, Reims, etc., se préoccupent des mêmes questions, et le succès si remarquable des travaux faits à Paris sera pour toutes un utile enseignement.

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société, par un vote du Conseil, après l'accomplissement des formalités prescrites par le règlement :

MM. *Villière*, mécanicien, à Vire; *Paliard*, architecte, à Paris; *Bargné*, directeur des travaux agricoles, à la Maison-Neuve (Gard); *Hardy*, jardinier en chef du potager de Versailles.

Séance du 28 mai 1869.

Présidence de M. le sénateur *Dumas*, président.

CORRESPONDANCE. — M. *de Fargues de Goth*, rue Cruchinet, 3 *bis*, à Bordeaux, demande le concours de la Société pour l'aider à réaliser le projet qu'il a formé de reproduire photographiquement les tableaux sur toile, en grandeur naturelle. (Beaux-arts appliqués à l'industrie.)

M. *Béringer* (Lucas), rue Simon-le-Franc, 17, à Paris, demande une première annuité de brevet pour l'application de propriétés nouvelles de l'écoulement des fluides. (Arts mécaniques.)

M. *Wagner* (J.), neveu, avenue de Paris, 77, à Rueil (Seine-et-Oise), sollicite un rapport de la Société sur un mémoire relatif au pendule et au balancier d'horlogerie, ouvrage qu'il a publié en 1867, et qui, suivant lui, a été confondu à tort, par le comité des arts mécaniques, avec son mémoire sur les échappements simples usités en horlogerie qui date de 1847. (Arts mécaniques.)

M. *Bastié*, rue des Plantes, impasse du Moulin-Vert, 14, à Paris, fait présenter à la Société, par M. *de Gerando* (A.), un instrument qu'il nomme *tour pour tourner carré*, et qui produit, en effet, des surfaces planes par des combinaisons analogues à celles des tours. (Arts mécaniques.)

M. *Chaubart* (Léopold), à Moissac (Tarn-et-Garonne), réseau en fer pour maintenir les enrochements. (Arts économiques.)

M. *Joyot* jeune, rue Paul-Lelong, 9, à Paris, sollicite l'examen de la Société sur les moyens qu'il propose pour fabriquer à la barre les rubans, velours ou épinglés, unis et façonnés. (Arts mécaniques.)

M. *Sonolet* (G.), ingénieur-constructeur, rue de Marseille, 5, appelle l'attention de la Société d'encouragement sur les chaudières à tubes mobiles système *Langlois* (V.),

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui sont employées sur le *Magenta* et sur douze autres navires de la Marine impériale, ainsi que dans un grand nombre d'autres établissements. (Arts mécaniques.)

M. *Dedun* (H.), vicaire à Saint-Laurent-de-Pont-à-Mousson, envoie son essai sur la méthode la plus facile pour apprendre la musique, sous le titre de *La musique sans difficultés*. (Arts mécaniques.)

M. *Charrière*, ancien fabricant d'instruments de chirurgie, rue de l'École-de-Médecine, 6, demande à la Société de faire examiner les systèmes de sauvetage qu'il a inventés pour les habitants des maisons incendiées. (Arts économiques et arts mécaniques.)

MM. les *Secrétaires* signalent les ouvrages suivants parmi les publications imprimées qui ont été adressées à la Société :

Société libre d'émulation du commerce et de l'industrie de la Seine-Inférieure, n° 11 du Bulletin des travaux de cette Société, brochure in-8, avec 4 planches.

Société industrielle d'Angers. Bulletin des 38e et 39e années, Angers, 1869, vol. in-8.

M. *Dubrunfaut*, les râpes, les presses et leurs produits. — Modifications de travail proposées. — Masses cuites de diffusion, leur analyse, leur épuration par l'osmose ; lettres écrites en janvier 1869 au directeur-gérant de la *sucrerie indigène*. Brochure in-8.

M. *Dubrunfaut*, la rectification des alcools et les agents chimiques. — M. *Savalle* et M. *Champonnois*. — Travail des sucres par la méthode du sucrate de chaux. — Sur l'emploi de l'alcool dans l'analyse et la fabrication du sucre ; trois lettres écrites, en février 1869, au directeur-gérant de la *sucrerie indigène*. Brochure in-8.

M. *Dubrunfaut*, présence des glucoses dans les sucres bruts et raffinés, de betteraves et de cannes ; lettre écrite en mars 1869 au directeur-gérant de la *Sucrerie indigène*. Brochure in-8.

M. *Dubrunfaut*, la Genèse agricole. La Sélection ; article publié dans le *Moniteur scientifique Quesneville* du 15 mai 1869. Grand in-8.

M. *Figuier* (Louis), les Merveilles de la science, 30e série, Paris, 1869, grand in-8, fig. dans le texte. Furne et Jouvet, éditeurs.

Rapports des comités. — *Essoreuse remplaçant le pressoir*. — M. *Alcan* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur l'application que M. *Leduc*, manufacturier, à Nantes, a faite de la force centrifuge à la fabrication du vin et du cidre, en substituant l'emploi de l'*essoreuse* à celui du *pressoir* ordinaire.

Le comité des arts mécaniques propose de remercier cet industriel de sa communication et de faire insérer le rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Après des observations de M. *Peligot* (Eugène), et de MM. *Balard* et *Alcan*, ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voir cahier d'août 1869, p. 461.)

Sonnerie électrique pour horloges. — M. *Tresca* lit, au nom du comité des arts

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mécaniques, un rapport sur la sonnerie électrique faisant entendre les heures et les quarts, exécutée par M. *Fournier,* horloger français établi à la Nouvelle-Orléans, sonnerie pour laquelle M. *Tresca* et M. *Breguet* ont été nommés rapporteurs.

Le comité des arts mécaniques propose de remercier M. *Fournier* de son intéressante communication, d'approuver le rapport dont elle a été l'objet, et d'en ordonner l'insertion au *Bulletin* avec les figures qui représentent l'appareil dans tous ses détails.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS.— *Pompe à vapeur à piston mercuriel.* — M. le marquis *de Montrichard*, garde général des forêts, à Avallon, fait devant la Société la description d'une pompe à incendie mue par la vapeur, fonctionnant par le moyen d'un double piston mercuriel; de sorte que la vapeur est directement en contact avec la colonne liquide, et que la machine ne comporte aucune transmission mécanique de mouvement. La vapeur est admise successivement sur les deux pistons mercuriels par un robinet à quatre branches qui est mû par la main d'un des pompiers, et dont l'abandon et l'arrêt ne peuvent donner lieu à aucun autre accident qu'une perte inutile de vapeur. L'appareil ne consiste donc que dans ce robinet et des tuyaux creux, dans une partie desquels on a mis une certaine quantité de mercure dont la valeur est de 150 à 200 francs au plus.

M. *de Montrichard* fait fonctionner devant l'assemblée un modèle en verre de cette pompe à incendie qui permet de suivre tous les mouvements produits par l'action de la vapeur. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

Épuration des eaux d'égout. — MM. *Durand-Claye* (Alfred) et *Durand-Claye* (Léon), ingénieurs des ponts et chaussées, pour satisfaire à un désir exprimé par M. le Président de la Société d'encouragement, exécutent devant l'assemblée l'opération par laquelle on clarifie les eaux des égouts de la ville de Paris, en employant le sulfate d'alumine.

En faisant cette expérience, M. *Durand-Claye* (Léon) expose les essais qui ont été faits à diverses reprises pour trouver le meilleur procédé à employer pour cette clarification.

Les eaux d'égout, dit-il, sont tantôt noirâtres, tantôt grisâtres, et varient souvent d'aspect; mais elles sont toujours essentiellement visqueuses, et le repos ne suffit pas pour les clarifier; leur passage à travers un filtre ne peut même se faire qu'après un temps très-long, une journée par exemple. Ce caractère disparaît quand on les mélange avec une petite quantité d'un sel métallique. La matière glutineuse qu'elles contiennent forme alors un véritable savon insoluble, et, quand on les laisse en repos, il s'opère un collage par le dépôt tranquille de ce précipité.

On avait déjà essayé, dans plusieurs contrées, de faire une épuration de ce genre, mais elle n'avait pu être pratiquée que dans des conditions onéreuses; la *chaux* pure, par exemple, dont on s'était servi, devait être employée à dose précise, une trop grande quantité empêchant la précipitation du dépôt. La *dolomie calcinée*, donnant de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chaux et de la magnésie mélangées, par lesquelles on croyait pouvoir faire précipiter le phosphore et l'azote à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, n'avait pas fait atteindre ce but, parce que sans doute ce sel n'était pas assez insoluble. On avait éprouvé des difficultés assez sérieuses pour obtenir un lait de chaux toujours de même concentration, et pour le mélanger convenablement dans les eaux à épurer.

Le perchlorure de fer, qui a été employé à Bruxelles, a aussi été essayé. Il clarifie assez bien les eaux troubles, mais les résultats obtenus manquent de régularité et de constance; les doses doivent varier; l'eau clarifiée, après une exposition à l'air de quelque durée, devient trouble et ocreuse, et a, dès lors, un aspect sale et repoussant. Il est probable que dans l'emploi du perchlorure de fer il se forme des crénates, apocrénates et autres sels de cette famille qui, insolubles à l'abri de l'air, deviennent solubles dans l'eau aérée, puis, plus tard, donnent lieu à des dépôts ocreux de sous-sulfates de fer ou d'autres sels analogues.

Le sulfate d'alumine, qui a été employé ensuite sur les indications de M. *Le Chatelier*, a parfaitement rempli toutes les conditions de la question. On s'est d'abord servi des magmas de Picardie provenant de l'usine de M. *Jacquemart*. Il fallait 200 grammes par mètre cube d'eau, ce qui représentait une valeur de 0 fr. 022. On a fait ensuite usage des eaux mères de la fabrique de sulfate d'alumine de M. *Pommier,* à Gennevilliers, qui ne causent que 0 fr. 0125 de dépense par mètre cube, et qui ont d'ailleurs l'avantage d'être exemptes de fer et, par conséquent, de ne laisser dans l'eau clarifiée aucune cause de trouble ultérieur. Cette clarification a réussi d'une manière complète.

Il existe un autre procédé pour clarifier ces eaux, n'exigeant que de l'espace et du temps; c'est la filtration naturelle sur la terre arrosée ou soumise au colmatage. L'eau qui s'écoule des couches inférieures d'un terrain perméable ainsi arrosé est d'une limpidité parfaite et n'a plus d'odeur caractéristique; elle ne peut être distinguée de l'eau de source que par une analyse chimique. Il est certain que pendant la saison d'été, où les eaux d'égout pourront être employées à l'arrosage des terres et des jardins, la presque totalité de leur volume atteindra, par ce moyen simple, une limpidité égale à celle de l'eau de Seine. L'épuration chimique, en hiver, donnera des produits moins parfaits sans doute d'une manière absolue, mais néanmoins tout à fait comparables, lorsqu'elle sera faite avec soin et installée sur une grande échelle.

M. *Durand-Claye* (Léon) termine en montrant à l'assemblée des récipients remplis 1° d'eau claire produite par le filtrage naturel, 2° d'eau presque aussi limpide provenant de la clarification par le sulfate d'alumine. Il montre aussi les résultats d'une opération de clarification qu'il a faite au commencement de sa communication, où on voit le collage opéré et l'eau devenue assez transparente pour permettre la lecture de caractères ordinaires d'imprimerie, à travers une épaisseur de 10 centimètres. Enfin il présente l'eau d'une expérience qui a été faite quatre heures auparavant, et dont la netteté et la transparence sont tout à fait remarquables.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. le *Président* remercie M. *Durand-Claye* (Léon) de ces renseignements, qui ont été écoutés avec un grand intérêt par l'assemblée.

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société par un vote au scrutin du Conseil :

MM. *Desforges* et *Festugière* frères, maîtres de forges, à Paris; — *Dubrueil,* fabricant de clous dorés, à Paris; — *Piet* et *Bellan*, constructeurs-mécaniciens, à Paris.

Séance du 11 *juin* 1869.

Présidence de M. *Balard,* vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Bisschop* (Alexis *de*), boulevard Beaumarchais, **113**, à Paris, perfectionnements des moteurs à air chaud. (Arts mécaniques.)

M. *Chenal* (J. J.), à Genissiat, commune d'Injoux (Ain), siphon-pompe. (Arts mécaniques.)

MM. *Letellier* et *Leperdrieux* (F.), boulevard Mont-Parnasse, **105**, pompes à chapelet vertical pour l'exploitation des mines. (Arts mécaniques.)

M. *Perrier* (Odilon), ingénieur civil, à Nîmes (Gard), appareil pour le chauffage des vins. (Agriculture.)

M. *Soudan* (Jules), garde-mine, au Creuzot (Saône-et-Loire), mire nouvelle à deux réglettes, donnant par une lecture les cotes calculées d'un nivellement. (Arts économiques.)

M. *Aubert* (Louis), avenue de Lowendahl, 8 *bis*, à Paris, 7e mémoire sur la résistance des solides soumis à la flexion. (Arts mécaniques.)

M. *Lefebvre*, rue Sainte-Marie, **12**, Paris-Montmartre, offre à la Société le monopole d'un petit appareil nouveau pour le tissage, qui peut augmenter d'un cinquième la quantité de travail faite dans un même espace de temps. Quoique cette proposition ainsi formulée ne soit pas acceptable, l'examen de ces procédés est renvoyée au comité des arts mécaniques.

M. le *Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics* adresse à la Société deux exemplaires du n° **11** du Catalogue des brevets d'invention en **1868**.

M. *Dotezac*, négociant, à Libourne, et M. *Forcioli,* adressent à la Société la description du procédé qu'ils proposent de mettre en usage pour empêcher l'oxydation des cuirasses de navire. (Arts économiques.)

M. *Masson*, constructeur de machines, rue des Planches, **47**, à Roanne (Loire), fabrication de papier avec la pulpe des betteraves. (Arts chimiques.)

MM. les *Secrétaires* signalent les ouvrages suivants parmi les imprimés qui sont parvenus à la Société depuis la séance précédente.

M. *Lagravère* (Auguste), employé au ministère de l'intérieur, rue de Bourgogne, **73**, à Paris, Travail de l'amalgamation américaine au Cerro de Passo (Pérou).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Société impériale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille. Mémoires de l'année 1868.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Monte-courroie.* — M. *Tresca* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur un monte-courroie perfectionné que M. *Durand* (Y.), ouvrier tourneur dans les ateliers de M. *Farcot,* a présenté à la Société.

Le comité des arts mécaniques propose de venir en aide à M. *Durand* en accordant à son appareil la publicité du *Bulletin*, d'approuver le rapport qui en indique le but et l'utilité, et de faire don à cet ouvrier de 100 exemplaires de ce rapport. (Ces conclusions sont approuvées.)

Joints des tuyaux et chaudières. — M. *Lecœuvre* lit, au nom du même comité, un rapport sur les baguettes cannelées en plomb pour garnir les joints des tuyaux et des chaudières, qui ont été présentés par M. *Edward Hunnibal.*

Le comité propose de remercier M. *Edward Hunnibal* de sa communication, et d'insérer au *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu avec un dessin à l'appui. (Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.)

Découpage et reperçage des métaux. — M. *Bouilhet* (Henri) lit, au nom de la commission des beaux-arts appliqués à l'industrie, un rapport sur les produits de l'usine de M^me^ veuve *Delong* pour le découpage et le reperçage des métaux à la scie mécanique.

Le rapporteur propose de remercier M^me^ *Delong* de son intéressante communication et d'insérer le rapport qui la concerne dans le *Bulletin* de la Société. (Ces conclusions sont approuvées par le Conseil, après une courte discussion à laquelle prennent part MM. *Tresca, Bouilhet, Peligot, Combes* et *Jacquelain.*) (Voir plus haut, p. 527.)

Brûleur à gaz pour laboratoire. — M. *Debray* lit, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur le brûleur à gaz pour laboratoire qui a été présenté par M. *Thomas* (Pierre), ingénieur civil.

Le comité propose de remercier M. *Thomas* (Pierre) de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.)

Chauffage des appartements. — M. *Peligot* (Henri) lit, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur l'appareil de chauffage pour appartements présenté par M. *Cordier,* fabricant, à Sens (Yonne).

Le comité propose de remercier M. *Cordier* de sa communication et d'ordonner l'insertion du rapport qui le concerne au *Bulletin*, avec les dessins de l'appareil. (Ces conclusions sont approuvées.)

COMMUNICATIONS. — *Viandes conservées.* M. *Barral*, membre du Conseil, fait, au nom de M. *Gorges*, une communication à la Société sur les procédés que cet industriel exploite en grand à Montevideo, pour la conservation de viandes fraîches et leur expédition en Europe.

On sait que dans cette région de l'Amérique du Sud la viande est tellement abon-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dante, qu'elle est tout à fait sans valeur. Les bœufs et les moutons sont abattus uniquement pour tirer parti de leur cuir, de leurs os et de la graisse qu'ils contiennent. M. *Gorges* a cherché à tirer parti de cette viande, et il emploie pour cela le procédé suivant. Les chairs sont découpées en morceaux de grosseur variable, depuis 2 kilog. jusqu'à 50 kilog., et sont mises à tremper dans un bain contenant environ 85 pour 100 d'eau et un mélange de glycérine, d'acide hydrochlorique et de bisulfite de soude. Lorsqu'elles ont ainsi baigné pendant un temps suffisant, elles sont saupoudrées de bisulfite de soude pulvérisé et ensuite enfermées dans des boîtes en fer-blanc soudées, qui en sont aussi pleines que possible. Dans cet état, la viande se conserve parfaitement, et lorsque, plus tard (quelquefois un an après), on ouvre les boîtes, on la trouve fraîche et saignante comme si on l'avait coupée depuis un quart d'heure seulement. Pour la dépouiller de l'odeur d'acide sulfureux qu'elle conserve, il suffit de la laver avec de l'eau convenablement vinaigrée et de l'exposer à l'air, où elle peut aisément être conservée pendant quarante-huit heures. Elle a alors toutes les qualités de la viande de bétail sauvage fraîchement abattu, du pays d'où elle a été expédiée.

La viande, ainsi préparée, peut être livrée à Paris et à Londres au prix de 0 fr. 50 à 0 fr. 60 par kilogramme; elle est déjà l'objet d'un commerce assez important, et il serait facile d'en livrer, à Paris et à Londres, 10,000 kilogrammes par jour.

M. *Gorges* fabrique aussi, avec les parties qui ne peuvent pas être expédiées en boîtes, un extrait de viande qui a des qualités comparables à celles de l'extrait de Liebig et qui est beaucoup moins cher. La viande est cuite à la vapeur dans des cuves; elle est ensuite fortement exprimée par des presses puissantes, et l'extrait ainsi obtenu est mis en boîtes et expédié; il peut être vendu, en Europe, au prix de 6 francs le kilogramme. Après l'expression, les résidus de viande sont séchés et servent de combustible. Les cendres qu'ils laissent servent à former un troisième produit; elles sont mélangées avec le sang, et ce compost desséché est un engrais puissant.

Pendant cette communication, M. *Gorges* ouvre devant l'assemblée plusieurs boîtes de viande conservée et d'extrait de viande, et en fait voir le contenu aux personnes présentes.

M. le *Président* remercie M. *Barral* et M. *Gorges* de cette communication, qui est renvoyée au comité des arts économiques, plus spécialement compétent pour la conservation des viandes, et au comité des arts chimiques.

Nomination de membres. — Sont nommés membres de la Société par un scrutin du Conseil :

MM. *Guillochon,* employé au chemin de fer d'Orléans; — *Sapin*, négociant, à Limoges.

Séance du 25 juin 1869.

Présidence de M. *Balard,* vice-président.

Correspondance. — M. *Rennes* (Alexandre), rue Saint-Denis, 116, demande que sa

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

manufacture de brosserie soit examinée. (Renvoi aux comités des arts mécaniques et économiques.)

M. *Gutmann* (Julien), chez M. *Leblanc*, rue Sainte-Appoline, **2**, présente à la Société une machine à coudre, à porte-aiguille rotatif, pouvant coudre comme une machine à navette, mais spécialement destinée à faire des boutonnières. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Blouin*, mécanicien, impasse du Moulin-Joli, **11**, demande que la Société fasse examiner un nouveau système de crémones qu'il a inventé pour la fermeture des croisées. (Comité des arts économiques.)

M. *Elissen* réclame, au nom de M. *Lehmann*, de Nuremberg, l'examen de la machine à air dilaté que ce dernier a proposée à la Société il y a quelques mois. M. *Desnos*, boulevard Saint-Martin, **13**, est chargé, par l'inventeur, de fournir tous les renseignements nécessaires pour cet examen. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Corre*. Système pour assurer la sécurité des voyageurs des chemins de fer. (Comité des arts mécaniques.)

M. le *Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics* envoie deux exemplaires du tome LXVI de la collection des Brevets d'invention.

M. *Jacquemain Liénard* (L. J. B.), comptable, rue Saint-Dominique, **132**, sollicite l'examen de la Société pour un ouvrage qu'il a publié sous le titre : *Des balances d'inventaire*. (Comité du commerce.)

M. *Aubert* (Louis), commis architecte, avenue de Lowendahl, **8** *bis*. Procédé pour augmenter la durée de la chaussure. (Comité des arts économiques.)

MM. les *Secrétaires* signalent les ouvrages suivants parmi les imprimés qui ont été adressés à la Société depuis la séance précédente.

M. *Ordinaire de Lacolonge*. Examen de divers moyens proposés pour faire contribuer la traction à l'adhérence des locomotives. Bordeaux, **1868**.

M. *Dupré* (Athanase). Théorie mécanique de la chaleur contenant des mémoires sur l'action moléculaire, la capillarité et la résistance des fluides. Paris, **1869**, un vol. in-8°. Gauthier-Villars, éditeur.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Procédés et matériel de l'art des constructions. — Fondation d'un prix.* — M. *Legrand* lit, au nom de la commission des fonds, un rapport sur une lettre que M. *Baude* (Elphège) a écrite à M. le Président, au nom *des exposants de la* **65**e *classe* à l'Exposition universelle de **1867**, et par laquelle il offre à la Société d'encouragement l'abandon d'une somme de **2,390** francs, reliquat des fonds versés pour les frais d'installation de l'Exposition. Les donataires désireraient employer cette somme à la fondation d'un prix en faveur des industries représentées par la 65e classe, c'est-à-dire de celles qui s'occupent du *matériel et des procédés du génie civil, de l'architecture et des travaux publics*.

La commission propose d'accepter ce don et de placer les fonds ainsi réalisés en obligations de chemin de fer, pour consacrer les revenus de cette fondation à la déli-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vrance d'un prix périodique, et elle énonce la combinaison à laquelle elle s'était arrêtée, de concert avec le représentant des donataires. Quel que soit le système adopté pour la création de ce prix, elle est d'avis qu'il y a lieu d'accepter la proposition faite à la Société, d'adresser à M. le président du comité des délégués de la 65e classe les remercîments de la Société, et d'insérer la décision du Conseil au *Bulletin*.

Après une discussion à laquelle prennent part MM. *Combes, Lavollée, Tresca* et *Alcan*, ces conclusions sont adoptées; mais, pour la période, la forme et les conditions du prix à décerner, la lettre de M. *Baude* (Elphège) est renvoyée aux comités des arts économiques et mécaniques, et ensuite à la commission des fonds, pour donner un programme et des propositions définitives.

ÉLECTION DE MEMBRES ADJOINTS AUX COMITÉS DES ARTS MÉCANIQUES ET CHIMIQUES. — Après deux votes au scrutin secret, M. le Président déclare que M. *Farcot* est nommé membre adjoint au comité des arts mécaniques, et M. *Lamy,* membre adjoint au comité des arts chimiques.

COMMUNICATIONS. — *Chauffage au pétrole.* — M. *Troost*, professeur à la Faculté des sciences, fait à la Société une communication sur l'emploi du pétrole comme combustible, pour chauffer les machines à vapeur, les locomotives et les fourneaux destinés à produire de hautes températures.

Le *pétrole*, ou huile minérale, est connu depuis la plus haute antiquité; mais il n'est l'objet d'une grande consommation que depuis 1859, époque à laquelle des puits importants fournissant cette matière ont été ouverts en Amérique. Les Indiens connaissaient déjà cette substance, ils la recueillaient en faisant, dans des endroits convenables, des trous de 3 mètres de profondeur et de 3 mètres en tous sens, dans lesquels ils mettaient des couvertures de laine, desquelles ils retiraient ensuite l'huile. Maintenant cette huile est devenue tellement abondante, qu'elle sert à un grand nombre d'usages et peut même être employée comme combustible en remplacement de la houille.

Par une distillation fractionnée on en retire trois produits utiles :

1° L'essence de pétrole, très-inflammable, qui sert comme dissolvant du caoutchouc et d'autres substances;

2° L'huile d'éclairage, qui ne doit pas donner de vapeur inflammable à une température de 43 degrés;

3° Une huile jaune employée au graissage des machines;

4° Une huile brune contenant beaucoup de paraffine. Cette substance se dépose par le refroidissement; l'huile brune qui reste est aussi employée pour le graissage et peut aussi être utilisée comme combustible; elle est très-peu inflammable, et à 100 degrés elle ne prend pas feu quand on y éteint une torche.

Cet emploi de l'*huile lourde* pour le chauffage est le seul moyen par lequel on puisse obtenir une température élevée et en même temps égale et persistante. L'huile donne, à poids égal, une chaleur plus grande que celle qui est produite par la houille.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'est plus nécessaire d'ouvrir le fourneau pour recharger le feu de combustible froid ; enfin le chauffeur devient inutile, et son rôle est réduit à la surveillance d'un robinet facile à régler.

En Amérique, on a apprécié promptement ces avantages et on a construit plusieurs fourneaux pour utiliser ce combustible nouveau ; mais on a été bientôt entravé par les inconvénients graves qu'entraîne son emploi. Le commerce du pétrole a, en effet, été signalé dès son début par des sinistres effrayants. Des navires ont pris feu ; d'autres ont été le siége d'explosions ; des incendies considérables ont détruit des quartiers entiers de villes populeuses, et on a été, pendant longtemps, bien loin de pouvoir maîtriser les effets de cette matière dangereuse. Cependant les avantages qu'elle présente sont certains ; l'Empereur a voulu que ses propriétés fussent l'objet d'une étude approfondie, et il a chargé M. Henri Sainte-Claire-Deville de cette mission.

Le plan des expériences a été réglé de manière que les propriétés physiques de l'huile minérale fussent constatées, comme les résultats des recherches chimiques, et, afin d'être bien certain de se placer dans les mêmes conditions que l'industrie, on a utilisé les procédés et, le plus possible, les machines dont elle se sert.

C'est ainsi qu'on a reconnu, dès l'abord, les principales causes des incendies causés par l'huile de pétrole.

La première est la dilatation considérable qu'elle éprouve par la chaleur. Cette augmentation de volume, qui est, en moyenne, de 0,85 pour 100 de 0 degré à 100 degrés, s'élève quelquefois jusqu'à 1 pour 100 du volume primitif. Le pétrole est donc le liquide le plus dilatable qu'on emploie dans les arts, et son augmentation de volume est quatre fois plus grande que celle du mercure lui-même. Il en résulte que les barils remplis à une basse température éclatent ou laissent échapper leur contenu, lorsque la chaleur augmente ; de là des déversements de matière éminemment combustible, qui peuvent donner lieu à des accidents graves. On peut éviter facilement ce danger en laissant toujours au moins 4 litres de vide par baril, pour donner à la dilatation la possibilité de s'opérer sans écoulement à l'extérieur de la pièce.

La deuxième cause d'incendie réside dans la volatilité très-grande des essences contenues dans les huiles brutes ou dans les huiles dites *légères*. Le pétrole naturel est un produit très-complexe contenant des matières presque gazeuses, des essences volatiles très-inflammables aussi, des huiles d'éclairage, etc., tandis que les huiles lourdes, soit pour le graissage, soit pour le chauffage, ne s'enflamment qu'à une haute température.

Les huiles minérales, sous ce rapport, peuvent être partagées en deux catégories : les huiles légères, comme celles de *Pensylvanie* et notamment de *Oil Creek,* et les huiles lourdes, comme celles du Canada et de la Virginie occidentale. Ces dernières, à 100 degrés, ne perdent à la distillation que 1 à 2 pour 100 de leur poids ; portées à la température de 250, elles n'ont souvent perdu que 25 à 30 pour 100. Ces dernières, et les résidus de la distillation des huiles légères, sont seuls propres à être em-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ployés comme combustibles, et leur emploi en cet état est à peu près sans danger.

Pour évaluer la chaleur dégagée pendant la combustion, on a employé une locomobile de 6 chevaux qu'on a disposée comme si elle était enfermée dans un calorimètre. Un réfrigérant a fait connaître la chaleur employée à produire de la vapeur; les gaz de la combustion ont été ramenés à une température égale à celle qu'avaient ceux de l'alimentation du foyer et ont ainsi fait connaître la chaleur qu'ils entraînaient; enfin, pour tenir compte du rayonnement, la locomobile entière a été enfermée dans une enveloppe, composée de tuyaux de plomb dans lesquels circulait de l'eau. Par ces procédés qui allient l'emploi de machines industrielles à l'exactitude des opérations de laboratoire, on a mesuré la chaleur produite par 1 kilogramme d'huile. Elle a été, en moyenne, dans les diverses épreuves sur des huiles lourdes de toute provenance, de 10 000 calories et s'est élevée jusqu'à 10 700 calories.

La composition chimique de l'huile a été l'objet d'une série d'expériences dans lesquelles on a tenu compte du point d'ébullition et de la provenance de chacun des produits analysés. Les huiles lourdes propres au chauffage des fourneaux peuvent être considérées, en moyenne, comme contenant : carbone 83,6 pour 100, hydrogène 12,7 pour 100, oxygène 3,7 pour 100, et leur densité diffère peu de 0,88.

Des essais pour l'emploi du pétrole comme combustible ont été faits en Amérique et en Angleterre. On avait toujours cru nécessaire de le réduire d'abord en vapeur, qui était ensuite brûlée dans le foyer, par un courant d'air; mais il en résultait un mauvais emploi de la chaleur et un danger incessant d'incendie. En France, à l'usine à gaz de Paris, on a fait des essais du même genre en faisant rouler l'huile sur la sole du foyer; la flamme allongée qui est produite ainsi est surtout propre au chauffage des fours à réverbère; elle est abondante et allongée, et facile à régler.

M. H. Deville, pour le chauffage des machines, des fourneaux et foyers, emploie une simple grille verticale dont les barreaux présentent une cannelure du côté du foyer. L'huile arrive goutte à goutte à la partie supérieure de chaque intervalle et se partage entre les deux barreaux voisins de manière à former comme des mèches verticales combustibles entre lesquelles se trouve un courant d'air intermédiaire. L'écoulement est réglé par le robinet d'alimentation, de manière que la vaporisation de l'huile soit complète au moment où le liquide arrive au bas de la grille. Pour consommer une plus grande quantité d'huile, il suffit d'incliner la grille d'une quantité convenable.

Ce fourneau fournit une flamme brillante au point où s'opèrent la vaporisation et la combustion de l'huile, et au delà une atmosphère gazeuse incolore d'une très-haute température, dans laquelle un fil de platine rougit à blanc dans un temps très-court. On l'a employé au chauffage d'une locomotive de 60 chevaux allant à toute vapeur avec des vitesses de 60 à 70 kilomètres par heure, et tous les soins qu'elle réclamait se bornaient au règlement du robinet d'alimentation. Dans cette expérience, la grande vitesse du tirant augmentait le tirage de la machine; elle permettait ainsi de brûler une plus grande quantité d'huile, et la facilité d'alimentation a été en raison même

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la vitesse qu'on avait obtenue. En ce moment, on fait étudier au Havre la transformation du foyer des navires à vapeur pour pouvoir brûler à volonté du charbon de terre ou du pétrole. On pourra ainsi employer le premier combustible d'Europe en Amérique et le deuxième au retour.

Ces propriétés importantes et l'utilité des huiles minérales dans leurs différents états ont donné un grand essor à leur exploitation.

C'est en Pensylvanie, dans la contrée de quelques lieues d'étendue, qui a reçu le nom de *Oil Creek,* que les premiers puits abondants ont été découverts en **1859**. Depuis cette époque, des puits y ont été creusés en grand nombre; d'autres régions des États-Unis et du Canada ont été exploitées, et on compte maintenant trois centres importants d'exploitation : 1° *Oil Creek,* qui est le plus considérable et qui fournit beaucoup d'huiles légères pour l'éclairage, où des puits ont donné **2 400** barils et même quelquefois **4 000** barils d'huile par jour; 2° la *Virginie occidentale* et 3° le *Canada* qui l'un et l'autre produisent beaucoup d'huiles lourdes pour le graissage et le chauffage des fourneaux.

A New-York, il s'est formé **317** compagnies pour l'exploitation du pétrole; elles représentent une somme de plus d'un milliard, et la fièvre de l'huile a produit une exaltation inouïe.

Les huiles de *Oil Creek* sont conduites par des moyens divers à *Pittsburg,* où elles sont distillées et préparées pour l'expédition. Cette distillation s'opère dans un atelier enveloppé en avant dans une chambre en fer disposée de manière qu'on puisse au besoin la remplir de vapeur d'eau, pour éteindre les incendies dès leur naissance, si un accident faisait enflammer les huiles distillées.

L'Amérique est loin d'être le seul pays où cette huile minérale puisse être extraite; on en trouve à peu près dans toutes les parties du monde; l'*Europe*, en particulier, en offre plusieurs gîtes importants. En France on doit signaler ceux d'*Alsace* qui sont sur une ligne parallèle à l'axe du soulèvement du Rhin, dont le prolongement passe par *Dauphin* (Basses-Alpes), où des schistes bitumineux sont exploités depuis longtemps.

Cette même ligne relie les pétroles de *Hanovre,* de *Holstein* et de *Suède*. Une autre direction passe par les sources de pétrole de *Gabian* (Hérault) et par les mines de schistes bitumineux du *Var*, et, prolongée, par les sources de *Parme* (Italie), des *Carpathes* (Hongrie), du *Caucase*, etc., et peut-être par les centres d'exploitation de l'Amérique. Il y a tout lieu d'espérer que la France sera, elle aussi, pourvue d'huiles minérales, surtout quand on aura poussé les puits de recherches à une profondeur suffisante pour atteindre, comme en Amérique, les *terrains dévonien et silurien* placés au-dessous du *terrain houiller*.

M. le *Président* remercie M. *Troost* de cette intéressante communication, à la suite de laquelle l'assemblée a vu les effets de ce nouveau combustible sur un fourneau de laboratoire, dans lequel on a fait fondre de l'argent en dix minutes environ.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

La Société d'encouragement a reçu, dans les séances des **14** et **28** mai, **11** et **25** juin, **9** et **23** juillet **1869**, les ouvrages dont les titres suivent :

Ouvrages offerts à la Société.

ANNALES de l'agriculture française. N^os^ **5**, **10**.
ANNUAIRE de la Société météorologique de France. Bulletin des séances, feuilles **6** à **12**, t. XVI.
ANNALES des ponts et chaussées. Avril, mai, juin.
ANNALES du commerce extérieur. Mai, juin, juillet.
ANNALES de la Société impériale de la Loire. — Année **1868**.
BULLETIN de la Société française de photographie. N^os^ **4**, **5**, **6**.
BULLETIN de la Société industrielle de Reims. N° **30**.
BULLETIN de la Société protectrice des animaux. Février, mars, avril.
BULLETIN du comité des forges de France. N^os^ **48**, **49**, **50**.
BULLETIN de la Société industrielle d'Angers. **1867**, **1868**.
BULLETIN des travaux de la Société libre d'émulation et de commerce de la Seine-Inférieure. N° **11**.
BULLETIN de la Société industrielle de Mulhouse. Février, mars, avril, mai.
BULLETIN du Musée de l'industrie. Avril, mai, juin.
BULLETIN mensuel de la Société des anciens élèves des écoles impériales d'arts et métiers. Avril, mai, juin.
BULLETIN de la Société de l'industrie minérale. Juillet, août, septembre.
BULLETIN de la Société industrielle d'Amiens. N° **3**.
BULLETIN des séances de la Société impériale et centrale d'agriculture. N° **4**.
BULLETIN de la Société d'agriculture du Cantal. **1869**.
BULLETIN de la Société d'agriculture de la Drôme. N° **35**.
COSMOS, par M. V. MEUNIER. Livr. **17** à **26**, t. IV, et livr. **1** à **3**, t. V.
CATALOGUE des brevets d'invention. N^os^ **9** à **11**, **1868**.
COMPTES RENDUS hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. N^os^ **16** à **25**, 1^er^ semestre, et n^os^ **1**, **2**.
CULTIVATEUR de la Champagne (le). Avril, mai.
GÉNIE industriel (le), par MM. ARMENGAUD frères. Mai, juin, juillet.
INVENTION (l'), par M. DESNOS-GARDISSAL. Mai, juin.
INVESTIGATEUR (l'). Mars, avril.
JOURNAL d'agriculture pratique. N^os^ **5** à **29**.
JOURNAL de la Société impériale et centrale d'horticulture. Mars, avril, mai.
JOURNAL des fabricants de papier. N^os^ **9** à **14**.
JOURNAL des fabricants de sucre. N^os^ **3** à **15**.
JOURNAL de l'agriculture, par M. BARRAL. N^os^ **68** à **73**.
JOURNAL d'éducation populaire. N^os^ **4**, **5**.
MONITEUR scientifique (le), par M. le docteur QUESNEVILLE. Livr. **297** à **302**.
MONITEUR de la teinture (le), par M. FÉLIX GOUILLON. N^os^ **1** à **14**.
MONITEUR des fils, tissus, etc., par M. ALCAN. N^os^ **8** à **13**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

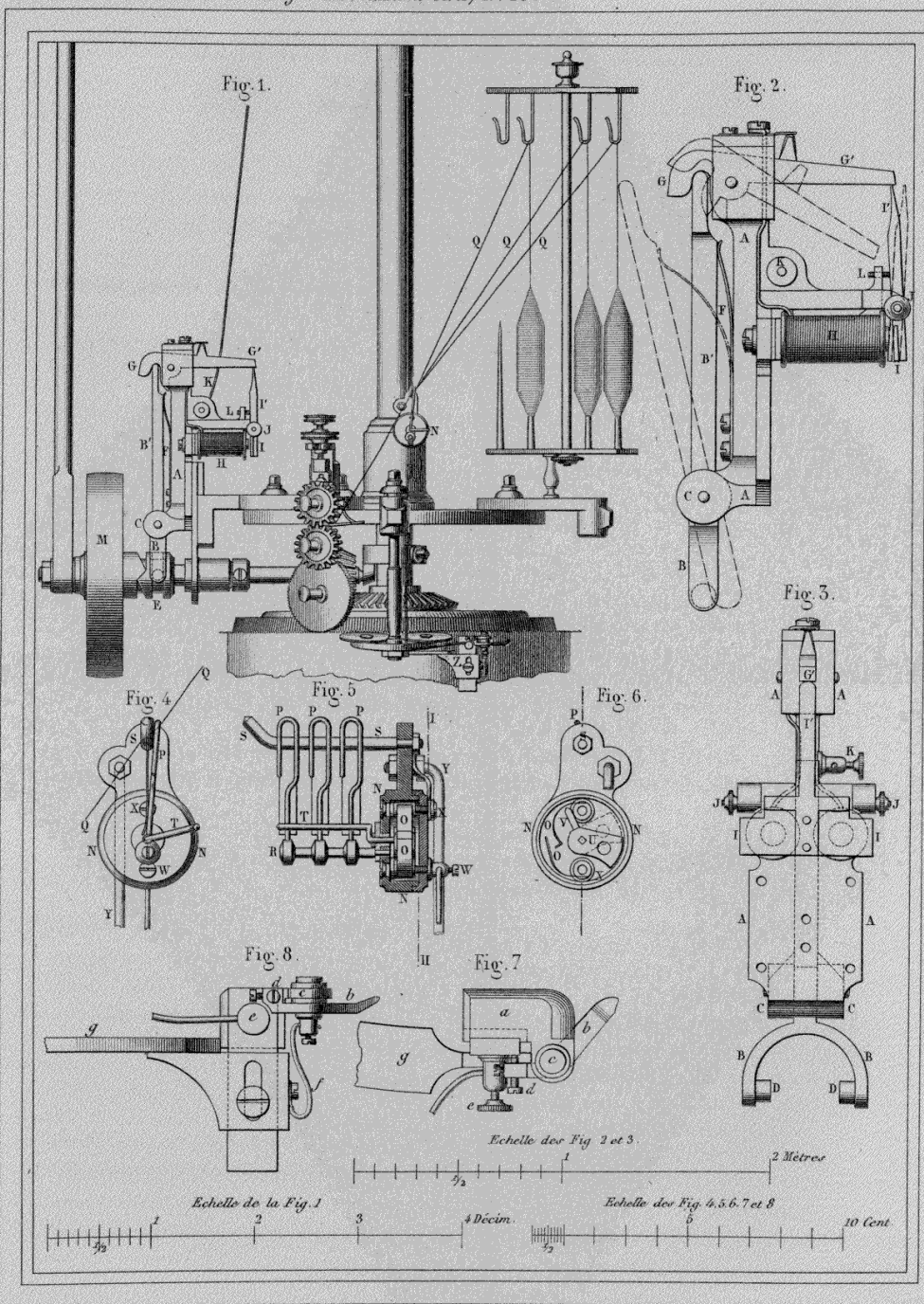
Mondes (les), par M. l'abbé Moigno. Livr. 17 du t. XIX et livr. 1 à 11 du t. XX.
Merveilles de la science (les), par M. L. Figuier. Séries 30, 31.
Mémoires de la Société d'agriculture d'Orléans. 3e trimestre, 1869.
Mémoires de la Société impériale des sciences de Lille. 1868.
Propagation industrielle (la). Mars, avril, mai.
Revue hebdomadaire de chimie, par M. Mène. Nos 25 à 36.
Revue bibliographique universelle. Mai, juin.
Revue agricole, industrielle, etc., de Valenciennes. Février, mars, avril.
Revue générale de l'architecture, par M. César Daly. Nos 1 à 4.
Revue universelle des mines et de la métallurgie, sous la direction de M. Ch. Cuyper. Janvier à avril.
Revue de l'Exposition de 1867. N° 8.
Société académique de Saint-Quentin. 1868.
Technologiste (le), par MM. Malepeyre et Vasserot. Mai, juin, juillet.
Journal of the Franklin institute (the). Avril, mai, juin.
Institution of mechanical Engineers. Janvier, et Leeds meeting. Part III.
Polytechnisches Journal. Nos 1111 à 1114.
Proceedings of the royal geographical Society. Avril, mai.
Photographic Journal. Nos 205, 206, 207.
Philosophical Transactions of the royal Society. Part. I et II, vol. 158.
Proceedings of the royal Society. Nos 101 à 108.
The Journal of the Society of arts. Nos 857 à 869.
Revista de obras publicas. Nos 8 à 13.
Verhandlungen des Vereines. Janvier à avril.
Zeitschrift des Vereines Deutscher ingenieure. Cah. 4 à 7.
The American Journal of science and arts, de Silliman et Dona. N° 140.
The Chemical News. Nos 490 à 503.
Théorie mécanique de la chaleur, par M. Athanase Dupré. 1 vol. in-8°, Gauthier-Villars, édit.
Études chimiques, optiques et cristallographiques sur les sels de thallium, par MM. Lamy et Descloiseaux, br.
Le Laboratoire de chimie de Neuchâtel, par M. Sacc, br.
Rapport officiel autrichien sur l'Exposition universelle de 1867. 6 vol. in-8° et un atlas.

Abonnements.

Annales de chimie et de physique. Mai, juin, juillet.
Journal des économistes. Mai, juin, juillet.
Engineering. Nos 173 à 182.
The Artizan. Mai, juin, juillet.
The practical Mechanic's Journal. Mai, juin, juillet.
The Mechanic's Magazine. Avril, mai, juin.
The quarterly Journal of science. Nos 22 à 23.
The American Artizan. Nos 15 à 25.

Paris. — Imprimerie de madame veuve BOUCHARD-HUZARD, rue de l'Éperon, 5.

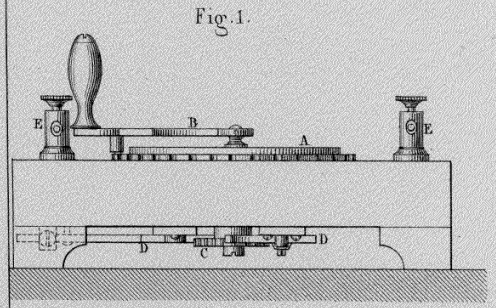
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

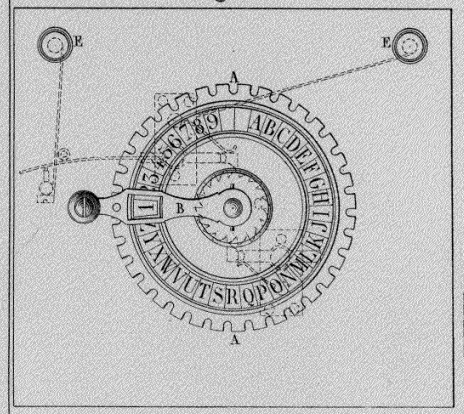


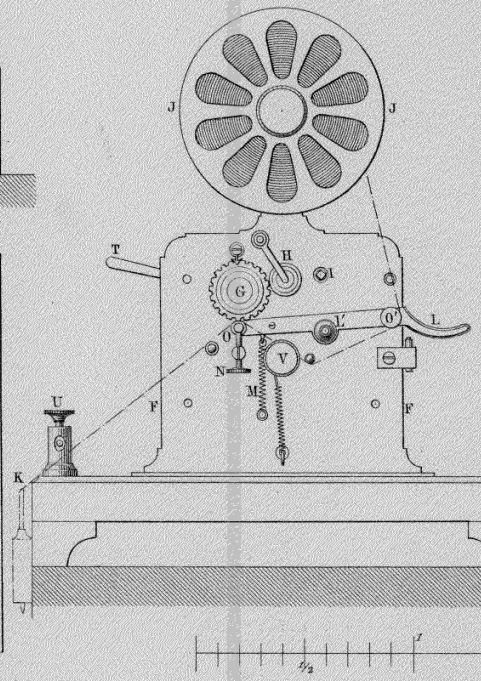
Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris *Ad. Leblanc del. et sc.*

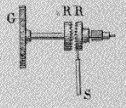
DEBRAYAGE ÉLECTRIQUE POUR MÉTIERS A TRICOT, PAR MM. RADIGUET ET LECÊNE.

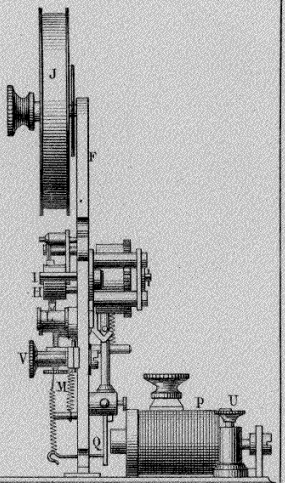
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

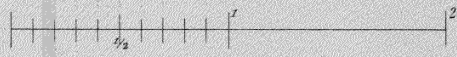












Imp. Lamoureux, r. de Lacépède, 38 Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

TÉLÉGRAPHE IMPRIMEUR, PAR M. RÉMOND.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1

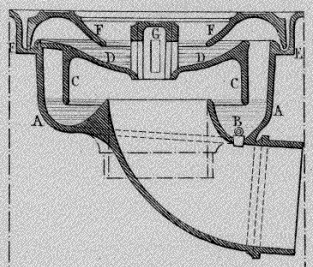


Fig. 2.

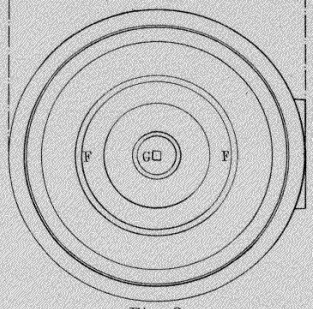


Fig. 3.

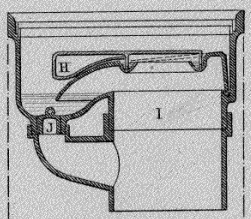


Fig. 4.

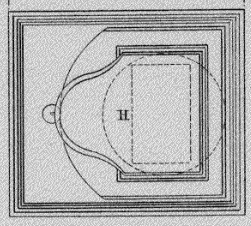


Fig. 5.

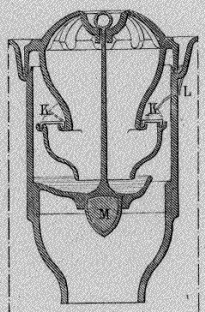


Fig. 6.

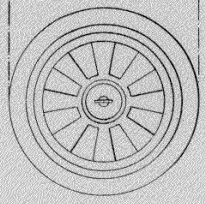


Fig. 9

Fig. 7

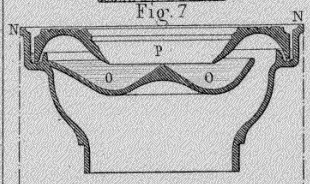


Fig. 8.

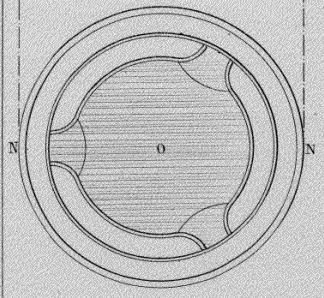


Fig. 10.

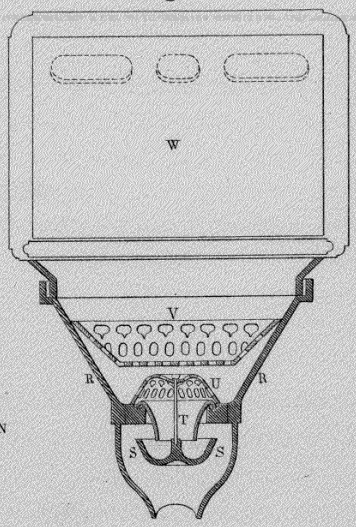
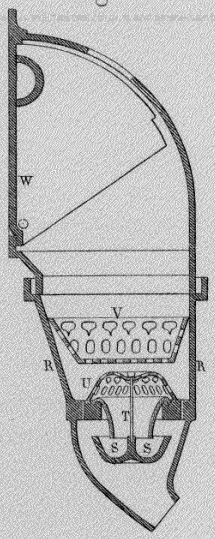


Fig. 11.



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

APPAREILS SIPHOÏDES A RÉCIPIENT D'EAU, PAR M. VIGNEULLE-BREPSON.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

68e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XVI. — Octobre 1869.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BRÉGUET, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* SYSTÈME DE VIS SANS FIN A FILETS CONVERGENTS *présenté par* M. DELAÎTRE, *rue de Gentilly,* 28, *Montrouge-Paris.*

Messieurs, M. Delaître a présenté à la Société un système de vis sans fin que nous croyons nouveau. Il a appelé ce genre de vis du nom de *vis à filets convergents*. En effet, chaque filet est dirigé dans la direction du centre de la roue, de telle sorte que, contrairement à ce qui a lieu pour la vis sans fin ordinaire, où une dent seule est tout à fait en prise, ici il y a toujours plusieurs dents de la roue qui engrènent en plein.

La forme de cette vis est telle que, si l'on fait une coupe suivant l'axe, les deux côtés de la coupe ont la forme d'un arc de cercle dont le centre est celui de la roue.

On comprend de suite que tous les pas de la vis ont des rayons de différentes grandeurs; les plus petits se trouvent au milieu de l'arc de cercle dont la vis a la forme, et les plus grands aux extrémités de ce même arc. Il s'ensuit que des points pris sur chaque pas de vis ont des vitesses différentes : dans la roue, au contraire, les dents, étant à la même distance du centre, ont nécessairement la même vitesse. De là il résulte que, dans cet engrenage, il y a un frottement de glissement plus fort que dans la vis sans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fin droite; mais chacune de ces vis n'étant employée que pour des mouvements lents, l'avantage reste à la vis à filets convergents, puisque quatre, six et huit dents peuvent être en prise, et, par conséquent, cela permet à ce genre de vis de soutenir un plus grand effort. Aussi pensons-nous qu'elle pourra remplacer avec avantage la vis cylindrique dans les crics, au moyen desquels on soulève de si lourds fardeaux, et où cependant elle ne prend qu'un peu plus d'une dent. Avec l'emploi de la vis à filets convergents, on verrait certainement disparaître les accidents provenant de la rupture des dents de la roue, puisque l'effort porterait sur cinq à six dents à la fois au lieu de ne porter que sur une seule.

Nous pensons donc pouvoir proposer des remercîments à M. Delaître pour sa communication, et l'insertion du présent rapport avec dessin dans le *Bulletin* de la Société.

Signé BRÉGUET, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 24 juillet 1868.

TOUR A FAIRE LES VIS SANS FIN A FILETS CONVERGENTS, PAR M. DELAITRE.

(*Planche* 424.)

Fig. 1. Vue en élévation du tour.

Fig. 2. Section, suivant l'axe, d'une vis sans fin à filets convergents.

A, bâti du tour se fixant sur un banc à l'aide de boulons.

B, arbre moteur.

C, manivelle calée à l'extrémité de l'arbre B.

D, boulon à fileter se plaçant à l'extrémité de l'arbre B.

E, vis sans fin fixée à l'extrémité de l'arbre F.

G, H, roues dentées transmettant à l'arbre F le mouvement de l'arbre B.

I, arbre vertical mis en mouvement par la vis sans fin E, qui engrène avec une roue dentée calée sur cet arbre.

J, espèce de peigne circulaire à fraiser dit *grain d'orge,* fixé à la partie supérieure de l'arbre I à la hauteur du boulon à fileter.

On voit que le boulon D, tournant perpendiculairement à la rotation de la fraise J, permet aux dents de cette fraise d'enlever la matière dans les conditions voulues pour former les filets de la vis.

(M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

GÉODÉSIE.

RAPPORT *fait par* M. LECOEUVRE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur le* PLANIMÈTRE RÉDUCTEUR *de* M. A. BUREL, *sous-inspecteur des forêts, à Châlons-sur-Marne.*

Messieurs, M. Burel a présenté à l'examen de la Société un instrument d'arpentage désigné sous le nom de *planimètre réducteur* et destiné à simplifier le calcul des plans.

Dans l'Administration des eaux et forêts, à laquelle appartient M. Burel, une des parties les plus importantes du service consiste à détacher d'un massif boisé une coupe d'une contenance déterminée.

Quand on a levé à la boussole une portion du périmètre, l'opérateur est obligé de dessiner son plan, de le fermer au moyen d'une ligne tracée de manière à donner approximativement l'étendue déterminée à l'avance, d'évaluer la surface ainsi obtenue et d'y ajouter ou d'en retrancher une quantité convenable, afin d'arrêter la direction exacte du dernier côté du polygone.

L'évaluation de la surface, par la décomposition en triangles ou en trapèzes, demande beaucoup de temps, et si l'on considère que cette opération se fait en plein air, généralement dans la mauvaise saison, on admettra volontiers la nécessité d'une méthode abrégée, pourvu qu'elle conduise à des résultats d'une exactitude suffisante.

La plupart des agents forestiers calculent leurs surfaces par la transformation de chacun des polygones en un triangle équivalent, au moyen de la règle, de l'équerre et du piquoir. Ce procédé, très-expéditif, présente cependant des inconvénients dans la pratique. On est obligé de tourner le plan dans tous les sens; au moment de mener une parallèle, un léger glissement de la règle peut amener une erreur; toutes les piqûres dont on crible le papier sont autant de causes de confusion, et l'on s'y reconnaît difficilement quand le polygone est formé d'un grand nombre de côtes, attendu que l'équerre cache les portions du périmètre sur lesquelles on opère.

C'est pour remédier à ces imperfections que M. Burel a fait construire le planimètre réducteur dont nous allons donner la description.

Il se compose d'une règle plate armée de deux pointes d'une très-faible longueur qui permettent de la fixer sur la planche à dessin, et d'une équerre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à deux branches mobiles autour d'une articulation, formées d'une règle à biseau portant une graduation métrique et d'une pièce coudée garnie d'un fil très-fin tendu à l'aide d'un cordon en caoutchouc.

Quand on veut calculer une surface polygonale, on applique la portion à biseau de l'équerre sur l'un des côtés du polygone que l'on prend pour base, et on place la règle plate contre la portion opposée au biseau, en ayant soin de faire pénétrer les pointes dans le papier sur lequel on a tracé le dessin. On amène l'équerre jusqu'à ce que l'intersection du fil avec la portion à biseau corresponde à l'extrémité de droite, par exemple, du côté servant de base et que l'on choisit comme premier sommet, puis on fait tourner la pièce coudée jusqu'à ce que le fil passe par le troisième sommet, en comptant les divers sommets de droite à gauche. On fait ensuite glisser l'instrument de manière à mettre le fil sur le second sommet; on a ainsi mené une parallèle à la diagonale dirigée du premier au troisième sommet. En joignant le troisième sommet à l'intersection du fil avec la ligne de base, on a transformé le polygone en un autre ayant un côté de moins. Si l'on continue de la sorte, on diminue successivement le nombre des côtés, et finalement on arrive à trouver, en remplacement du polygone, un triangle qu'il est facile d'évaluer, puisqu'il suffit de multiplier la base par la moitié de la hauteur.

Dans la pratique toutes les opérations s'effectuent avec l'instrument sans avoir besoin de tracer les diverses transformations de la surface donnée; on peut se borner à ne marquer que les deux sommets du triangle, situés sur la direction du côté servant de base.

Pour trouver immédiatement la perpendiculaire qui donne la hauteur du triangle sans avoir recours à l'équerre, on trace sur la règle à biseau une ligne de repère dirigée de telle façon que l'une des arêtes de la pièce coudée coïncide avec elle, lorsqu'on veut que les deux branches de l'équerre forment un angle droit.

D'après la description que nous venons de présenter, on voit que l'instrument proposé par M. Burel donne les mêmes résultats que la règle et l'équerre, beaucoup plus rapidement et avec moins de chances d'erreur.

En résumé, cet instrument, quoique inférieur aux planimètres proprement dits connus actuellement, qui mesurent sans calcul l'étendue des figures planes limitées par un contour polygonal ou courbe, peut être recommandé aux agents forestiers, aux employés du cadastre et, en général, à toutes les personnes qui ont à évaluer un très-grand nombre de surfaces. Sa construc-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion est tellement simple et le nombre des pièces est si restreint, que les dérangements sont peu à redouter; il n'y a à craindre que la rupture du fil dont le remplacement est excessivement facile.

Le comité des arts mécaniques vous propose de remercier l'auteur de sa communication et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin*, avec un dessin du planimètre réducteur.

Signé LECOEUVRE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 8 *janvier* 1869.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DU PLANIMÈTRE RÉDUCTEUR DE M. BUREL REPRÉSENTÉ PLANCHE 424.

Fig. 3. Vue de l'instrument disposé pour opérer la réduction d'un polygone de huit côtés en un triangle équivalent.

Fig. 4. Élévation dans un plan vertical, mené suivant l'épaisseur de l'instrument fermé.

Fig. 5. Vue en dessus correspondante à la figure 4.

Fig. 6. Vue de bout, du côté du crochet de fermeture.

Fig. 7 et 8. Sections transversales faites à chacune des extrémités.

A l'exception de deux vis et d'un crochet qui sont en cuivre, l'instrument est construit tout en bois.

a a, règle plate munie, en dessous, vers les extrémités, de deux petites pointes qui permettent de la fixer d'une manière invariable sur une planchette ou un carton; quand l'instrument est fermé comme dans les figures 4, 5, 6, 7 et 8, la règle est placée en sens inverse, c'est-à-dire que les pointes sont tournées en dessus.

b b, règle à biseau, portant une graduation métrique.

c d, pièce coudée d'équerre à ses deux extrémités et ajustée sur la règle *b b*, en un point *e* autour duquel elle peut tourner.

e, vis de cuivre, formant l'axe autour duquel se meut la pièce coudée *c d*; on la serre à volonté lorsqu'on veut arrêter cette pièce dans une position déterminée.

f, fil partant de l'extrémité *d* de la pièce coudée *c d*, et descendant le long de cette pièce jusqu'en dessous de la règle *b b*; là il traverse cette règle par une petite ouverture et se loge ensuite, à sa surface, dans une rainure étroite à l'extrémité de laquelle il est solidement arrêté.

g, vis servant à tendre le fil *f*, qui à cet effet s'y rattache au moyen d'un petit cordon en caoutchouc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Manière d'opérer avec l'instrument.

Supposons qu'il s'agisse de calculer la superficie du polygone **1**, **2**, **3**, **4**, **5**, **6**, **7**, **8** (fig. 3); voici comment on opérera pour le transformer en un triangle équivalent :

On commence par disposer sur la planchette d'opération les deux règles *aa* et *bb*, rive contre rive, dans la position qu'indique la figure 3 et de manière que le biseau gradué de la dernière coïncide avec l'un quelconque des côtés du polygone pris pour base, soit, par exemple, avec le côté **1-8**; puis, comme on a eu soin de tourner la règle *aa* de manière que ses deux petites pointes se trouvent en dessous, on l'arrête à demeure sur la planchette en y faisant pénétrer les pointes par une simple pression du pouce.

L'instrument étant alors ouvert et le fil convenablement tendu, on fait glisser la règle *bb* de manière à amener à l'angle **1** du polygone le point d'intersection du fil *f* avec le biseau de cette règle. On maintient ensuite de la main gauche la règle *bb* dans cette position, et de la droite on fait tourner la pièce *cd* de manière à amener le fil à passer par le sommet de l'angle 3, position indiquée fig. 3. La vis *e* doit être, en général, suffisamment serrée pour que la pièce *cd* se meuve à frottement et ne puisse d'elle-même quitter les positions qu'on lui fait prendre.

Cela fait, et sans quitter le contact de la règle *aa*, on pousse de droite à gauche tout le système jusqu'à ce que le fil passe par le sommet de l'angle **2**, ce qui revient à mener une parallèle à la ligne **1-3**. On maintient la règle *bb* dans cette position et l'on tourne comme précédemment la pièce *cd*, jusqu'à ce que le fil vienne passer par l'angle **4** du polygone.

Du sommet **3** on mène une parallèle à la direction précédente du fil en faisant glisser l'appareil de gauche à droite, et l'on marque sur le papier avec un piquoir ou un crayon la position que vient prendre l'extrémité inférieure du fil; nous la supposerons en *h* sur la figure.

Enfin on répète les mêmes opérations du sommet **8** au sommet **4** du polygone; on marque l'extrémité *i* où s'arrête le fil, et l'on obtient comme résultat définitif un triangle *i* **4** *h* dont la surface, facile à mesurer, est équivalente à celle du polygone.

Pour vérifier l'opération on peut la recommencer en prenant pour base un autre côté du même polygone.

Lorsqu'on ne se sert plus de l'instrument, on doit détendre le fil, puis on replie sur *bb* la partie *cd* et l'on rattache au système la règle *aa*, au moyen d'un petit goujon *j* qu'elle porte sur côté (fig. 3) et d'un crochet *k* (fig. 6), qui vient s'agrafer sur un bouton placé sur une des faces latérales de la pièce *cd*.

(M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. VICTOR BOIS, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un système d'*INDICATEUR PERPÉTUEL *applicable aux levées des* BOÎTES AUX LETTRES, *imaginé par* M. ROLLET, *à Étrochey* (*Côte-d'Or*).

Messieurs, le service de la levée des boîtes aux lettres de la poste laisse, ainsi que chacun le sait, après chaque levée, une inscription imprimée ou écrite sur la surface extérieure des boîtes, pour indiquer au public que telle levée est faite. Cette précaution est indispensable non-seulement pour faire connaître au public à quelle heure les lettres confiées à la poste partiront, mais encore si elles partiront le jour même, puisque le nombre des levées de lettres n'est pas uniforme dans chaque service et que, notamment les jours fériés, chaque service réduit le nombre de ses levées. Aussi l'Administration des postes a-t-elle appliqué, tant aux boîtes de quartiers dans les villes qu'aux boîtes communales, une sorte d'indicateur que le facteur manœuvre, à chacun de ses passages, pour constater qu'il a fait la levée et que les lettres partiront encore dans la journée si l'indicateur ne porte pas la mention suivante : *la dernière levée est faite.*

Ces indications importantes intéressent Paris, surtout au moment du départ des lettres pour les départements, et les départements et communes, au moment du départ des lettres pour Paris ou pour la province ; mais si l'indication laissée sur la boîte, par le passage du facteur, n'est pas bien nette ou n'a pas été placée dans une position stable, le public ne possède pas le renseignement que l'Administration des postes a cependant le dessein de lui fournir.

Est-il utile de signaler l'imperfection des moyens actuellement employés ? Des disques, recouverts de papier imprimé en petits caractères et quelquefois écrit à la main, se présentent dans des guichets, découpés sur la porte des boîtes ; ils se manœuvrent de l'extérieur à l'aide d'une clef triangulaire, par cela même ils ne sont pas stables et une main malveillante peut altérer les indications. En outre, comme ces indications sont imprimées ou écrites sur papier ou sur carton, elles se détériorent facilement soit par la pluie, soit par le frottement, et deviennent promptement illisibles ; enfin, souvent l'indicateur n'est pas à sa place, il apparaît au guichet la moitié d'un chiffre et la moitié du chiffre voisin, de sorte que le public n'est pas renseigné. L'Administration

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des postes s'est justement préoccupée de ces inconvénients et elle désire avoir le meilleur système possible.

On lui a proposé un appareil qui consiste à substituer la tôle ou la fonte au bois pour les portes des boîtes. Dans cet appareil, on fait manœuvrer à l'intérieur l'indicateur perpétuel, de manière qu'il soit à la disposition seule du facteur.

Au lieu de carton imprimé ou écrit, on a proposé deux disques métalliques émaillés contenant, l'un les jours de la semaine, l'autre les numéros des levées.

Deux guichets sont ménagés sur la boîte, l'un pour les jours, l'autre pour le chiffre.

La boîte étant ouverte, le facteur fait tourner à la main les disques en appuyant sa main sur le plat, et en agissant par frottement il s'assure que les deux indications sont exactes, puis il serre les disques pour les maintenir en place, au moyen de deux écrous de pression à oreilles.

Ce système obvie à l'inconvénient de la manœuvre à l'extérieur et remplace avantageusement les cartons et les chiffres écrits ou imprimés; mais il s'en faut bien qu'il soit sans défaut, et il soulève les objections suivantes :

1° Les inscriptions sur les disques sont encore attaquables; l'émail peut être gratté, sali ou détaché de la tôle;

2° La stabilité de l'inscription au droit du guichet n'étant obtenue que par la pression d'un écrou, il suffit que cette pression ne soit pas suffisante pour que, de l'extérieur, on puisse faire tourner les disques;

3° La position donnée aux inscriptions ne peut pas être réglée invariablement, et un défaut d'attention du facteur peut faire apparaître partie d'une indication et partie de l'indication voisine;

4° Les disques indicateurs, n'étant pas en contact avec les guichets, laissent des intervalles par lesquels peuvent s'introduire la pluie et la poussière;

5° Enfin la disposition des deux disques l'un sur l'autre ne permet pas de faire mouvoir l'un indépendamment de l'autre.

Le système de M. Rollet décrit dans le brevet du 30 juin 1868 obvie à tous les inconvénients que nous avons signalés; il assure aux indications une stabilité absolue. Il fixe l'indication mécaniquement, son inscription est métallique, les lettres en relief sont inattaquables; enfin, et c'est là, à notre avis, un des points principaux de son invention, il rend impossible tout changement d'inscription par l'extérieur, et la désignation du jour aussi bien que celle du chiffre affleurent tellement le guichet, que l'inscription ferme her-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

métiquement les fenêtres des guichets et qu'il ne peut être introduit quoi que ce soit dans les boîtes par ces ouvertures.

M. Rollet a présenté à la Société et à l'Administration des postes deux systèmes, qui ne diffèrent que par des détails pour ainsi dire insignifiants.

Dans le premier, la porte destinée à fermer la boîte est en fonte de quelques millimètres d'épaisseur. Les indications fixes sont venues à la fonte, les lettres en sont saillantes, très-lisibles et inattaquables. Deux guichets sont découpés dans la porte; l'un et l'autre sont destinés à recevoir l'indication mobile du numéro de la levée et du jour de la semaine.

Sur la partie intérieure de la porte il existe, pour placer le jour de la semaine, un rouleau en fonte à axe horizontal, taillé à sept pans; et sur chaque pan l'indication du jour est venue à la fonte en saillie. Ce rouleau, qui est porté par deux petits supports fondus avec la porte, roule sur son axe et peut, par conséquent, présenter devant le guichet un des jours de la semaine; pour fixer ce jour et pour que l'un des sept pans remplisse la fenêtre du guichet, il suffit d'assujettir un petit levier sur un des sept pans dépendants du rouleau, et, pour que ce mouvement, fait à l'intérieur, n'oblige pas le facteur à regarder le jour qu'il met à l'extérieur, chaque pan porte une lettre correspondante au jour qui apparaît au guichet, L pour lundi, M pour mardi, etc.

Pour la suscription du nombre des levées, un second rouleau, à axe vertical taillé à dix pans, monté sur deux supports, permet de faire paraître au guichet des nombres le chiffre que l'on veut fixer, d'un à neuf, le dixième pan contenant cette mention en abrégé : *dernière levée*. Ce rouleau porte dix ergots, qui permettent au facteur de vérifier de l'intérieur le numéro qu'il fait apparaître, et une griffe qui, embrassant chaque ergot alternativement, fixe le chiffre d'une manière absolue.

Le jeu du levier pour les jours et de l'ergot pour les nombres, une fois accompli, ne permet plus de déplacement, et l'inscription présentée aux deux guichets ne peut plus être changée que par le facteur lorsqu'il ouvrira la boîte aux levées suivantes.

Par son second système, M. Rollet a voulu que les rouleaux des joints et des chiffres ne se présentassent plus seulement devant les guichets; par une simple rotation autour d'un axe fixe, il a voulu faire la saillie de chaque pan dans les guichets de telle façon qu'ils s'y placent comme un châssis dans sa feuillure, en fermant hermétiquement celle-ci.

Les lettres en relief, les deux rouleaux métalliques, les moyens de fixité, tout du premier système a été conservé, à cette différence près que les rou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leaux à pans coupés s'adaptent hermétiquement sur les vides, ménagés dans la porte.

On comprend, dès lors, que dans l'un et l'autre système la fermeture par le levier et par la griffe ne peut être obtenue qu'autant que l'inscription a bien pénétré dans la feuillure du guichet, et que, lorsqu'elle est ainsi fixée, il n'est pas possible qu'il apparaisse une indication douteuse ou susceptible d'être altérée de l'extérieur.

Cette disposition, surtout dans le dernier système, a l'avantage de faire de la porte à guichets et des inscriptions mobiles qui y sont insérées un tout uniforme, solidaire de la porte elle-même, sans interstices et, par conséquent, à l'abri de toute détérioration; toutes les surfaces extérieures, aussi bien que les inscriptions, sont en fonte.

Tels sont les dispositions et les avantages des deux appareils soumis à l'examen de votre comité des arts mécaniques.

Nous pensons que cette invention est de nature à obvier à tous les inconvénients actuellement existants, et l'avis de votre comité est de remercier M. Rollet de son intéressante communication, d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société, et d'en envoyer deux expéditions, l'une à M. le Ministre des finances, l'autre à M. le Directeur des postes.

Signé Victor Bois, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 11 décembre 1868.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 425 REPRÉSENTANT LE SYSTÈME D'INDICATEUR PERPÉTUEL POUR BOÎTES AUX LETTRES DE M. ROLLET.

Fig. 1. Élévation de la porte de la boîte aux lettres du côté de sa face extérieure.

Fig. 2. Vue de profil du côté de la serrure.

Fig. 3. Élévation du côté de la face intérieure qui porte tout le mécanisme.

Fig. 4. Section transversale suivant la ligne I, II de la figure 3.

Fig. 5. Autre section transversale suivant la ligne III, IV de la même figure.

A A, porte en fonte se montant à charnières sur la boîte aux lettres qu'elle est destinée à fermer; les indications fixes, qui s'y trouvent en saillies venues de fonte, sont: *Boîte aux lettres; la... levée de.... est faite* (fig. 1); les indications de date 1 et *Dimanche,* qui sont mobiles, occupent deux ouvertures ou guichets rectangulaires de dimensions différentes, et découpés dans le métal.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

B, rouleau en fonte, à sept pans, mobile sur un axe horizontal, et disposé derrière la plaque AA; il porte successivement, sur chacun de ses pans, l'indication en saillie venue de fonte d'un jour de la semaine (fig. 3). Les pans ont exactement la dimension du guichet correspondant, de manière qu'en tournant le rouleau on puisse, à volonté, y présenter et en quelque sorte y encastrer l'indicatîon du jour qu'on désire.

C, levier à crochet, fixé à la plaque A et se rabattant sur l'axe du rouleau B, de manière à rendre invariable la position de celui-ci lorsque l'indication du jour voulu est encastrée dans le guichet.

D, charnière sur laquelle l'une des extrémités de l'axe du rouleau B est montée, et permettant au rouleau de s'écarter de la plaque sous un certain angle horizontal lorsqu'on doit sortir du guichet le jour qui s'y trouve indiqué pour en substituer un autre.

E, bride maintenant librement l'autre extrémité de l'axe du rouleau B, et destinée à limiter l'écart de cet axe lorsqu'on éloigne le rouleau de la plaque pour changer l'indication du jour.

F, petit disque à sept pans, venu de fonte avec le rouleau et portant successivement, sur chacun de ses pans, la première lettre indicative du jour de la semaine. Lorsqu'on se met du côté de la face interne de la plaque A (fig. 3), les indications de jours placées sur le rouleau B ne peuvent se lire que dans la position renversée; mais les initiales que porte le disque F se lisent dans le bon sens, et leur ordre de succession est combiné de telle sorte qu'il suffit d'en amener une devant soi, en regard d'un petit repère fixe, pour être sûr que le rouleau présentera au guichet le jour correspondant.

G, autre rouleau, monté fou sur un axe vertical, et portant dix pans sur lesquels sont venus de fonte et en saillies les numéros des levées de 1 à 9; sur le dixième pan se trouve la lettre D, qui indique la dernière levée de la boîte.

H H′, levier horizontal sur lequel est monté l'axe du rouleau G (fig. 3 et 5), et pouvant tourner d'une certaine quantité autour du point fixe H, en écartant de la plaque A le rouleau G.

I, I..., ergots, au nombre de dix, venus de fonte sur le rouleau G, et disposés verticalement de manière que chacun d'eux corresponde à chacun des dix pans; ces ergots portent, comme les pans du rouleau, les indications relatives aux levées, mais les choses sont disposées de manière que, lorsqu'un chiffre d'un ergot se présente de face, le chiffre correspondant du rouleau apparaît au guichet. On voit, en effet, figure 1, le chiffre 1 qui apparaît au guichet, en même temps que le même chiffre est bien visible sur son ergot, figure 3.

J, levier à griffe, fixé perpendiculairement à la plaque A, et pouvant se relever ou s'abaisser à volonté; lorsqu'il est abaissé, il maintient, par un de ses ergots, le rouleau G dans une position invariable.

K, serrure de la porte.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L, plaque de tôle inclinée, fixée à la plaque A, au-dessus du mécanisme, et formant une des parois de la gaîne par laquelle on jette les lettres dans la boîte.

Pour opérer avec ce système, 1° on commence par relever le levier à crochet C, et l'on écarte le rouleau B de la plaque en tirant à soi l'axe de ce rouleau jusqu'au fond de la bride E; on tourne alors le rouleau de manière à amener exactement, à côté du repère fixe, celui des pans du petit disque F qui porte la lettre initiale du jour qu'on veut faire apparaître; puis on repousse le rouleau et l'on rabat le levier; l'indication du jour voulu se trouve encastrée invariablement dans son guichet.

2° On relève la griffe J, on écarte à fond de course le levier HH′, qui entraîne avec lui le rouleau G, puis on tourne celui-ci jusqu'à ce que l'on amène devant soi l'ergot qui porte le numéro de la levée qu'on veut indiquer; cela fait, on n'a plus qu'à ramener en place le levier HH′, et à rabattre la griffe J sur l'ergot qu'on a amené devant soi.

(M.)

NAVIGATION.

RAPPORT *fait par* M. DE FRÉMINVILLE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur le* PROJET DE REMORQUEUR HYDRAULIQUE, *présenté par* M. ARNODIN.

Messieurs, M. Arnodin soumet à la Société d'encouragement un projet de remorqueur pour la navigation fluviale dans lequel la force motrice est empruntée au courant de la rivière qu'il s'agit de remonter. Son appareil se compose d'un bateau à faible tirant d'eau, pourvu d'une paire de roues à palettes, dont l'arbre transmet le mouvement à un treuil sur lequel s'enroule une chaîne de touage fixée quelque part en amont. Les roues, tournant sous l'action du courant, produisent un travail moteur employé, par l'intermédiaire du treuil et de la chaîne qu'il actionne, à faire remonter le courant au bateau qui porte les roues, ainsi qu'à d'autres bateaux qu'il entraîne.

Tel est le système pour lequel M. Arnodin a pris un brevet sous le nom de remorqueur hydraulique.

L'idée d'employer la puissance mécanique des cours d'eau à remorquer les bateaux contre le courant lui-même n'est pas nouvelle et a été produite, à des époques déjà anciennes, sous des formes très-variées; elle aurait même été mise en application, il y a une dizaine d'années, sur le Rhône, et à très-peu près sous la forme proposée par M. Arnodin; mais, jusqu'à pré-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sent, on ne paraît pas avoir obtenu de résultats sérieux d'aucun des systèmes expérimentés. La difficulté contre laquelle on a toujours échoué consiste à recueillir une force motrice de quelque importance à l'aide d'appareils de dimensions modérées; par suite, les effets obtenus restent tout à fait minimes, surtout avec les faibles vitesses des courants ordinaires de nos fleuves.

Mais, si les conditions essentielles du remorqueur hydraulique ne conviennent pas d'une manière générale à la navigation des rivières, elles pourraient néanmoins s'adapter convenablement à une section de peu d'étendue possédant un régime spécial de courants et de batellerie.

C'est à ce point de vue que M. Arnodin s'est placé, et, sans prétendre donner la solution générale du remorquage hydraulique, il s'est attaché à le rendre pratique pour un bras de la Loire, situé à Châtillon (Loiret), lequel, tout en restant affecté à la navigation ordinaire du fleuve, sert en même temps à établir la communication entre le canal de Briare et le canal latéral. Dans cette section, dont l'étendue est de 1 kilomètre environ, la vitesse du courant est de 6000 mètres à l'heure et le remorquage des bateaux, effectué par les moyens ordinaires, occasionne un travail très-pénible tant en raison de la rapidité du courant que des dispositions particulières des chemins de halage.

La première idée de M. Arnodin a été de placer quelque part, en travers du courant, des roues fixes faisant marcher des treuils de halage; mais les circonstances locales ne permettant pas cette disposition, le seul système admissible serait celui d'un bateau portant avec lui l'appareil de touage, comme il a été dit au commencement de ce rapport.

Les dessins, joints au mémoire de M. Arnodin, indiquent les proportions et les mécanismes de ses roues à palettes, des treuils que celles-ci mettent en mouvement, ainsi que des appareils propres à gouverner; il donne également le calcul des forces de traction et des vitesses qu'il compte réaliser.

Considéré dans son ensemble, le système de M. Arnodin repose sur une idée rationnelle; mais toute la difficulté de la réalisation consiste à proportionner convenablement les roues à palettes, les treuils, la section du bateau remorqué et la vitesse qui lui est imprimée. Il y a là des questions très-délicates, que le calcul permet de traiter approximativement, mais dont la solution complète exige la connaissance de certains éléments que l'expérience directe peut seule déterminer.

Dans l'état actuel du travail de M. Arnodin, l'appréciation des résultats probables nous paraît erronée, et, avant de songer à des applications quel-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conques, il y aurait lieu de soumettre ce point de la question à de nouvelles études, indispensables pour éviter des mécomptes de nature à compromettre le succès de son entreprise.

Quant à nous, nous avons fait à ce sujet quelques calculs approximatifs, et, tout en faisant une large part aux éventualités et aux pertes de travail, nous avons acquis la conviction que, dans la passe de Châtillon, avec un courant de 6000 mètres à l'heure, on pourrait, avec les roues à palettes de M. Arnodin et des transmissions *convenablement proportionnées*,

1° Imprimer au remorqueur seul une vitesse de 1000 à 1200 mètres à l'heure;

2° Remorquer un bateau chargé, ayant les dimensions usitées dans la localité (soit 3^{m2} de section immergée), avec une vitesse de 5 à 600 mètres à l'heure.

Cette dernière vitesse est très-faible, il est vrai, mais elle est admissible pour un pareil service.

En résumé, votre comité est d'avis de remercier M. Arnodin de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé A. DE FRÉMINVILLE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 9 *juillet* 1869.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. Henri BOUILHET, *au nom du comité des arts économiques, sur les* PROCÉDÉS D'ÉTAMAGE GALVANIQUE *et sur quelques applications qui en dérivent, procédés présentés par* M. MAISTRASSE-DUPRÉ, 7, *rue des Trois-Couronnes, à Paris.*

Messieurs, M. Maistrasse-Dupré a présenté à la Société différents produits étamés galvaniquement, et appelé son attention sur le parti que l'industrie pourrait tirer de l'étamage et du zincage électro-chimiques.

Ce n'est pas la première fois que la Société est saisie de l'examen de procédés analogues, et, quoique les bains que M. Maistrasse emploie soient connus en principe depuis longtemps, il nous a semblé qu'en présence du parti qu'il avait su en tirer dans la pratique industrielle, et des applications nouvelles et originales qu'il avait trouvées en combinant l'emploi des dépôts

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

électro-chimiques et de la chaleur, il était utile de remettre en lumière le dépôt galvanique de l'étain et du zinc.

Les premiers essais d'étamage galvanique datent de 1841.

La solution décrite dans les brevets de M. de Ruolz était composée de 5 parties de protochlorure d'étain, dissous à chaud dans 100 parties d'une solution de soude à 10 degrés.

Ce bain fonctionnait bien à la pile, et donnait des couches d'étain épaisses et adhérentes sur le cuivre et le fer; mais l'attention, portée alors sur le dépôt des métaux précieux, fit laisser dans l'ombre les applications de l'étamage galvanique.

MM. Roseleur et Boucher reprirent la question en 1851, et indiquèrent plusieurs solutions réussissant également bien.

Le protochlorure d'étain, dissous dans la crème de tartre ou dans le pyrophosphate de soude, était employé, par eux, à chaud, et les objets à étamer agités et maintenus au contact de fragments de zinc métallique. Il en résultait une substitution du zinc à l'étain, avec précipitation de ce dernier métal sur la fonte ou le fer plongé dans ce bain. Ce n'est pas, à vrai dire, un étamage galvanique, puisque l'action n'est pas continue; mais, cependant, ce procédé est entré dans le domaine de la pratique, puisqu'il a donné naissance à plusieurs industries intéressantes : la fonte argentine de M. E. Boucher; l'étamage des épingles en fer de M. Bohin (de l'Aigle) et des agrafes de M. Gingembre; les plumes métalliques de M. Blangy, de Boulogne.

En 1852, M. Steele a préconisé, dans le *Mechanic's Magazine*, une formule empirique de bain d'étain alcalin, auquel il ajoutait une petite quantité de cyanure de potassium.

En 1862, M. G. Tosco Peppe indiquait une solution analogue pour l'étamage du plomb en feuilles.

Enfin, en 1867, M. Feuquières, sans décrire le bain qu'il employait, présentait à la Société du plomb étamé à épaisseur et laminé en feuilles minces sans cesser d'être adhérent.

Ce sont les mêmes solutions alcalines que M. Maistrasse a employées manufacturièrement dans des essais tentés, à Lorient et à Toulon, par le Ministre de la marine comme préparation du zincage du fer, et, plus tard, dans l'usine de Sougland (Aisne), pour la fabrication des poteries étamées.

C'est dans cette usine qu'il organisa un atelier important d'étamage galvanique, qui fonctionna pendant plus d'une année, en livrant au commerce des produits appréciés. Mais des circonstances, indépendantes de la volonté de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Maistrasse et du succès de ses opérations, ayant déterminé la fermeture de l'usine, il fut obligé d'abandonner ses travaux.

Le bain alcalin qu'il employait était formé, en commençant, de

1000 litres de solution de soude caustique à 3 degrés,

100 grammes de protochlorure d'étain,

Et 300 grammes de cyanure de potassium;

Puis entretenu avec des anodes d'étain pur, qui se dissolvaient pendant le travail.

Les pièces en fonte étaient préalablement décapées aux acides, puis plongées dans le bain, où elles restaient vingt-quatre heures environ en contact avec une pile à grande surface, puis gratte-boessées sur le tour à la manière ordinaire.

La quantité d'étain dissous représentait environ 1000 grammes d'étain par 100 kilog. de fonte étamée. Un bain de 1000 litres pouvait fournir 100 kilog. de fonte par vingt-quatre heures. Les principales dépenses consistant dans la pile et son entretien, M. Maistrasse avait imaginé une pile à grande surface, composée de deux lames de zinc et de cuivre de 1,20 sur 0,70, disposées horizontalement dans de grands bacs en plomb de 15 centimètres de hauteur, et isolées l'une de l'autre par un châssis en bois. La feuille de cuivre était chargée d'un mélange de parties égales d'acétate de plomb et de sel marin, baignant dans une solution d'acide sulfurique à 8 degrés.

Ces piles fonctionnent avec régularité pendant huit jours sans être changées; il suffit d'avoir soin d'ajouter tous les jours 2 litres d'eau acidulée. L'entretien d'un tel élément représente une dépense de 2 francs pendant ce même laps de temps. M. H. Godard-Desmarest fils, qui fut directeur de l'usine de Sougland, nous a assuré en avoir été très-satisfait.

Pendant la mise en pratique qui en a été faite dans cette usine, l'étamage galvanique a présenté une économie de 15 pour 100 sur l'étamage dans les bains d'étain fondu.

Ce procédé a permis aussi de déposer l'étain sur toute espèce de forme; ce qui ne peut avoir lieu dans l'étamage à chaud, à cause de la nécessité où l'on est de tourner les poteries pour régulariser l'action de l'étamage et leur donner l'aspect marchand.

En outre de cette considération, l'étamage galvanique mérite de fixer encore l'attention pour deux raisons importantes.

La première, c'est que l'on peut augmenter l'épaisseur de la couche d'étain

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à volonté, ce qui n'a pas lieu dans le procédé Roseleur, mis en pratique par M. E. Boucher.

La seconde, c'est que l'obligation où l'on est de ne déposer que de l'étain pur augmente la garantie de salubrité que l'on recherche dans l'emploi d'un vase étamé. Trop souvent, en effet, dans les vases destinés à nos usages domestiques, les alliages de plomb et d'étain sont employés pour l'étamage sans que l'on puisse en reconnaître la présence par l'aspect extérieur.

Nous devons ajouter que ces procédés réussissent aussi bien sur le cuivre et le laiton que sur la fonte de fer; mais comme M. Maistrasse n'a pas eu la facilité d'en poursuivre la réalisation industrielle, nous ne pouvons les juger au point de vue économique.

M. Maistrasse s'est aussi servi de l'étamage pour faciliter le dépôt électro-chimique du zinc sur le fer et la fonte. C'est par suite de la remarque qu'il avait faite que le zinc adhérait mieux sur l'étain que sur le fer, qu'il a employé ce procédé comme préparation ou complément de décapage; mais la nécessité de ces deux opérations galvaniques ne nous semble pas devoir faire entrer ce procédé en lutte avec la galvanisation ou zincage à chaud.

Nous arrivons maintenant aux applications que M. Maistrasse nous a indiquées au cours de l'étude que nous faisions de ses procédés, et qu'il n'avait point encore présentées à la Société d'encouragement. Je veux parler des applications résultant de l'emploi combiné d'un dépôt d'étain électro-chimique et de la chaleur.

M. Maistrasse a eu l'idée de soumettre différents métaux et différents produits étamés par la pile à une température élevée.

En chauffant suffisamment pour faire fondre l'étain à la surface des métaux étamés galvaniquement, il a donné aux pièces soumises à cette opération l'aspect et la solidité des pièces étamées à chaud. Par exemple, pour la toile métallique à maille fine, qu'il est impossible d'étamer à chaud sans en obstruer le réseau, il a pu obtenir des toiles à maille soudée très-proprement et très-régulièrement.

En élevant la température jusqu'au point de fusion de l'alliage, qui peut se faire entre l'étain et le métal sous-jacent, M. Maistrasse a produit un véritable alliage superficiel, ayant l'aspect extérieur des alliages ordinaires produits par la fusion de ces métaux dans un creuset. Par exemple, pour le cuivre et l'étain, il a obtenu un véritable bronze, et en faisant varier l'épaisseur de la couche d'étain ou la température il a produit des bronzes à couleurs variables.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En déposant le zinc sur le cuivre rouge, il a de la même manière obtenu une couche de laiton superficielle. Ces procédés ne sont encore qu'à l'état d'essais, mais nous ne doutons pas que cette méthode puisse trouver une application dans la fabrication d'ornements en cuivre rouge exécutés soit par l'estampage, soit par la galvanoplastie, en permettant de leur donner les patines ordinairement employées dans le bronze.

M. Maistrasse a opéré de la même manière sur le zinc étamé, et il a obtenu un produit auquel il a donné le nom de *zinc blanc* par analogie avec le fer-blanc. Ce zinc, étamé à la pile et chauffé jusqu'à fusion et soudure de l'étain, est plus malléable que le zinc ordinaire ; il peut être laminé et estampé à froid avec plus de facilité et supporte bien l'opération de la soudure.

Comme cette façon n'augmente pas beaucoup le prix du zinc et lui donne des qualités nouvelles, il n'est pas douteux que ses applications puissent devenir nombreuses si on essayait de le substituer au zinc ordinaire et à l'étain ainsi qu'aux alliages employés dans la fabrication des ustensiles de ménage, de parfumerie et de pharmacie.

En terminant, nous rappellerons que l'étain déposé galvaniquement à épaisseur n'a pas trouvé jusqu'à présent de débouché suivi ;

Qu'il serait intéressant de le voir employer exclusivement pour les vases de cuivre ou de fonte servant aux usages domestiques;

Qu'il y a une question de salubrité, sur laquelle on ne saurait trop appuyer;

Que les diverses applications de l'étamage galvanique chauffé pourraient donner naissance à des industries nouvelles, telles que la fabrication du zinc blanc, ou profiter à des industries anciennes, telles que le bronzage des ornements en cuivre rouge estampé ou en galvanoplastie, des médailles, etc.

C'est par ces différents motifs que nous avons pensé que les applications dont nous venons de parler étaient dignes de fixer l'attention de la Société, et que nous croyons devoir engager l'auteur à en réaliser le développement industriel.

Nous vous proposons donc de remercier M. Maistrasse de son intéressante communication, d'insérer le présent rapport au *Bulletin* et d'en remettre 200 exemplaires à l'inventeur.

Signé Henri Bouilhet, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 août 1869.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CHEMINS DE FER.

NOTE SUR L'EMPLOI DE LA CONTRE-VAPEUR POUR RALENTIR OU ARRÊTER LES TRAINS SUR LES CHEMINS DE FER, PAR M. BAUDE,

Membre du Conseil (1).

Messieurs, vous avez souvent à vous occuper d'inventions ayant pour but d'améliorer les freins de waggons des chemins de fer. Ces freins jouent un grand rôle dans l'exploitation pour garantir la sécurité des voyageurs et des hommes de service. Mais ils ont des inconvénients inhérents à leur nature : les gardes qui sont préposés à leur manœuvre n'exécutent pas toujours avec assez de promptitude l'arrêt qui leur est commandé; l'immobilisation de la roue dans sa rotation produit, à la longue, des facettes sur les bandages, et ceux-ci, à leur tour, fatiguent la voie ou brisent des rails; les sabots qui frottent sur les roues, pendant qu'elles tournent encore, échauffent les bandages, les relâchent, et produisent une chaleur qui altère le graissage. Nous ne voulons pas dire qu'il faut se passer des freins de cette espèce; mais si l'on pouvait imaginer un auxiliaire puissant, plus sous la main du mécanicien, exempt des inconvénients que nous venons de signaler, sans en créer d'autres, on trouverait, dans cette invention, le plus grand perfectionnement apporté jusqu'ici au système actuel des freins, système qui ne s'est pas beaucoup modifié depuis l'origine des chemins de fer.

L'emploi récent de la vapeur pour arrêter les trains ou ralentir leur vitesse dans les rampes est un fait important qui s'est affirmé aujourd'hui; il n'est déjà plus à l'état d'expérience, et il est passé dans la pratique de plusieurs exploitations. Voilà pourquoi il nous a paru convenable de vous entretenir de ce que sont aujourd'hui, dans les différentes compagnies françaises, les appareils propres à l'utilisation d'une vapeur qui se rend au cylindre par des voies détournées, et à laquelle on a donné le nom de *contre-vapeur*. Elle tend, en effet, soit par elle-même, soit par la vaporisation de l'eau dont elle est mélangée, à contrarier le mouvement du piston dans la marche qui emporte le train.

(1) Communication faite dans la séance du 9 avril 1869.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous n'avons pas l'intention d'entrer dans la polémique qui a été soulevée entre quelques ingénieurs sur la priorité de l'invention; mais nous ne serons démenti par personne, en nous bornant à dire que les premières expériences faites pour l'emploi de la contre-vapeur, que la direction qui leur a été donnée, que la propagande qui a été prêchée, si je puis employer une pareille expression, parmi les divers ingénieurs des compagnies françaises appartiennent incontestablement à M. Le Chatelier. Nous n'irons pas au delà. Les idées du genre de celles que nous chercherons à analyser appartiennent sans doute à bien des gens; elles varient, elles se modifient, progressent par le concours de plusieurs, et chacun de ceux à qui elles sont venues est plus ou moins disposé, avec une bonne foi que je ne mets pas en doute, à s'en attribuer la meilleure part : mais ces prétentions, si fondées qu'elles puissent être, ne portent aucune atteinte au mérite de celui qui a donné une direction aux idées, et dont la science profonde, la pratique consommée ont fini par mettre à la portée de tous un procédé qui n'était encore, en quelque sorte, que dans le monde cahotique des élucubrations. Nous rappellerons en quoi consiste l'emploi de la contre-vapeur, et nous passerons rapidement sur les transformations successives qu'il a subies pour dire ce qu'est devenu aujourd'hui ce frein puissant, objet des études persévérantes de MM. les ingénieurs de la traction des diverses compagnies, et particulièrement de M. Marié, du chemin de fer de Paris à Lyon.

Lorsqu'une machine est en marche, il y a une certaine corrélation entre l'essieu moteur et le tiroir qui distribue la vapeur de la chaudière dans les cylindres. Si vous rendez inverse le mouvement du tiroir, bien que la machine continue sa marche en avant en vertu de la vitesse acquise, il en résultera des pressions sur les faces du piston qui auront pour objet de contrarier le mouvement de rotation de la roue motrice. La quantité de travail produite dans le cylindre détruira une quantité de travail équivalente dans la marche du train; celui-ci éprouvera un ralentissement plus ou moins grand qui peut aller jusqu'à l'arrêt complet, au delà duquel le convoi reprendrait une marche régulière, mais en arrière, si le régulateur restait ouvert.

Dès l'origine de l'exploitation des chemins de fer, il était recommandé aux mécaniciens de faire usage du levier de changement de marche pour arrêter les trains dans les cas de danger de collision ou d'urgence. L'emploi de ce genre d'arrêt ne pouvait être habituel. Faire usage du levier de changement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de marche n'est pas toujours facile sur une machine lancée à grande vitesse, et le mécanicien peut être parfois contusionné ou blessé dans l'effort qu'il fait pour opérer ce changement.

D'autre part, le cylindre aspire alors les gaz qui se trouvent à l'origine de la cheminée ou dans les tuyaux d'échappement; ces gaz sont refoulés dans la chaudière, où ils produisent des pressions excessives que l'ouverture des soupapes de sûreté ne parvient pas à ramener aux limites que la prudence impose; les gaz eux-mêmes, comprimés par le choc du piston, donnent des températures telles que les garnitures en sont brûlées. Alors les surfaces frottantes des tiroirs se grippent, et il peut en résulter des désordres, ou dangereux, ou dont les moindres résultats sont de faire rentrer au plus tôt la machine aux ateliers.

Le premier, M. Le Chatelier a songé à substituer la vapeur et l'eau de la chaudière à cet air, bientôt surchauffé, qui avait tant d'inconvénients. Ce fut à propos d'essais faits, sur le chemin de fer de l'Ouest, avec un appareil de M. de Bergue pour utiliser les gaz de la combustion dans le ralentissement des trains.

Le moyen est simple, en effet. En conduisant, par un tuyau, l'eau et la vapeur de la chaudière sous les tuyaux d'échappement qui aboutissent à la cheminée, les gaz de la combustion qui occupaient cette place sont chassés par la vapeur dans l'air, ou se confondent avec la colonne atmosphérique plus ou moins oscillante qui remplit cette cheminée.

Le dessin que nous mettons sous les yeux du Conseil est relevé sur l'une des machines des chemins de fer de l'Est. On voit que le robinet de vapeur est à 10 ou 15 centimètres au-dessus du plan de l'eau dans la chaudière; le robinet du tuyau d'eau est lié au précédent par une sorte de bielle, de manière qu'il n'y ait qu'un tour de main à donner pour ouvrir ou pour fermer les robinets. Les deux tuyaux d'eau et de vapeur se réunissent en un seul, pour se bifurquer ensuite, de manière à rejoindre chaque tuyau d'échappement des cylindres. On a donné au tuyau de vapeur 26 millimètres de diamètre, 10 au tuyau d'eau. Ces dimensions n'ont rien d'absolu. Rien n'a indiqué encore qu'il fallût les modifier dans les conditions où on l'emploie aux chemins de fer de l'Est.

Ainsi donc, en ouvrant les robinets, la vapeur et l'eau, en globules, prennent la place des gaz de la combustion. Les cylindres, en aspirant cette vapeur humide, lubrifient les garnitures, au lieu de les sécher; ils gardent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des températures modérées, grâce à la chaleur absorbée par la transformation de l'eau en vapeur. Cette vapeur est refoulée alors dans la chaudière; après avoir opéré un véritable circuit, elle revient ainsi à sa source.

Tel est le principe de l'emploi de la contre-vapeur, dont on commence à se servir sur tous les chemins de fer français. On ne le met pas en pratique d'une manière aussi générale sur tel chemin que sur tel autre. Ici, on n'en fait usage que sur les fortes rampes où se produit une grande accélération du train; là, on en développe encore l'application, et le mécanicien s'en sert ou doit s'en servir, même pour les arrêts des trains aux diverses stations de la ligne. Ailleurs encore, les appareils ne sont posés que sur quelques machines pour des essais intermittents.

Substitution de la vis au levier de changement de marche. — Il est juste de reconnaître, toutefois, que, sans une modification importante aux organes de la machine, l'usage de la contre-vapeur, comme puissant auxiliaire aux freins, n'aurait pu se généraliser.

Le tiroir de chaque cylindre est lié par sa tige à un coulisseau qui glisse dans la coulisse, dite de Stephenson, et, pour changer sa distribution, il faut modifier la position de la bielle de relevage, commandée par l'arbre de relevage à contre-poids, lequel est soumis par deux tringles au levier dit de changement de marche.

Le mécanicien est obligé de faire un effort considérable sur le levier qu'il a sous la main pour opérer ce changement; il exige plus ou moins de force, suivant la position du tour de roue, au moment où l'on change la place du coulisseau. Si le mécanicien manque son coup, il peut être blessé par la réaction du levier, ce qui explique la répugnance qu'il éprouve à s'en servir.

Une vis horizontale a donc été substituée au levier de changement de marche. Cette vis, fixée sur deux flasques en tôle, est mise en mouvement au moyen d'un volant à manivelle placé sous la main du mécanicien. La vis porte un écrou qui est lié à une bielle; celle-ci, par des organes successifs, commande la bielle de relevage. Il importe que la vis ne puisse se déranger de la position où l'a placée le mécanicien; c'est ce qu'on obtient au moyen d'un verrou qu'on fixe dans le cran correspondant d'une roue dentée, liée au premier des coussinets qui porte la vis.

Au-dessus et parallèlement à la vis se trouve une règle de cuivre graduée, où le mécanicien peut lire les différentes phases de la distribution de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vapeur par la correspondance d'un curseur fixé à l'écrou avec les différentes marques de la règle indicatrice. Cet appareil présente une grande sécurité pour le mécanicien, et il lui donne une confiance qu'il n'avait point lorsqu'il s'agissait d'employer la contre-vapeur. Il semble, d'ailleurs, que la vis doive obtenir la préférence sur le levier ordinaire indépendamment de cet usage exceptionnel. L'emploi de la vis permet, en effet, de fixer avec une précision plus grande, la quantité de vapeur qu'on veut dépenser, en la variant d'ailleurs d'une manière continue, à la volonté du mécanicien. Dans les démarrages, cette faculté n'est point à dédaigner et peut éviter le patinement des roues. Cette substitution de la vis au levier de changement de marche, si favorable à l'emploi de la contre-vapeur comme frein, a été faite, pour la première fois, sur des machines locomotives anglaises.

Les premiers essais de la vapeur employée comme frein, d'après les idées et les prescriptions de M. Le Chatelier, datent du milieu de l'année 1865. M. Ricour, ingénieur des ponts et chaussées, et ingénieur en chef du matériel et de la traction du chemin de fer du Nord de l'Espagne, devenu, pour ainsi dire, le collaborateur de son directeur M. Le Chatelier, installait divers appareils à une machine qui descendait les pentes du Guadarrama ou bien celles de la traversée des Pyrénées. Ces essais, assez avancés pour établir avec certitude les avantages de l'emploi de l'eau et de la vapeur, étaient analysés dans un très-intéressant mémoire de M. Ricour, daté du 24 avril 1866 et inséré dans la quatrième livraison de la même année des *Annales des mines*.

Au mois de novembre 1866, M. Marié faisait procéder à des expériences sur divers points du chemin de fer de Paris à Lyon. Il avait reconnu le parti qu'on pouvait tirer de la contre-vapeur et, dès l'année 1867, son utilisation sur ce chemin tendait à devenir générale, puisque, le 12 juin, M. Marié faisait paraître une instruction pour les mécaniciens de son service. Vers la même époque, M. Forquenot, ingénieur en chef du matériel, faisait également des expériences sur le chemin de fer d'Orléans.

Sur le chemin de fer de Lyon l'appareil à contre-vapeur est déjà monté sur onze cents machines. Le mécanicien a sous la main deux robinets qui correspondent à l'eau et à la vapeur de la chaudière. Une sorte de tiroir de distribution permet de faire varier les quantités d'eau et de vapeur qu'on veut envoyer dans le tuyau unique qui fait suite à la distribution.

Le chemin de fer d'Orléans a cinquante machines qui sont pourvues de l'appareil qui permet de distribuer, à contre-sens de la marche, l'eau et la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vapeur d'eau de la chaudière. On l'applique, d'ailleurs, à beaucoup de machines en montage.

On n'a monté l'appareil de contre-vapeur, au chemin de fer de l'Est, que sur des machines à marchandises. Il y en a aujourd'hui soixante-quinze qui en sont pourvues. Ces machines sont particulièrement employées à ralentir la vitesse des trains sur les rampes de 20 millimètres et au-dessus du réseau de Luxembourg, entre Diekirck et Spa.

Sur le chemin de fer du Nord, il y a cent quatre-vingts machines qui sont pourvues d'un appareil de simple vapeur. Ce chemin, comme on sait, n'a guère de pentes supérieures à 5 millimètres par mètre et les ingénieurs se sont contentés de n'avoir qu'une prise de vapeur, sans injection d'eau, pour chasser l'air et le remplacer par la vapeur dans un brusque changement de marche. Comme on n'a besoin de se servir de ces moyens de ralentissement ou d'arrêt que pendant un temps très-court, les ingénieurs du Nord ont estimé que les injections d'eau n'étaient pas nécessaires et qu'on pouvait se passer d'elles puisque les cylindres n'avaient pas le temps de se surchauffer.

Le chemin de fer du Midi a monté l'appareil d'inversion de vapeur sur soixante-cinq machines. On y a fait des expériences où la vapeur et l'eau injectées étaient encore garanties par un obturateur qui fermait le tuyau de la cheminée.

Le chemin de fer de l'Ouest n'a point fait encore passer dans la pratique de sa traction l'appareil à contre-vapeur; il s'est borné à des essais. On a fait sur ce chemin de fer différentes expériences avec le système usité sur le chemin de fer de Lyon. De plus, sur les déclivités de 8 millimètres par mètre, après la Loupe, on a ralenti ou arrêté des trains de marchandises à pleine vitesse avec de simples injections d'eau.

Les tendances de M. Le Chatelier paraissent être de substituer l'eau à la vapeur, et c'est dans ce sens que, depuis plusieurs mois, il dirige ses nouvelles expériences, ou celles des ingénieurs qui cherchent leurs inspirations auprès de l'un des maîtres éminents en matière de chemins de fer.

L'eau qui sort, par un robinet, d'une chaudière à la pression de l'air atmosphérique ne se présente pas devant les tuyères d'échappement comme un liquide ordinaire. De la température de 172 degrés environ qu'elle a en pression, elle abandonne immédiatement 72 degrés dès qu'elle est en contact avec la pression atmosphérique. Cette chaleur perdue fait de la vapeur, qui se mêle aux globules de l'ébullition, et l'eau que le vide des cylindres appelle est un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mélange élastique qui franchit sans étranglement l'espace réduit des lumières. La vapeur dégagée empêche la rentrée des gaz, et la vaporisation des globules se complète par la chaleur qu'elle enlève aux cylindres. A la longue, les causes naturelles qui la reproduisent établissent ainsi une sorte d'équilibre, et l'on peut dire que la chaleur enlevée par la vaporisation de l'eau est restituée aux organes par le travail de la gravité sur un plan incliné.

Peut-être en viendra-t-on à n'avoir qu'un tuyau de prise d'eau, comme l'on n'a aujourd'hui qu'un tuyau de prise de vapeur au chemin de fer du Nord. Nous inclinerions volontiers à croire que ce sera le principe final; mais il faut attendre les résultats des expériences et de la pratique, résultats toujours longs à se manifester d'une manière certaine.

Telle est, aujourd'hui, la situation générale de la question de la contre-vapeur chez les compagnies françaises de chemins de fer. On se demandera peut-être si ce mot de contre-vapeur n'est pas une sorte de néologisme pour exprimer la fonction que remplit la vapeur dans une locomotive qui doit ralentir ou arrêter un train. Mais qu'importe? Il suffit de s'entendre. Gardons-le donc, puisque ceux qui se sont occupés, les premiers, d'utiliser la puissance de la machine en vue de la sécurité ont adopté le mot de contre-vapeur.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 426 REPRÉSENTANT L'APPLICATION DE L'APPAREIL DE CONTRE-VAPEUR SUR UNE LOCOMOTIVE DU CHEMIN DE FER DE L'EST.

Fig. 1. Élévation longitudinale partielle de l'arrière d'une machine à marchandises munie de l'appareil de contre-vapeur et du système à vis pour le changement de marche.

Fig. 2. Élévation longitudinale partielle de l'avant de la même machine.

Fig. 3. Vue partielle d'arrière, prise de la plate-forme du mécanicien.

Fig. 4. Plan partiel correspondant à la figure 1.

Fig. 5. Section transversale partielle, passant par l'échappement du cylindre de gauche (vue de l'avant vers l'arrière).

A, tuyau de vapeur.

B, tuyau d'eau suivant parallèlement le précédent.

Ces deux tuyaux se réunissent, en C, en un seul (fig. 1), qui se bifurque ensuite pour rejoindre chaque tuyau d'échappement des cylindres (fig. 5).

D, robinet du tuyau de vapeur (fig. 1 et 3).

E, robinet du tuyau d'eau.

F, sorte de bielle reliant les robinets D et E.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Substitution de la vis au levier de changement de marche. — G, vis horizontale pour la commande du changement de marche (fig. 1) ; elle tourne, sans se déplacer, dans des coussinets portés par les flasques H.

H, flasques en tôle entre lesquelles est montée la vis G (fig. 1 et 3).

I, volant à manivelle commandant la vis G.

J, écrou mis en mouvement par la vis G, et commandant l'arbre de relevage K, au moyen duquel on opère le changement de distribution du tiroir de chaque cylindre.

Cette commande de l'arbre de relevage K peut se faire de deux manières :

1° Soit indirectement par le balancier L et la barre M (fig. 1 et 2) ;

2° Soit directement par la barre N indiquée en traits ponctués.

O, roue dentée fixe, liée au premier des coussinets qui porte la vis G ; lorsqu'au moyen du volant I on a tourné la vis de la quantité voulue, on rend sa position invariable en insérant un verrou dans un des crans de la roue O (fig. 1 et 3).

P, règle de cuivre graduée, placée au-dessus de la vis G, parallèlement à sa direction et indiquant, au moyen d'un curseur conduit par l'écrou J, les différentes phases de la distribution de la vapeur.

Q, curseur embrassant les deux rives de la règle P, et fixé à l'écrou J, qu'il suit dans tous ses mouvements.

(M.)

ARTS CHIMIQUES.

DÉSINFECTION DES OXYDES DANS LES USINES DU GAZ D'ÉCLAIRAGE, PAR M. PAYEN,

Membre du Conseil.

En signalant à la Société le rapport supplémentaire que M. Freycinet vient de publier sur les industries anglaises et les procédés d'assainissement employés soit en France, soit en Angleterre, j'ai cru devoir attirer l'attention d'une manière spéciale sur la méthode dont les Anglais se servent pour la réoxydation des oxydes de fer contenus dans les filtres épurateurs des usines à gaz.

La Société d'encouragement s'est préoccupée, à plusieurs reprises, des moyens à employer pour opérer la réoxydation qui doit reconstituer le sesquioxyde de fer hydraté utile au fonctionnement de ces filtres épurateurs, sans subir les inconvénients graves qui résultent du dégagement des vapeurs infectes dont le résidu est imprégné lorsque les filtres ne fonctionnent plus.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces vapeurs, qui proviennent du sulfhydrate d'ammoniaque, de l'hydrogène sulfuré, et de carbures d'hydrogène plus ou moins volatils très-variés qui imprègnent la masse, se dégagent lorsque les caisses sont ouvertes et que les résidus sont étendus à l'air afin d'opérer leur réoxydation. Si l'on veut faire passer l'air dans les caisses lorsque les oxydes ne réagissent plus, il n'est pas possible de diminuer l'étendue de ces caisses en augmentant l'épaisseur de la couche d'oxyde, parce qu'à 40 centimètres d'épaisseur la chaleur produite par la réoxydation est déjà assez élevée pour faire rougir les caisses de fer qui contiennent cet oxyde; on ne peut pas non plus diminuer beaucoup l'épaisseur en augmentant la surface, parce qu'il en résulterait un grand encombrement du matériel et une augmentation considérable dans les manœuvres. On ne peut donc pas espérer d'amélioration en effectuant la réoxydation dans les appareils actuels même en en changeant les dimensions, et d'autre part on ne connaissait aucun moyen de remplacer les procédés employés par d'autres plus efficaces et moins nuisibles au voisinage dans un rayon qui s'étend suivant la direction des vents à plus de 1500 mètres.

En Angleterre on s'est débarrassé des vapeurs méphitiques par un procédé qui mérite d'être signalé. Avant de porter les oxydes du filtre au grand air pour opérer la réoxydation, on y fait passer, pendant un temps convenable, du gaz déjà bien épuré qui, en traversant la masse imbibée de vapeurs nauséabondes, se charge de ces vapeurs et les entraîne avec lui.

On opère ainsi un véritable lavage de la masse avec du gaz relativement pur, et tous les corps volatils sont ainsi entraînés en laissant les résidus inodores dans les caisses. C'est alors qu'on prend ces résidus, et qu'on les expose à l'air pour effectuer la réoxydation, sans s'exposer à aucun des inconvénients que cette dernière opération entraînait avec elle pour les habitations voisines, puisqu'il n'y reste plus aucun corps volatil infectant. Quant au gaz qui a servi à faire ce *lavage*, il est recueilli dans un des gazomètres de l'usine et réuni à la masse totale du gaz d'éclairage, dont il ne forme qu'une faible partie et avec laquelle il est dépouillé des produits ammoniacaux et sulfurés qu'il contient, dans les appareils de l'usine qui sont destinés à cette épuration.

Depuis les premiers rapports adressés à S. Exc. M. le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics par M. Freycinet, un rapport supplémentaire de ce savant ingénieur présente, sur les nombreuses questions d'assainissement soumises à ses consciencieuses investigations, des données

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus précises. En ce qui touche l'important sujet qui nous occupe ici, nous ne saurions mieux faire, pour l'élucider complétement, que de transcrire le passage suivant de ce dernier rapport :

« *Gaz de l'éclairage.* — Nous nous sommes assuré que le procédé de désin-
« fection des épurateurs de City-gaz work's Company, à Londres, lequel
« avait fait naître des doutes dans l'esprit de diverses personnes, continue
« de donner d'excellents résultats. Nous modifierons en un point la descrip-
« tion précédemment donnée : le courant de gaz pur qu'on fait passer dans
« les épurateurs les traverse en sens inverse de la marche ordinaire, c'est-à-
« dire de haut en bas, et seulement pendant une heure et demie ou deux
« heures; au bout de ce temps, les caisses sont parfaitement désinfectées et
« peuvent être ouvertes sans donner d'émanations sensibles au dehors. »

Chacun comprendra l'utilité de la modification apportée dans la marche du gaz épuré qui doit effectuer la désinfection des oxydes dans les caisses : cette marche en sens inverse de la direction suivie par le premier gaz qui traverse la masse d'oxyde dans les épurateurs est effectivement la plus méthodique, car le gaz épuré, qui sert dans ce cas à désinfecter les oxydes hors de service, arrive d'abord sur les couches moins saturées des vapeurs infectes, de sorte qu'il se sature plus économiquement lui-même et se charge le plus possible de ces vapeurs avant de sortir de l'épurateur; la désinfection est donc ainsi rendue plus sûre et moins dispendieuse. Si l'on admet la durée maximum ci-dessus indiquée, c'est-à-dire le passage pendant deux heures du gaz épurateur, on peut voir que le volume de ce gaz qu'il faudrait épurer de nouveau équivaudrait seulement à la vingt-quatrième partie du volume total épuré chaque jour (puisque pour cette épuration le gaz a traversé durant quarante-huit heures la masse d'oxyde contenue dans le même épurateur), ce serait, comparativement à une aussi grande amélioration, une bien faible dépense; encore celle-ci serait-elle un peu amoindrie par la valeur des produits ammoniacaux et des huiles volatiles reprises aux résidus par le gaz épurateur et recueillis dans les réfrigérants.

En appliquant chez nous cette simple et ingénieuse méthode aux usines à gaz établies à proximité des habitations, on réaliserait une très-grande amélioration dans les conditions de la vie des habitants de ces quartiers où la valeur des propriétés bâties se trouve fort dépréciée et où s'élèveront bientôt des constructions plus belles, plus confortables, dignes, en un mot, de la grande cité parisienne embellie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE.

OBSERVATIONS SUR UNE NOTE DE M. VELTER, INTITULÉE : DE L'UTILITÉ DU SEL MARIN EN AGRICULTURE, PAR M. EUG. PELIGOT.

« Dans le travail *Sur la répartition de la potasse et de la soude dans les végétaux,* que j'ai présenté à l'Académie, il y a un an environ, j'ai cherché à établir que, contrairement aux résultats qu'on a déduits de l'analyse des cendres d'un grand nombre de plantes et aux opinions adoptées par la plupart des agriculteurs et les chimistes, la soude est beaucoup moins répandue dans le règne végétal qu'on ne le suppose généralement. En cherchant, en effet, à constater la présence de cette base par des expériences directes, j'ai été conduit à admettre qu'elle n'existe pas dans les produits de l'incinération d'un grand nombre de plantes cultivées, tandis qu'en employant les mêmes procédés elle se rencontre dans les cendres fournies par d'autres plantes venues dans le même terrain, notamment dans la betterave, dans diverses plantes marines et dans d'autres végétaux de la famille des atriplicées. Aussi, il m'a semblé qu'il n'est plus possible d'admettre désormais que la soude et la potasse peuvent se remplacer mutuellement dans les phénomènes qui président au développement des végétaux.

« J'ai soumis ces expériences à de nouvelles vérifications, et j'ai lieu de les considérer comme exactes, dans des limites même plus étroites que celles auxquelles je m'étais arrêté dans mon premier travail. Les faits que j'ai observés m'ont conduit naturellement, sinon à contester d'une manière absolue, au moins à mettre en doute l'efficacité du sel marin comme engrais, soit qu'on l'ajoute au fumier ou à d'autres matières fertilisantes, soit qu'on le répande sur la terre sous forme de résidus des salines, d'engrais humains ou d'eaux provenant des égouts des villes ; dans les terrains peu perméables, il est permis d'admettre que le sel n'étant pas absorbé par les récoltes s'accumule au bout d'un temps plus ou moins long, de manière à faire obstacle à la germination des graines que le sol reçoit ultérieurement. Plus d'un fait agricole peut être invoqué en faveur de cette opinion.

« Ce n'est, d'ailleurs, qu'avec une grande réserve que j'ai abordé cette importante question, qui, depuis tant d'années, divise les agriculteurs les plus autorisés; en apportant à la discussion un élément nouveau, c'est-à-dire l'absence des sels de soude dans les cendres de la plupart des plantes cultivées, je désirais surtout appeler l'attention des agriculteurs tant sur les faits acquis que sur les expériences à instituer pour conduire à une solution définitive.

« Sous ce rapport, mon but a été promptement atteint. Quelques jours après la lecture de mon travail à l'Académie, M. Velter, répétiteur à l'École d'agriculture de Gri-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gnon, publiait dans les *Comptes rendus* une note ayant pour titre : *De l'utilité du sel marin en agriculture, fondée sur la transformation en carbonate de soude, et ultérieurement en nitrate de soude.* En outre, en présentant le travail complet de M. Velter à la Société impériale et centrale d'agriculture, l'honorable directeur de l'École de Grignon, M. Bella combattait, avec une vivacité qui témoigne en faveur de ses convictions sur les bons effets du sel marin, les réserves que j'avais faites en ce qui concerne le rôle utile du sel dans les engrais. M. Bella avait publié récemment, dans le premier fascicule des travaux du corps enseignant de l'École qu'il dirige, une expérience de laquelle il tire cette conclusion que, dans une terre riche, de bonne qualité, en bonne fécondité et cependant légèrement imprégnée d'une certaine quantité de chlorure de sodium, le sel augmente très-sensiblement les rendements en grains et en paille du froment. Partisan décidé de l'emploi du sel comme engrais, M. Bella rappelle qu'il a continué à Grignon une tradition, qui remonte à quarante années et qui consiste à utiliser les eaux de l'égout collecteur de Versailles, à mêler le sel aux guanos, enfin arroser les fumiers avec des dissolutions de sel à raison de 250 kilogrammes par hectare ; il se demande si, en dehors de l'action chimique, le sel n'a aucune action sur l'état électrique des vapeurs d'eau qui se dégage du sol, et s'il ne peut pas, ainsi, avoir une action indirecte sur la végétation.

« Je me garderai bien de discuter l'expérience faite à Grignon sur quatre parcelles de terrain de 4 ares chacune, dont l'une n'avait pas reçu de sel, et dont les trois autres en avaient reçu des doses qui ont varié de 250, 500 et 1 000 kilogrammes par hectare (1). Je ne mets pas en doute que, avec l'emploi du sel et peut-être aussi grâce à un capital considérable, les terres de ce domaine ont été maintenues depuis quarante ans dans un excellent état de fertilité. Mais quelle est la mesure de cet état? Quelle est la part qui en revient à l'emploi du sel? Si cette substance eût été écartée, cette fertilité aurait-elle été la même ou bien aurait-elle augmenté ou diminué? Je ne pense pas que personne puisse répondre à ces questions.

---

(1) Je dois faire néanmoins une remarque : le lot n° 2 a fourni 1 275 gerbes de blé à l'hectare, le lot n° 3 1 250 et le lot n° 4 1 225 ; le poids des gerbes de tous les lots était le même en moyenne, de 9 kilog. 387. Le rendement en grains a été représenté de 45 hectolitres par hectare pour le lot sans sel et de 47 hect.,5 ; 52 hect.,5 et 52 hect.,5 pour les lots salés. Ce qui me paraît difficile à expliquer, c'est que l'hectolitre de blé provenant de la parcelle qui n'avait pas reçu de sel pesait 73 kilog.,880, tandis que le poids de l'hectolitre du grain fourni par le lot qui avait reçu 1 000 kilogrammes de sel s'élevait à 76 kilog.,660. Ainsi deux carrés de terre presque contigus, placés dans les mêmes conditions de température et d'humidité, ayant reçu l'un et l'autre 200 kilogrammes de phospho-guano à l'hectare, auraient donné du blé d'une nature tellement différente, que l'un pèse à l'hectolitre près de 3 kilog. de plus que l'autre. Comme les cendres du blé sont parfaitement exemptes de sels de soude, ainsi que cela a été établi depuis longtemps, notamment par M. Boussingault, ce résultat était bien digne de fixer l'attention des expérimentateurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« La même réserve ne m'est pas permise à l'égard des expériences de M. Velter. Le travail de ce chimiste, depuis sa publication, fait autorité auprès des partisans de l'emploi du sel comme engrais; tout récemment l'*Association libre des cultivateurs,* de Ghistelles, en Belgique, en réclamant l'abolition de l'impôt sur le sel dans leur pays, invoquait l'opinion de M. Velter à l'appui des bons résultats que le sel leur a fournis dans des cultures variées; les membres de cette Association admettent que dans plusieurs circonstances, notamment dans la culture des colzas, les sels de soude peuvent remplacer les sels de potasse (1).

« En conséquence, j'ai dû répéter en 1868 les expériences faites à Grignon par M. Velter. Ce chimiste a fait usage de deux cylindres en zinc de 1 mètre de hauteur sur 15 centimètres de diamètre, munis, à 10 centimètres de la base, d'un faux fond formé par une toile métallique permettant de recueillir l'eau de drainage. Le 4 juin, chaque cylindre ayant reçu 18 kilogrammes de terre, on a mis dans l'un des deux 170 grammes de sel marin qui furent enfouis à 20 centimètres de profondeur et dissous par 1 litre d'eau distillée; l'autre vase fut conservé sans addition de sel, pour servir de témoin, après avoir reçu pareillement 1 litre d'eau.

« En octobre, dit M. Velter, la terre du cylindre contenant le sel, prise à la profon-
« deur de 20 centimètres, avait changé de nature; elle possédait une réaction alcaline
« très-prononcée, et l'extrait aqueux (très-alcalin) était fortement colorée en brun
« par les composés ulmiques. Je reconnus alors la transformation du sel marin en
« carbonate de soude, déjà signalée par Berthollet. »

« L'auteur ajoute que cette transformation a été suivie de celle du carbonate en nitrate, en présence des matières organiques et du calcaire contenus dans la terre. Cette nitrification n'est représentée, il est vrai, que par une bien faible différence, par 3 milligrammes d'acide azotique qui se trouvaient en plus dans 1 kilogramme de terre salée. L'auteur n'a pas fait connaître le procédé qu'il a employé pour cette difficile détermination.

« Quoi qu'il en soit, M. Velter tire de son expérience cette conclusion, que le sel marin est utile à la végétation, *en ce sens qu'il favorise la nitrification des matières azotées.* En présence du calcaire contenu dans le sol, il se produit du carbonate de soude, lequel se transforme ensuite en azotate alcalin.

« Cette opinion est assurément fort acceptable, si les faits sur lesquels elle s'appuie ont été bien observés; mais je regrette d'avoir à dire qu'il n'en est pas ainsi; l'expérience que je viens de décrire est entachée d'un vice radical : elle a été faite *dans des vases métalliques,* dans des cylindres *en zinc.* Or les chimistes savent qu'une dissolution de sel marin attaque rapidement ce métal. En présence de l'air, il se fait de l'oxychlorure de zinc insoluble dans l'eau, et la liqueur salée devient fortement alcaline.

(1) *Journal de l'agriculture,* dirigé par M. Barral, 1869, t. I, n° 62.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je mets sous les yeux de l'Académie de l'oxychlorure de zinc préparé dans ces conditions.

« Il n'est donc pas surprenant que M. Velter ait constaté que la liqueur du cylindre contenant la terre salée était devenue fortement alcaline. L'acide carbonique contenu dans la terre a dû même favoriser, dans ces conditions, la transformation du sel marin en carbonate de soude.

« L'auteur s'appuie sur l'autorité de Berthollet qui aurait déjà signalé, d'après lui, la transformation du sel marin en carbonate de soude. Or, en remontant au texte, il est facile de voir qu'il s'agit beaucoup moins d'une expérience réalisée par l'illustre auteur de la *Statique* que d'une hypothèse qu'il avait mise en avant, dans son mémoire sur l'Égypte, pour expliquer la formation du carbonate de soude sur les bords du lac Natron.

« Afin qu'il ne reste aucune équivoque sur ce point du débat, je demande à l'Académie la permission de reproduire ici le passage auquel il est fait allusion :

« L'efflorescence produit de même une séparation de carbonate de soude, lorsque celui-ci se trouve en contact avec le carbonate de chaux dans un degré d'humidité convenable; alors il se fait une très-petite dissolution du carbonate de chaux, au moyen de l'action qu'exerce sur lui le muriate de soude; mais la combinaison de l'acide carbonique avec la soude et sa séparation simultanée sont décidées par l'efflorescence, et le phénomène se continue. Les circonstances qui peuvent favoriser l'efflorescence sont un mélange convenable de muriate de soude et de carbonate de chaux, et une humidité soutenue à une température élevée; le voisinage d'un corps poreux favorise encore la décomposition du muriate de soude, en facilitant l'efflorescence et la séparation du carbonate de soude; mais, quoiqu'il y ait peu de différence entre les conditions de cette décomposition et celle qu'on obtient par la chaux, il paraît que la première exige un intervalle de temps beaucoup plus grand et peut-être quelques circonstances plus favorables, telles qu'une température plus élevée; d'où vient probablement que Scheele n'a pas obtenu cette décomposition en se servant de carbonate de chaux.

« C'est par ces circonstances, que j'ai observées sur les bords du lac Natron, que j'ai cru pouvoir expliquer la formation continuelle d'une immense quantité de carbonate de soude, et il est probable que c'est à des circonstances semblables ou peu différentes qu'est due la production du carbonate de soude qu'on observe dans d'autres déserts, ainsi que sur la surface de quelques voûtes et de quelques murs (1). »

Berthollet ajoute : « C'est encore à une cause semblable qu'il faut attribuer la décomposition de muriate de soude, par les lames de fer tenues dans un lieu humide; le carbonate de soude effleurit à leur surface, et il se décompose si on le plonge dans les gouttes de muriate de fer qui se forment en même temps. »

« En remplaçant le fer par le zinc, c'est, comme on voit, le fait, sans la cause, qui a été observé à Grignon; on voit, d'ailleurs, qu'il s'agit plutôt d'une interprétation que d'une expérience faite par Berthollet. Il n'est pas utile d'ajouter que les résultats qu'il

(1) *Essai de Statique chimique*, t. I, p. 405.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

énonce sont en désaccord avec ceux qui ont été observés par tous les chimistes qui, depuis Scheele, se sont occupés de la transformation du sel marin en carbonate de soude.

« Je devais néanmoins rechercher si, dans l'expérience de M. Velter, il y a réellement formation d'azotates alcalins ou terreux ; on pouvait supposer, en effet, que l'emploi d'un vase de métal, tout en exaltant le phénomène de l'alcalinité, n'en avait pas été la cause unique ; il était possible qu'en se plaçant dans des conditions agricoles plus normales, la présence du sel marin dans le sol ait favorisé la formation des azotates.

« L'expérience a été faite de la manière suivante :

« Deux grands pots à fleurs, en terre poreuse, de 15 litres de capacité, ont été à peu près remplis de bonne terre de jardin préalablement mouillée. Cette terre renfermait à l'état sec :

Matières organiques azotées.	11,1
Carbonate de chaux.	30,4
Argile et sable.	58,5
	100,0

« Le 28 juin, on a semé dix haricots dans chaque pot ; l'un des vases a été arrosé avec 3 litres d'eau ordinaire, dans laquelle on avait fait dissoudre 20 grammes de sel marin, l'autre avec la même quantité d'eau non salée. Dans le but de soustraire les graines au contact d'une liqueur trop riche en sel, on a versé en dernier lieu 1 litre d'eau sur chacun des vases qui ont été enterrés, en plein air et à fleur de terre, dans un carré de jardin fraîchement labouré.

« Le temps s'étant maintenu sec pendant toute la durée de l'expérience, les deux vases ont été arrosés simultanément, à diverses époques, avec la même quantité d'eau.

« Au bout de huit à dix jours, les haricots commencent à se montrer dans le vase qui n'a pas reçu de sel ; la végétation suit sa marche ordinaire, et le 15 août on a récolté huit tiges vigoureuses, garnies de leurs feuilles et de leurs fruits.

« Dans le pot qui a reçu l'eau salée, une seule graine a germé et a fourni une tige chétive qui n'a pas fleuri. Pendant plusieurs semaines, aucune végétation ne s'est produite. Néanmoins, dans la dernière période de l'expérience, des graines de plantes voisines, apportées probablement par le vent, ont germé sur cette terre, de sorte qu'au moment où les haricots étaient arrivés à maturité dans le pot qui n'avait pas reçu de sel, l'autre était couvert d'une végétation assez abondante de pourpier, d'amarante et de chénopodée.

« Cette expérience établit une fois de plus l'influence pernicieuse du sel sur la germination ; celle-ci n'a commencé, pour les plantes parasites, qu'après que la terre a été soumise à des arrosages plusieurs fois répétés, qui ont eu pour résultat de diviser les 20 grammes de sel dans une quantité de terre considérable. Le pourpier et le ché-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nopodée sont des plantes dont les cendres contiennent du sel marin : l'amarante n'en renferme pas.

« La recherche des azotates qui auraient pris naissance au sein de la terre sous l'influence des matières organiques et calcaires, avec ou sans le concours du sel marin, a été faite en soumettant d'abord chaque pot à un lessivage méthodique. L'eau de pluie dont j'ai fait usage traversait toute la masse de terre et était recueillie par l'ouverture ménagée au fond du vase; 8 litres d'eau ont été versés sur chaque pot et ont donné 3 lit. 50 d'eau séléniteuse, colorée en jaune par les matières organiques que la terre renfermait.

« Un égal volume de chacune de ces dissolutions ayant été évaporé à siccité, l'alcool bouillant en a séparé les azotates; les deux liqueurs alcoliques ont été évaporées à leur tour, et les résidus secs ont été repris par une égale quantité d'eau et mis en contact avec une lame d'or, après addition d'acide chlorhydrique et en opérant dans les mêmes conditions de temps et de température; la perte de poids de ces lames devait être proportionnelle à la quantité d'eau régale ainsi formée, et, par conséquent, d'azotates contenus dans chacun des échantillons de terre.

« Dans le matras contenant le produit du pot qui avait reçu le sel, on a fait tomber une lame d'or très-mince du poids de 799 milligrammes. On avait pris soin de ne pas toucher cette lame avec les doigts. Le matras, fermé avec un bouchon de liége, a été abandonné pendant vingt-quatre heures à la température ordinaire, puis chauffé pendant trois heures au bain-marie, à la température de 80 degrés. Après ce temps, la lame a été lavée et séchée; elle pesait 749 milligrammes. Il y avait eu 50 milligrammes d'or dissous.

« La liqueur du vase non salé a été traitée exactement de la même façon; la lame d'or pesait 752 milligrammes avant et 447 milligrammes après son séjour dans la dissolution acide. En conséquence, 305 milligrammes d'or avaient été dissous, c'est-à-dire une quantité environ six fois plus considérable que celle qui avait disparu sous l'influence de la terre salée.

« Ainsi cette expérience tend à établir *précisément le contraire* de ce qui a été annoncé par M. Velter : loin de favoriser la formation des azotates dans un sol calcaire pourvu de matières organiques, le sel marin y met obstacle.

« J'avoue que ce résultat ne m'a nullement surpris. Quoique les conditions dans lesquelles le nitre prend naissance dans différents sols nous soient encore peu connues, malgré les très-nombreuses recherches exécutées avant et après la fondation du prix que, à la demande de Turgot, l'Académie des sciences a proposé, en 1775, pour celui qui arriverait à résoudre cet important problème, il est bien difficile aujourd'hui de contester qu'une certaine solidarité existe entre les matières organiques et les éléments minéraux que renferment les sols dans lesquels la nitrification s'accomplit; des observations récentes du docteur Palmer, qui a constaté que dans les Indes mêmes la formation du nitre n'a lieu que dans les lieux qui ont été ou qui sont habités, confirment

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cette vieille expérience sans nom d'auteur, que Gay-Lussac objectait à Longchamp, qui soutenait, comme on sait, l'opinion contraire.

« On peut aller plus loin et envisager la formation des azotates comme étant étroitement liée aux phénomènes de fermentation et putréfaction qui accompagnent la destruction spontanée des matières organiques; or l'agent le plus propre à entraver ces phénomènes, le corps antiseptique par excellence, est le sel marin. L'expérience que je viens de décrire n'a donc fait que confirmer ce qui pouvait être prévu par avance.

« Cette étude resserre dans des limites encore plus étroites la discussion des mérites du sel marin au point de vue de la production des récoltes. Cependant, tout en maintenant les doutes que j'ai énoncés à l'égard des propriétés fertilisantes qui lui seraient propres, je ne conteste pas qu'il puisse jouer quelquefois un rôle utile, soit en maintenant dans le sol un degré convenable d'humidité, soit en facilitant la dissolution de quelques principes fertilisants, soit en débarrassant la terre d'insectes tels que les chenilles et les limaces. En outre, par ses propriétés antiseptiques, le sel peut, dans des cas assez limités, assurer dans les temps de sécheresse la conservation des engrais dans le sol, ceux-ci agissant plus tard avec plus d'efficacité au moment où, sous l'influence de la pluie, le sel marin vient à disparaître lui-même. C'est peut-être à une action de ce genre qu'il faut rattacher cette pratique des cultivateurs anglais d'ajouter au guano, qu'ils emploient en si grande quantité, une certaine dose de sel marin.

« Enfin des travaux tout récents sont venus donner un appui inattendu à mes observations sur le rôle des sels de soude dans les phénomènes de la végétation. Le fils d'un de nos illustres et regrettés confrères, M. Paul de Gasparin, poursuit, depuis plusieurs années, à Orange, des études difficiles sur la composition des terres arables. Pour déterminer la potasse, la soude et la magnésie que renferment les sols, il fait usage d'une méthode d'analyse qui consiste à transformer ces bases en sulfates neutres, après que les autres substances qui les accompagnent ont été séparées; puis à précipiter, au moyen de la baryte, l'acide sulfurique et la magnésie; cette dernière base est ensuite pesée sous forme de sulfate; quant à la potasse, elle est dosée à l'état de chlorure de potassium et de platine.

« Quelle que soit, dit M. Paul de Gasparin, l'opinion qu'on se forme sur le mérite de ces opérations, il est évident que si, constamment, non pas une fois, mais vingt, cinquante fois, la potasse et la magnésie correspondent rigoureusement en équivalents au dosage du sulfate de baryte, on peut en conclure hardiment qu'il n'y avait pas de soude dans le terrain..... Comme, en matière expérimentale, il faut être méticuleux, je dois dire que le mot *zéro* pour la soude est outré. En mettant de côté les terrains salants proprement dits qui en contiennent des quantités considérables, les terres d'alluvion et de diluvium ordinaires donnent souvent des traces de soude; mais il est bien rare que l'acide sulfurique, excédant dans le sulfate de baryte la quantité qui correspond à la potasse et à la magnésie, soit supérieur à 25 centigrammes pour 1 kilogramme de terre; et c'est alors dans des terres fumées avec des engrais de ville : ce qui explique l'origine de cette petite quantité.

« La conclusion de ces observations est que la potasse est plus que jamais confirmée en posses-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sion du titre d'*alcali végétal*, et que l'absence de la soude dans la plus grande partie des familles végétales correspond à son absence dans la plupart des terres qui les portent. »

« On ne peut mieux dire, du moins à mon sens. Cette absence de la soude se rattache d'ailleurs à la rareté relative ou à la localisation dans des terrains peu nombreux des minéraux silicatés à base de soude, tels que l'oligoclase, l'albite, le labrador, etc. La soude ne se rencontre guère dans les terrains sous forme de sels solubles qu'à l'état de chlorure de sodium, et c'est aussi dans cet état qu'on le retrouve presque toujours dans les végétaux et dans les produits de leur incinération.

« En m'appuyant sur ces faits, je me crois autorisé à formuler les deux propositions suivantes :

« 1° La plupart des plantes cultivées fournissent des cendres exemptes de sels de soude, attendu que les terrains dans lesquels elles se sont développées en sont eux-mêmes exempts.

2° Dans un sol plus ou moins riche en chlorure de sodium, certaines plantes ont la faculté de s'assimiler cette substance, tandis que d'autres beaucoup plus nombreuses la délaissent complétement. »

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

SÉRICICULTURE.

NOTE SUR LA SÉLECTION DES COCONS FAITE PAR LE MICROSCOPE POUR LA RÉGÉNÉRATION DES RACES INDIGÈNES DE VERS A SOIE, PAR M. PASTEUR.

« En 1867, je proposais à M. le Maréchal Vaillant de mettre à l'épreuve des faits mon procédé de régénération de nos belles anciennes races de vers à soie, dont j'avais déjà, à cette époque, démontré l'efficacité certaine touchant la maladie des *corpuscules* ou *pébrine*. M. le Maréchal, dont l'Académie connaît tout l'intérêt et les préoccupations pour la crise séricicole actuelle, voulut bien accepter mon offre, et, depuis deux ans, il consacre à cette épreuve les petites éducations qu'il a l'habitude de faire, soit à Paris, soit à Vincennes. Il y a juste deux ans, au mois de juillet, M. le Maréchal était à la veille de livrer au grainage les papillons que lui avait fournis son éducation très-bien réussie, mais dans laquelle un œil exercé pouvait reconnaître une première atteinte de la maladie des corpuscules.

« Je partageai les reproducteurs en deux catégories, ceux qui étaient irréprochables et ceux où commençait le mal, en priant M. le Maréchal d'élever séparément les deux sortes de graines correspondantes. L'une devait être de très-bonne qualité et l'autre plus ou moins suspecte. Dans une lettre rendue publique en 1868, M. le Maréchal fit savoir que la première graine dont il s'agit lui avait donné des vers si bien exempts de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la maladie précitée, qu'aucun d'entre eux n'était mort pendant le cours de l'éducation, qu'au contraire l'autre sorte de graine avait offert une perte de **25** pour **100**, perte considérable surtout si l'on observe que les vers avaient été comptés pour la première fois à la fin du troisième âge.

« En **1868**, M. le Maréchal fit de la graine séparément avec les deux catégories de cocons qu'il avait obtenues, et il me remit les papillons pour les examiner. Je reconnus que ceux de la bonne éducation faite à Paris étaient irréprochables comme leurs ascendants, tandis que ceux de l'éducation faite à Vincennes, et qui avait eu une mortalité sensible, étaient très-mauvais, infiniment plus que ne l'avaient été leurs ascendants à eux, et que leur graine, cette fois, serait détestable.

« L'Académie se rappellera peut-être que j'ai publié ces prévisions anticipées dans une lettre adressée à M. le Maréchal, et qui a été insérée dans les *Comptes rendus* de nos séances, au mois de janvier **1869**.

« M. le Maréchal Vaillant m'a fait connaître, dans une note détaillée, les résultats qu'il a obtenus des deux sortes de graines dont il s'agit. La première lui a offert une éducation admirable; la seconde, malgré une sélection accidentelle et naturelle au moment de l'éclosion, a donné les plus mauvais résultats. Il eût fallu voir, comme cela m'est arrivé, au moment de la montée à la bruyère, les uns auprès des autres, à **1** mètre ou **2** de distance seulement, dans la même pièce, nourris de la même feuille, les vers issus des papillons sains, et ceux qui étaient nés des papillons très-malades. Les bons vers couvraient la bruyère de cocons magnifiques, tous étaient égaux, agiles à filer leur soie; aucun d'eux ne mourait ou ne paraissait malade. Les vers de la mauvaise graine, au contraire, avaient un retard considérable sur les autres, de plus de sept à huit jours; ils avaient toutes les tailles, depuis celle de la deuxième ou troisième mue, jusqu'à celle des vers montants à la bruyère; çà et là, des morts et des mourants; l'image, en un mot, la plus accusée du fléau qui désole la sériciculture. Enfin, examinés au microscope et pris au hasard, gros ou petits, tous étaient remplis des corpuscules de la pébrine.

« En résumé, on a pris en **1867**, dans une même famille de vers à soie, des reproducteurs sains et des reproducteurs commençant à devenir malades, on a élevé séparément leurs générations respectives : dans un cas, la race a été améliorée, fortifiée; dans l'autre, elle a tellement dégénéré, qu'elle peut être à bon droit considérée comme ayant totalement disparu, car il n'est pas possible de tirer des quelques mauvais cocons de la mauvaise éducation de cette année autre chose qu'une graine absolument stérile. Mais j'ai hâte de laisser la parole à M. le Maréchal Vaillant; qu'il me permette seulement de lui exprimer ma reconnaissance pour la rigueur et l'esprit de suite qu'il a bien voulu apporter dans cette double série d'expériences. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RÉSULTAT DE DEUX PETITES ÉDUCATIONS DE VERS A SOIE PROVENANT DE GRAINES ÉTUDIÉES PAR M. PASTEUR.

Lettre de M. le Maréchal Vaillant à M. Pasteur.

« Vous m'avez témoigné le désir de connaître le résultat final des deux petites éducations de vers à soie faites par moi avec la graine que vous m'avez envoyée d'Alais au commencement de l'hiver dernier. Voici les renseignements que je puis vous communiquer.

« Je commence par rappeler que les graines que j'ai reçues de vous provenaient d'éducations des vers *transylvaniens* faites par moi en **1868**, savoir : **1°** à Paris, avec les œufs que vous aviez reconnus provenir de papillons exempts de corpuscules; **2°** à Vincennes, avec des œufs de papillons offrant tous des corpuscules, mais qui à l'état d'œufs ne présentaient, d'après votre examen, qu'une proportion de **3** pour **100** d'œufs corpusculeux.

« Vous m'aviez prévenu..... Les choses se sont passées, en **1868**, absolument comme vous les aviez annoncées. L'éducation faite à Paris a bien marché du commencement à la fin, les pertes ont été nulles. L'éducation de Vincennes a eu **25** pour **100** de vers morts; la plupart avaient succombé à la dernière mue ou au moment de la montée, et cependant une perte de **25** pour **100** n'empêche pas qu'une éducation soit belle au point de vue industriel, et qu'elle ne procure des bénéfices suffisamment rémunérateurs des peines et des dépenses des éleveurs. Il en était ainsi avant que le terrible fléau qui désole nos magnaneries se fût abattu sur l'Europe; on supportait, sans se plaindre, des déchets de **25** à **30** pour **100**; on élevait, l'année suivante, les œufs provenant de ces éducations que l'on considérait comme *moyennes* quant à la réussite; tantôt le mal augmentait, tantôt il diminuait; on ne s'inquiétait guère des causes de ces alternatives en mieux ou en pis; l'industrie de la soie marchait, on était content. Aujourd'hui les conditions sont bien changées! nous l'avons dit déjà dans plusieurs notes, et nous reviendrons encore sur ce point capital de votre théorie et de vos grandes découvertes; mais parlons d'abord de mes éducations de **1869**.

« Je vous avais envoyé, à la fin de **1868**, tous les couples de papillons obtenus soit à Paris, soit à Vincennes, avec les œufs pondus par chaque couple, tout cela bien séparé, bien distinct, de manière à rendre toute méprise, toute erreur impossible; ces détails étaient utiles à rappeler.

« Vous m'avez adressé deux petites boîtes que vous retrouverez ci-jointes, et qui portent sur leur couvercle, l'une, la lettre A avec cette indication : *Transylvaniens. Graines des papillons dont les ascendants étaient purs (mâle et femelle);* l'autre, la lettre B, et ces mots : *Transylvaniens. Graines des papillons de l'éducation de Vincennes* (**25** pour **100** de perte).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« En m'adressant les boîtes, vous mécriviez : « Les œufs A doivent vous donner « des résultats excellents, mais les œufs B ne produiront pas ou peu de cocons. »

« Vous avez vu mes éducations chez moi, au moment où elles finissaient : elles ont eu lieu dans la même chambre, afin que les conditions dans lesquelles elles se trouvaient fussent aussi égales que possible ; mais je reconnais, cependant, qu'il n'est pas sans danger de tenir si rapprochés les uns des autres des vers sains et des vers corpusculeux : l'infection des premiers par les seconds peut se produire tout d'un coup, auquel cas les conclusions que l'on veut tirer des résultats finalement obtenus peuvent être tout à fait inexactes.

« La chambre où mes vers ont été élevés n'a jamais eu de feu. La fenêtre qui l'éclaire regarde le sud-ouest.

« L'éducation A vous a paru magnifique ; elle m'a donné quatre cents beaux cocons que je vous envoie ; il me semble difficile de rien voir de plus complétement satisfaisant. Pendant toute la durée de l'éducation, j'ai eu deux jeunes vers tués ; ils ont été (je crois en être sûr) atteints par un morceau de bois qu'on a laissé tomber. Un ver a été trouvé mort dans la bruyère ; il avait toute sa grandeur et était monté fort haut, 6 ou 7 décimètres au moins au-dessus des feuilles du mûrier. Il avait la tête entièrement noire comme de l'encre. Un quatrième ver est devenu dur, farineux, ayant assez l'apparence d'une dragée ; c'est, je crois, ce qu'on appelle un *muscardin*. Il n'avait pas monté, n'avait pas filé, mais était parvenu à toute sa grandeur. Enfin, si nous ajoutons à ces pertes un ver qui a filé assez haut dans la bruyère, non pas un cocon fermé, mais une espèce de tapis de soie d'où est tombée une chrysalidue nue, bien vivante...., ce sera, en tout, une perte de cinq vers pour quatre cent cinq œufs éclos, c'est-à-dire 1 pour 100 seulement ! C'est là, convenez-en, un beau résultat. Voyons maintenant l'éducation B.

« Il paraissait y avoir la même quantité d'œufs dans les deux boîtes ; eh bien ! tandis que A me donnait quatre cents et quelques petits vers bien vifs, bien mangeants, B ne produisait, après une éclosion lente et pénible, que quatre-vingt-dix-huit vers (moins d'un quart) n'ayant pas, à beaucoup près, autant de vivacité, autant d'appétit que les vers de A.

« Vous m'avez déjà dit que ce fait ne vous surprenait pas ; il indique que dans la graine même, et avant l'éclosion, il s'opère déjà une sélection, ou, ce qui revient au même, que, quand une graine ne provient pas d'*ascendants purs,* un nombre d'œufs plus ou moins grand déjà atteints par la maladie des corpuscules ne peuvent briser leurs coques et meurent avant d'éclore. C'est du moins ainsi, m'avez-vous dit, que les choses se passent dans certains cas.

« Je dois vous dire que l'éclosion avait commencé le 15 mai dans la boîte A, et le 16 mai dans la boîte B. Le 20 juin, un ver de A était en train de filer ; ce n'est que le 28 juin qu'on a vu un ver de B émettre de la soie et commencer un cocon au ras du sol où reposaient les feuilles. Le 7 juillet, les derniers cocons de A étaient terminés ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour B, à partir du 3 juillet, il n'y a plus eu de cocons en voie de formation ; les vers qui vivaient encore étaient *petits,* d'un aspect désagréable. Le dernier a succombé tout à fait le 12 juillet. Le nombre total des morts pour l'éducation B a été de quarante et un vers.

« Le résumé de ce qui précède est ceci :

Boîte A. *Graine provenant d'ascendants purs.*

OEufs mis à éclore	405
OEufs éclos	405
Cocons obtenus (très-beaux)	400
Vers morts pendant l'éducation	5

Perte de 1 pour 100 soit sur le nombre des œufs mis à éclore, soit sur le nombre des vers nourris.

Boîte B. *Graine provenant d'une éducation de* 1868, *laquelle avait donné* 25 pour 100 *de perte.* (Les œufs de la boîte B étaient cousins germains des œufs de la boîte A.)

OEufs mis à éclore	de 400 à 410
OEufs éclos	93
Cocons obtenus (assez misérables pour la plupart)	52
Vers morts pendant l'éducation	41

Perte de 44 pour 100 sur le nombre de vers nourris.

Perte de 87 à 88 pour 100 sur le nombre des œufs soumis à l'éclosion.

« Vous tirerez les conclusions ; moi, je me borne à dire :

« 1° Que si, l'année prochaine, on essayait de faire une éducation avec les œufs qui seront pondus dans quelques jours par les papillons à provenir des cocons de votre boîte B, on s'exposerait à coup sûr à un désastre complet ;

« 2° Qu'il ressort, une fois de plus, des expériences comparatives que vous m'avez engagé à faire, que les *éleveurs* qui prennent de la graine dans des éducations assez bien *réussies* pour n'avoir eu que 25 pour 100 de perte, ne sont sûrs de rien, et peuvent, comme cela vient de m'arriver avec le contenu de votre boîte B, avoir 80 pour 100 et plus de graine qui n'éclôra pas, et n'obtenir, en résultat final, que de rares cocons, assez médiocres d'ailleurs. Là est, comme vous l'avez dit, le secret de tant de mécomptes journellement éprouvés et l'explication de tout ce qu'il y a de contradictoire dans les nombreux rapports adressés sur l'état actuel de la sériciculture en France et en Europe.

« Provisoirement, et jusqu'à ce que viennent de meilleurs jours pour l'industrie des soies, il faut n'élever que de la graine provenant d'ascendants purs, pureté dont l'emploi du microscope peut seul donner la certitude. »

(*Ibid.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES.

SUR UN NOUVEAU PYROMÈTRE, PAR M. A. LAMY.

« Le pyromètre que je propose est une application très-simple de la loi qui régit l'important phénomène que M. H. Sainte-Claire Deville a découvert et auquel il a donné le nom de *dissociation*. Par de nombreuses expériences, résumées dans une des *Leçons de la Société chimique* (1), M. H. Sainte-Claire Deville a démontré que certains composés gazeux ou volatils se décomposent d'une manière partielle et progressive à mesure que la température s'élève, et que la tension des éléments du mélange, ou tension de dissociation, croît avec la température, tout en restant constante à une température déterminée. M. H. Debray (2) a étendu cette loi fondamentale au cas des substances solides formées par l'union de deux corps dont l'un est fixe et l'autre volatil, telles que le carbonate de chaux. Dans ce cas particulier, la tension de dissociation a pu être mesurée exactement, et les résultats obtenus par M. Debray sont aussi nets que concluants. Du spath d'Islande, chauffé dans le vide à 860 degrés, se décompose de manière que la tension maxima du gaz carbonique devienne égale à 85 millimètres ; à 1 040 degrés, le gaz dégagé atteint la pression maxima de 520 millimètres.

« Je pourrais citer encore, à l'appui de la loi en question, les expériences de M. Hautefeuille (3) sur le gaz iodhydrique, et celles de M. Isambert (4) sur les chlorures ammoniacaux, lesquelles, ayant été faites à des températures facilement mesurables, ont permis d'évaluer les tensions de dissociation qui correspondent à ces températures. Mais je ferai mieux ressortir le caractère de la loi et sans doute mieux juger de la nature de l'application qui en est la conséquence, en comparant, avec M. Sainte-Claire Deville, le phénomène de décomposition du carbonate de chaux à la production de la vapeur d'eau dans un espace limité.

« De même que l'eau émet de la vapeur dont la tension est constante ou maxima pour une certaine température, de même le carbonate de chaux abandonne de l'acide carbonique à une température relativement beaucoup plus élevée, jusqu'à ce que ce gaz ait acquis une certaine tension constante ou maxima pour cette température. Et, de même que la force élastique de la vapeur aqueuse croît avec la température, de

(1) *Leçons de la Société chimique;* 1864-1865, Hachette.
(2) *Comptes rendus de l'Académie*, 18 mars 1867.
(3) *Id.* id.
(4) Thèse présentée à la faculté des sciences de Paris en juillet 1868.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

même aussi s'accroît la tension de dissociation du carbonate de chaux (1); de même, enfin, un abaissement de température, qui détermine la condensation d'une partie de la vapeur d'eau dans l'espace où elle est renfermée, amène l'absorption d'une partie du gaz carbonique par la chaux produite, de façon que, finalement, la tension de la dissociation, comme celle de la vapeur d'eau, revient toujours à la valeur qui correspond à la nouvelle température. A l'aide des tables des tensions maxima de la vapeur d'eau, on conclut facilement la température de la tension, ou réciproquement. D'après ce que je viens de dire, on pourra déduire non moins aisément, de tables de tensions maxima du gaz carbonique, les températures correspondantes.

« Le principe étant posé, on comprendra de suite combien peut être simple et pratique le pyromètre à carbonate de chaux que je propose. Il est formé d'un tube en porcelaine, verni sur ses deux faces, fermé à un bout et mis en communication par l'autre avec un tube de verre à deux branches, contenant du mercure ou tout autre système manométrique (2). Le tube de porcelaine a reçu une certaine quantité de spath d'Islande, ou simplement de marbre blanc en poudre, dans la partie qui doit être exposée au feu, puis a été rempli de gaz carbonique sec et pur, que l'on y a développé en chauffant le marbre jusqu'au rouge vif. Lorsqu'un pareil tube est revenu à la température ordinaire, le gaz carbonique est entièrement résorbé par la chaux, et le manomètre accuse le vide. C'est donc un véritable baromètre, quand il ne fonctionne pas pour indiquer les hautes températures.

« Les principaux avantages du nouvel instrument sont les suivants. Sa construction est simple et peu coûteuse; pas de jaugeage de volumes; pas de cause de dérangement apparente, au moins pour le moment. Son installation est facile et possible dans la plupart des fours de l'industrie; il donne la température à partir de 800 degrés environ, par une simple lecture, comme les thermomètres ordinaires, et le manomètre indicateur peut être placé à une distance pour ainsi dire quelconque du four où le pyromètre est monté, puisque ses indications ne dépendent que de tensions maxima. Enfin, il est beaucoup plus sensible que les pyromètres qui pourraient être basés sur la dilatation de l'air sous pression constante, si toutefois ceux-ci étaient possibles en pratique, parce que leurs indications ou les volumes de dilatation deviennent de plus en plus faibles à mesure que la température s'élève, tandis que les indications fondées sur la dissociation du carbonate de chaux deviennent de plus en plus grandes. M. Isambert a déjà prouvé ce dernier fait pour les composés ammoniacaux, dont les tensions de dissociation sont représentées par des courbes semblables à celles des tensions de la

(1) Le gaz carbonique est lui-même susceptible de dissociation en oxyde de carbone et oxygène; mais ce phénomène plus intime ne peut avoir aucune influence sur la valeur de mes résultats.

(2) Pour la pratique, un manomètre métallique rendra l'appareil aussi simple que portatif.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vapeur d'eau et de l'alcool. Dans mes expériences d'essai, j'ai pu constater un fait analogue pour le carbonate de chaux.

« Pour réaliser tons les avantages que je viens d'énumérer, le pyromètre à marbre exige uniquement qu'on ait déterminé, une fois pour toutes, les températures correspondantes aux tensions maxima du gaz carbonique, de même à peu près que, pour graduer un hygromètre à cheveu, il suffit de mesurer les allongements du cheveu qui correspondent à des tensions de vapeur déterminées. C'est le tableau de ces températures, ou la *table des tensions maxima* de l'acide carbonique, que j'ai commencé à exécuter, au moyen d'un pyromètre à air, construit avec toute la précision que comporte l'état actuel de la science. Je ne saurais entrer ici dans les détails longs, compliqués, minutieux, de cette construction ; qu'il me suffise de dire que, si j'ai pu la réaliser, c'est grâce aux secours de toute sorte que j'ai trouvés dans le laboratoire de l'École normale, auprès de mon excellent ami, M. H. Sainte-Claire Deville.

« Mais l'emploi d'un pareil instrument pour évaluer des températures élevées, correspondant exactement aux tensions de dissociation du marbre, suppose que l'on puisse maintenir ces hautes températures sensiblement constantes pendant un certain temps. Ici encore si j'ai pu réussir, c'est en tirant le plus heureux parti d'une découverte récente de M. H. Sainte-Claire Deville, le nouveau mode de chauffage au pétrole, dont la science et l'industrie lui sont redevables. Dans l'appareil dont je me sers, un robinet à tête graduée permet de régler à volonté l'écoulement de l'huile lourde, et de restreindre les variations de température dans des limites très-resserrées. On jugera, de ce qu'il est possible d'obtenir sous ce rapport et en même temps de la sensibilité relative du pyromètre à marbre, par quelques-uns des nombres que j'ai obtenus dans des expériences préliminaires. J'ai pu, deux heures durant, maintenir la température de **1 050** degrés environ assez constante pour que les variations de volume de la masse d'air du pyromètre à air, presque insensibles à l'œil nu, ne dépassassent pas **1** à **2** millimètres d'amplitude au maximum, dans un tube de **15** millimètres de diamètre, pendant que les oscillations de la colonne de mercure, dans le manomètre à gaz carbonique, restaient comprises dans les limites suivantes, au-dessus et au-dessous de la pression atmosphérique : + **13** et — **8** millimètres, + **11** et — **5** millimètres.

« Avant de commencer les expériences définitives de mesure, j'ai voulu juger du degré de précision des nombres que j'obtiendrais pour les températures fondées sur la dilatation de l'air, supposée uniforme et constante sous la pression ordinaire. A cet effet, j'ai cru que le seul moyen de contrôle était de déterminer la dilatation de l'air de mon pyromètre étalon, depuis la glace fondante jusqu'à l'eau bouillante, et de voir si elle s'accordait avec le nombre donné par M. Regnault. Malheureusement un accident a amené la rupture de l'un des réservoirs de ce pyromètre à air, et m'a obligé de recommencer en partie la construction d'un appareil qui m'avait déjà coûté bien du travail. Malheureusement encore, à cette époque de l'année, je ne puis consacrer à mes recherches que la très-minime partie du temps qui n'est pas absorbé en examens

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par mes fonctions de professeur. Aussi, en présentant cette note à l'Académie, ai-je surtout pour but de prendre date pour la construction du pyromètre à marbre ou toute autre disposition fondée sur le même principe, dans l'espoir d'en faire un instrument capable de rendre d'utiles services à la science comme à l'industrie. Dans cette étude, je serai naturellement conduit à généraliser l'emploi du nouvel instrument par le choix de substances diverses, dont les conditions de dissociation permettront d'embrasser l'échelle à peu près complète des températures. »

(*Ibid.*)

ARTS CHIMIQUES.

SUR LA FABRICATION DES COULEURS DITES BRONZES EN POUDRE, PAR M. LE PROFESSEUR R. WAGNER. (*Extrait.*)

Les déchets des métaux et des alliages employés par les batteurs d'or faux servent à la fabrication des couleurs dites *Bronzes en poudre*. C'est sur cette base que repose une branche spéciale de l'industrie de la Bavière, exercée dans de nombreux établissements, grands et petits, de Nuremberg, de Munich et surtout de Fürth.

L'histoire de cette fabrication n'est pas dépourvue d'intérêt.

Jusqu'en **1750**, environ, les déchets des batteurs d'or faux n'avaient aucun emploi et étaient rejetés avec les balayures, lorsqu'un maçon de Fürth, nommé André Huber, eut l'heureuse idée de les porphyriser sur une pierre et de les vendre comme couleur métallique. Un fabricant de papier doré, Martin Holzinger, perfectionna le procédé d'Huber et parvint à obtenir, par un chauffage régulier, des poudres de bronze de plusieurs nuances. Ce fut, cependant, en **1781**, seulement, que Conrad Picket, batteur d'or, à Fürth, réussit, conjointement avec un Français, Courrier, à préparer une poudre de bronze ayant l'apparence de l'or. Cependant, ce produit, d'abord peu recherché, avait si peu de valeur, que, à la fin du XVIII^e^ siècle, on se procurait la poudre de bronze à 3^f^,85 le kilog., et que les déchets ne coûtaient que 0^f^,96 le kilog. Ce fut seulement après que les batteurs de Fürth et de Nuremberg eurent réussi à préparer des bronzes de toutes les nuances, à l'exception du bleu clair, que ces poudres commencèrent à obtenir du succès et que la fabrication s'en répandit en Bavière, en Westphalie, en France et en Angleterre. La Bavière, seule, pour laquelle les poudres de bronze constituent un article considérable d'exportation, surtout pour la France, en fabrique, annuellement, pour près de **1 100 000** fr.

L'extension de la demande, pour les poudres de bronze, rendit bientôt insuffisante la quantité de déchets produite par les batteurs d'or et d'argent faux, et l'on fut obligé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de préparer les feuilles nécessaires, soit directement par le battage à la main, soit, comme on le fait beaucoup maintenant, par le battage mécanique, qui paraît devoir être bien plus facile et bien plus uniforme dans ses résultats. Cependant, la plupart des machines que l'on construisit d'abord, à cette intention, ne répondirent pas aux espérances et ne purent, pendant longtemps, remplacer le travail manuel; le procédé fut même trouvé d'autant moins satisfaisant qu'il endommageait beaucoup les peaux entre lesquelles les feuilles métalliques étaient contenues. Malgré ces inconvénients, plusieurs anciennes machines méritent encore de l'attention.

Pour opérer à la main, l'ouvrier est obligé de soulever, pendant un travail quotidien de quatorze à seize heures, peu interrompu par des repos, un marteau de 7 à 9 kilog., et de le faire retomber lourdement sur un livret, dit *moule,* de vélin ou de baudruche, dans lequel sont interposées les feuilles de métal. Pendant qu'il bat ce livret, sa main gauche le fait tourner de manière à soumettre toute la surface des feuilles à l'action du marteau qui les dilate et les étend. Comme le coup tend à creuser la partie de la surface qu'il atteint le plus fortement, le mouvement imprimé au livret, par la main gauche, fait disparaître les creux, les étend et rend la feuille plate. Sans ce mouvement, le métal s'attacherait, d'ailleurs, à la peau et se déchirerait bientôt.

Les alliages de cuivre et de zinc sont d'abord coulés en lingots, puis étirés au marteau, amenés à une largeur de $0^m,06$ à $0^m,08$, et, enfin, passés au laminoir jusqu'à ce qu'ils soient réduits en feuilles aussi minces que possible. Quand on emploie les moyens mécaniques, ces feuilles, coupées à la mesure convenable, sont ensuite exposées, dans les moules en peau, aux coups d'un martinet tombant sur un support; le mouvement de rotation du moule est confié à la main de l'ouvrier.

Une machine, construite par Reich, bien que non adoptée dans la pratique, eut d'abord le mérite incontestable d'attirer, sur ce sujet, l'attention des constructeurs-mécaniciens. Elle est sans doute la cause première de l'appareil exécuté, à Nuremberg, en 1841, par M. Lauter, qui s'était proposé de pourvoir, mécaniquement, non-seulement à la levée du marteau, mais encore à la rotation du livret, qui se mouvait, de dedans en dehors, en décrivant des espèces de spirales carrées, en sorte que les coups du marteau étaient renfermés dans les limites d'un carré et non d'un cercle. On ne sait pourquoi cette machine, qui méritait certainement l'attention, est tombée si vite dans l'oubli. Celle que M. Leber, de Fürth, a fait patenter, en 1842, en Bavière, ne présente d'autre particularité remarquable que l'emploi d'une soufflerie destinée à prévenir la dessiccation des peaux, et qui peut être considérée comme le précurseur des autres appareils analogues.

Les expositions industrielles internationales qui ont eu lieu depuis vingt ans ont prouvé que, hors de la Bavière, les constructeurs se sont aussi occupés des machines de ce genre.

Après en avoir nommé quelques-unes, l'auteur cite, comme beaucoup plus impor-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tantes, surtout quand on se propose de fabriquer la poudre de bronze, plutôt que le métal en feuilles, les machines de M. Brandeis, de Fürth, pour le battage et la trituration au moyen de martinets et d'autres appareils mus par la vapeur. Ces machines se maintiennent dans la pratique et peuvent être considérées comme un véritable progrès.

Les alliages de cuivre et de zinc sont d'abord laminés, puis battus au marteau, jusqu'à ce qu'une surface de 120 mètres carrés ne pèse plus que 1 kilog.

Après avoir indiqué sommairement l'appareil de MM. Bazin et Daude, de Paris, destiné à empêcher par la dilatation de l'air, au moyen d'une machine pneumatique, la dessiccation des moules et à supprimer l'usage insalubre de souffler, avec la bouche, sur le livret, usage encore très-ordinaire en Bavière, et avoir fait remarquer que l'excellente machine pneumatique de M. Deleuil pourrait également y être utilement employée, l'auteur passe à la description de la suite des opérations.

Que les feuilles métalliques aient été obtenues directement par le battage, ou qu'on les emploie sous forme de déchets, on sait qu'on les force, avec une gratte-boesse, de passer à travers un tamis de fil de fer, puis qu'on les triture dans une machine à friction, après y avoir ajouté de l'huile, et, enfin, qu'on les chauffe, à différents degrés, pour obtenir les couleurs du recuit. Les notices publiées, sur ce sujet, par MM. Brandeis (1), Kœnig (2) et Bechmann (3), sur la coloration des poudres métalliques, donnent toutes les notions désirables, sans trahir, cependant, les secrets particuliers des fabriques. On trouve, dans quelques ouvrages, l'indication du carmin, de l'indigo, du smalt, etc., pour colorer les poudres de bronze, mais cette notion est erronée.

D'après les expériences de M. Wagner, concordantes avec les résultats publiés par M. Kœnig, les poudres de bronze bavaroises, françaises ou anglaises contiennent toujours une substance grasse, de l'oxygène et du cuivre, ou un alliage de cuivre et de zinc.

Le métal ou l'alliage est :

Pour les nuances claires.	cuivre. . .	83
	zinc. . . .	17
Pour les nuances rouges.	cuivre. . .	90 à 94
	zinc. . . .	10 à 6
Pour la nuance du cuivre rouge.	cuivre. . .	100

La quantité de cuivre contenue dans des poudres de différentes origines, provenant soit de l'Exposition universelle de Paris en 1867, soit du musée technologique de

(1) *Kunst und Gewerbeblatt*, 1861, p. 16.

(2) *Dingler's polytechnisches Journal*, tome CXLIII, page 347, et *Jahresbericht der chemischen Technologie*, 1857, page 70.

(3) *Dingler's polytechnisches Journal*, tome CLX, page 217.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'université de Würzbourg, contenait, pour 100, les proportions suivantes de cuivre :

Origine.	Nuance.	Cuivre.
Bronze français.	Rouge de cuivre.	97,32
—	Orange.	94,44
—	Jaune pâle.	81,29
Bronze anglais.	Orange.	90,82
—	Jaune vif.	82,37
—	Jaune pâle.	80,42
Bronze bavarois.	Rouge de cuivre.	98,92
—	Violet.	98,82
—	Orange.	95,30
—	Jaune vif.	81,55
—	Jaune de fonte de cuivre. . . .	82,34

On n'a pu découvrir aucune proportion d'étain, d'argent ou de nickel. Dans le bronze anglais, on a trouvé un peu de fer.

Quoique les matières employées à cette fabrication soient encore les déchets du battage de l'or faux, ou les feuilles amincies par les martinets mécaniques, on n'a cependant pas manqué de projets pour préparer directement les poudres métalliques sans passer par la fabrication et la trituration des feuilles battues. Les procédés proposés étaient fondés sur des principes, tantôt mécaniques, tantôt chimiques. Les plus remarquables sont les suivants :

A. — *Méthodes mécaniques.*

1. *Méthode de M. Werder.* — Ce mécanicien distingué, directeur de la fabrique de MM. Klett et comp., de Nuremberg, a cherché, il y a environ dix ans, le moyen d'obtenir la poudre métallique nécessaire, en soumettant un lingot d'alliage de cuivre et de zinc à l'action des machines à limer ou à fraiser. Le métal ainsi divisé, vu au microscope, n'avait nullement l'aspect des déchets des batteurs, mais celui d'une limaille anguleuse et sans éclat. Il fallait donc la passer au laminoir pour l'aplatir et lui rendre l'éclat métallique, et, bien que les tentatives de M. Werder méritent l'attention, elles n'ont cependant pas eu de succès pratique.

2. *Méthode de M. de Rostaing.* — Cette méthode, proposée par l'auteur en 1859 (1), consiste à diviser, au moyen de la force centrifuge, le métal ou l'alliage réduit en fusion. Le résultat des tentatives de M. Werder ne permet pas de décider si la division, ainsi obtenue, réussirait mieux. Cependant le jury français de l'Exposition universelle de 1862 avait exprimé l'opinion que le procédé de M. de Rostaing présenterait, peut-être, beaucoup d'intérêt pour la fabrication des poudres de bronze.

3. *Méthode de M. H. Fuchs.* — Cette méthode, bien conçue, repose sur l'amalga-

(1) Voir *Bulletin* de 1859, 2e série, t. VI, p. 730.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mation. M. le Dr Stœlzel, premier directeur de la Société des arts et métiers de Nuremberg, membre du jury international de l'Exposition de 1867, a fait des expériences sur la possibilité de la mettre en pratique. Il a d'abord fait préparer un amalgame de cuivre, et ensuite un amalgame de laiton, par le mélange de l'amalgame de cuivre avec de l'amalgame de zinc, dans des proportions convenables. Ces amalgames furent placés dans un tube de verre et portés dans un courant d'hydrogène, à la température de la fusion du plomb, durant une heure ou une heure et demie. Le mercure étant alors complétement distillé, on trouva les amalgames réduits en deux masses fongueuses, l'une ayant la couleur du cuivre rouge, l'autre ayant celle du jaune d'or. Ces deux masses, triturées dans un mortier d'agate, ont pris un aspect feuilleté, doué d'un brillant éclat métallique. Au lieu du gaz hydrogène, M. Stœlzel conseille d'employer le gaz d'éclairage pour les essais sur une plus grande échelle, et M. Wagner préférerait même la vapeur de pétrole, si des considérations hygiéniques ne paraissaient devoir s'opposer absolument à l'introduction du procédé de M. Fuchs dans sa pratique manufacturière.

B. — *Méthodes chimiques.*

On peut préparer chimiquement le cuivre en poudre par les moyens suivants :

1° En faisant rougir un mélange de chlorure de cuivre, de soude et de sel ammoniac ;

2° En précipitant une solution d'acétate de cuivre par l'acide sulfureux ;

3° En décomposant l'oxydule de cuivre par l'acide sulfurique ;

4° En électrolysant une solution de sulfate de cuivre ;

5° En précipitant une solution de ce sel par une barre de fer enveloppée dans du papier à filtre ou dans du coton en rame.

Malheureusement, toutes ces méthodes donnent du cuivre qui, bien que très-ténu, est dur et cristallin, et que la trituration réduit seulement en une masse pulvérulente, dépourvue d'éclat, au lieu d'en faire un ensemble composé de parcelles microscopiques, feuilletées et brillantes. On a essayé, mais sans succès, de rendre ce cuivre extensible et susceptible de servir à la fabrication des poudres de bronze, en le chauffant et le laissant refroidir dans une atmosphère exempte d'oxygène. On a, au contraire, obtenu un résultat digne d'attention en employant de l'oxyde de cuivre en écailles, tel que celui dont on se sert pour l'analyse des substances organiques. M. Wagner, qui a exécuté ces expériences avec le concours de M. Pfeuffer, son préparateur, n'a employé, comme moyen de réduction, ni le gaz d'éclairage ni l'hydrogène, mais un mélange des produits volatils de la distillation de l'huile de pétrole, produits que l'on rencontre, maintenant, dans le commerce, sous les noms d'*éther de pétrole,* de *rhigolène* ou de *gasoline*. La réduction s'est faite au moyen des vapeurs de rhigolène dans un tube à combustion où l'oxyde formait une couche de $0^m,010$ à $0^m,015$ d'épaisseur, et était maintenu à une température élevée. La réduction, complète et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

très-facile, a donné un métal spongieux, en petites écailles qui, refroidies dans une atmosphère de vapeurs de pétrole, se sont trouvées fort extensibles lorsqu'on les a triturées dans un mortier d'agate. Le bas prix des produits volatils du pétrole et leur grande puissance de réduction (1) permettent de penser que cette méthode pour l'obtention de la poudre de cuivre destinée aux couleurs de bronze est préférable à toutes les autres méthodes chimiques. L'auteur laisse aux fabricants le soin d'examiner si la poudre, ainsi préparée, pourrait, par une cémentation dans les vapeurs de zinc ou de cadmium, servir pour obtenir les nuances claires de bronze. Il fait observer, en passant, qu'une expérience dans laquelle il avait substitué au pétrole le produit nommé commercialement *Ligroïne*, provenant d'une fabrique de paraffine et d'huile solaire de Saxe, a donné une poudre de cuivre qui, par l'effet d'un peu de soufre contenu dans la ligroïne, présentait de magnifiques nuances bigarrées qui rappelaient l'aspect du minerai de cuivre panaché, ou de certaines houilles irisées d'Angleterre.

C. — *Succédanés des couleurs de bronze.*

C'est ici le lieu de dire quelque chose de plusieurs produits par lesquels on remplace souvent les couleurs de bronze depuis une dizaine d'années.

1. *Les bronzes de Wolfram.* — Le tungstate double d'oxyde de tungstène et de sodium, découvert par M. Wöhler, sel qui donne de magnifiques cristaux jaunes et brillants comme l'or, a été recommandé, en 1857, par ce savant, à l'attention des fabricants de bronze, après que M. Wright eut fait connaître une méthode perfectionnée de le préparer. Le sel analogue, à base de potasse (tungstate double d'oxyde de tungstène et de potassium), obtenu depuis plus de vingt ans par M. Laurent, forme des aiguilles violettes qui prennent, au soleil, l'éclat du cuivre et ressemblent, jusqu'à un certain point, à de l'indigo sublimé. Le sel correspondant de lithium, d'après les expériences de M. C. Scheibler, paraît cristalliser en petites tables quadrangulaires, de la nuance de l'acier recuit au bleu. En portant à une haute température les métatungstates de potasse, on peut obtenir aussi de l'oxyde de tungstène d'un bleu foncé magnifique d'acier.

L'importance du bronze de tungstène commence à être appréciée dans plusieurs pays. Déjà on voyait, à l'Exposition universelle de Londres, en 1862, du bronze de tungstène, préparé par M. Versmann et dont la nuance belle et pure, ainsi que le bon marché, excitait l'étonnement des connaisseurs. Le sel de M. Wöhler, à base de soude, était désigné par le nom de *bronze-safran,* et le même sel, à base de potasse, par celui

(1) La formule du pétrole étant $C^{12}H^{14}$, et la réduction donnant de l'oxyde de carbone et de l'eau, M. Wagner croit que l'on peut admettre que 1 équivalent de pétrole suffit pour réduire en cuivre 26 équivalents d'oxyde de cuivre, et que, par conséquent, 100 kilog. d'oxyde n'exigeraient pas plus de 8 kilog. de pétrole.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de *bronze-Magenta*. Le prix de l'un et de l'autre était de 2 fr. 75 le kilog. Une autre couleur, résultant du mélange du bronze-Magenta et du bleu de tungstène, était désignée sous le nom de *violet de tungstène*, et était cotée 2 fr. 29 le kilog.

A l'Exposition internationale de 1867, les couleurs de bronze, à base de tungstène, n'ont paru que timidement, pour ainsi dire, et en petite quantité, par exemple dans la belle collection de produits chimiques de M. le docteur Th. Schuchardt, fabricant, à Gorlitz. Cette espèce d'abstention provient peut-être, en partie, de l'opinion émise, en 1862, par M. le docteur Hofmann, alors à Londres, maintenant à Berlin (*Reports by the Juries,* London, 1863, page 83). Il y dit qu'il ne croit pas que les nouveaux bronzes présentent autant d'avantages que les anciens.

— Il paraît, dit M. Hofmann, que pour bien couvrir, les poudres de bronze doivent posséder une constitution lamelleuse. Si leur structure élémentaire est analogue à celle du mica, la porphyrisation la plus exacte ne fait que réduire les dimensions des lamelles, sans leur ôter leur forme écailleuse qui leur donne la qualité de bien couvrir. Mais si cette structure est granuleuse, si, par exemple, les cristaux sont en forme de cubes, la pulvérisation n'en forme point des lamelles, mais elle les réduit seulement en grains plus petits et de même forme qui, à poids égal, couvrent une surface beaucoup moindre que la même poudre en écailles, et qui, de plus, ont beaucoup moins d'éclat.

Malheureusement, les bronzes de tungstène sont dans ce cas, ce qui leur ôte beaucoup de leur valeur, comme couleurs, pour la peinture. M. le docteur Hugo Müller, de Londres, directeur des manufactures de papier de MM. Warren de la Rue frères, a fait des recherches attentives sur le rapport de la constitution physique des matières colorantes avec leur puissance de couvrir, et s'est assuré, suffisamment, de la réalité des observations précédentes, dans la fabrication des papiers marbrés.

2. *Bronze d'étain* ou *or musif*. — Cette couleur, la plus ancienne de celles qui sont comprises dans la classe des bronzes, a été fort négligée depuis que les couleurs-bronzes sont devenues une branche accessoire du battage des métaux. M. Wagner pense que c'est à tort ; car, lorsqu'elle est bien préparée, elle soutient la comparaison avec les plus belles nuances claires de ces couleurs, et elle les surpasse infiniment en durée et en inaltérabilité.

Il est probable que si l'or musif, comme couleur-bronze, est presque oublié, c'est parce que l'on en est encore à désirer une méthode avantageuse pour le fabriquer manufacturièrement.

Si les données de M. Kletzinsky sont exactes, on peut obtenir l'or musif en sublimant le sulfide d'étain amorphe que l'on prépare en faisant bouillir du sel d'étain avec de l'acide sulfurique étendu et traitant le produit par l'acide sulfureux en quantité suffisante. Faisons remarquer, en passant, que le sulfide de titane peut devenir un sujet intéressant d'études, sous le rapport de sa préparation et de ses usages, depuis que les minéralogistes ont démontré l'existence de 2 ou 3 centièmes d'acide titanique dans un grand nombre de silicates et d'argiles. Ce sulfide forme des écailles cristallines d'un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jaune de laiton présentant de nombreuses analogies avec l'or musif, et probablement susceptibles d'être employées comme bronze de titane.

3. *Bronze de chrome* ou *chloride violet de chrome.* — Ce composé, dont la préparation a été décrite, avec les détails nécessaires pour l'exécution, par M. Wöhler et par M. Brunner, paraît cristalliser en lamelles d'un violet magnifique formant une masse brillante et micacée, qui s'étend sur la peau comme les couleurs de bronze ou l'or musif, et qui semble devoir être employée comme bronze violet, dès que l'on pourra la préparer à un prix suffisamment réduit.

4. *Iodure de plomb cristallisé.* — Cet iodure a été proposé par M. Puscher, vice-président de l'association industrielle de Nuremberg, comme couleur bronze, pour la décoration, les encres d'or, l'or faux en coquille ou en crayons, l'impression du papier, le remplissage des perles en verre, etc.

5. *Couleurs de bronze organiques.* — Sous ce nom, l'auteur comprend tous les composés chimiques organiques, verts ou rouges, qui possèdent l'éclat métallique, et peuvent, par conséquent, selon les circonstances, être employés comme couleurs-bronze. Ces belles couleurs, dérivées de l'hématoxyline, sont employées dans l'industrie, depuis plus de dix ans, pour la fabrication des papiers bronzés. Elles se rattachent aux matières colorantes cristallisées, extraites du goudron (l'acétate de rosaniline donne, pour l'impression, une couleur d'or vert, d'un magnifique effet), ensuite au murexide, et enfin au vert d'hydrochinon. — (*Extrait d'un rapport de M. Wagner, sur l'industrie de la Bavière, à l'Exposition universelle de* 1867, et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

(V.)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Note sur la gomme du Pérou, nouvel épaississant propre à l'impression des tissus, par M. W. Liecke, de Hanovre. — Depuis quelque temps on recommande beaucoup, aux imprimeurs sur tissus et sur papiers, l'emploi d'une nouvelle matière, désignée sous le nom de gomme du Pérou, et vendue sous la forme d'une poudre qui paraît avoir donné des résultats très-favorables dans plusieurs emplois industriels.

M. Liecke, de Hanovre, qui a examiné cette matière, a fait les observations suivantes :

La gomme du Pérou est une poudre d'un gris jaunâtre que l'on obtient en réduisant en poudre des racines dites *racines du Pérou,* sur l'origine desquelles l'auteur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

n'a pu apprendre autre chose, si ce n'est qu'elles proviennent de cette contrée, d'où on les expédie après les avoir desséchées. Ces racines sont longues de $0^m,025$ à $0^m,050$, ont la grosseur d'un tuyau de plume et souvent plus; elles sont très-dures et semblent irrégulièrement articulées. A l'extérieur, elles sont d'un rouge-brun; à l'intérieur, d'un blanc jaunâtre; le cœur en est jaune; elles n'ont pas d'odeur; leur saveur, d'abord fade, paraît ensuite un peu amère.

La poudre de ces racines, agitée dans de l'eau, se gonfle fortement et forme une bouillie épaisse, ayant la consistance du miel, dont le poids peut atteindre jusqu'à seize ou dix-huit fois celui de la poudre employée. L'iode et le chlorure de fer n'y produisent aucun changement, ce qui prouve l'absence de l'amidon et du tanin. L'alcool en extrait une matière colorante jaune que l'évaporation réduit en une substance amorphe et transparente. Si l'on mêle cette substance avec beaucoup d'eau, et qu'on la laisse reposer, on trouve, au bout de quelque temps, une poudre qui, lavée par plusieurs décantations, et enfin séchée, représente de 8 à 10 pour 100 de la substance dissoute et ne se gonfle plus, même dans l'eau bouillante.

La gomme du Pérou paraît ne pas contenir d'arabine, ou du moins n'en contenir qu'une petite quantité, car elle se gonfle dans l'acide chlorhydrique et dans la solution de chlorure de sodium comme dans l'eau. Par sa solubilité dans la potasse et dans les acides étendus, par sa propriété de se gonfler fortement dans l'eau, enfin par ses propriétés négatives à l'égard de l'iode, la gomme du Pérou s'annonce comme étant en grande partie composée de bassorine.

Quant à son emploi comme épaississant, emploi qui paraît devoir constituer l'usage principal de cette gomme, l'auteur trouve qu'elle possède un pouvoir épaississant sextuple de celui de la gomme du Sénégal, mais que ses qualités adhésives sont moindres.

Des expériences ont aussi été tentées par des industriels compétents, et l'on annonce que les résultats ont été fort satisfaisants sous le rapport de la consistance à l'état gélatineux. Il paraît fort à craindre cependant que cette gomme ne nuise à la nuance des couleurs claires. (*Mittheilungen der Hannoverschen Gewerbevereins*, et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Sur la fabrication de l'alcool de maïs, par M. Bergsträsser, fermier des domaines, à Hof-Haina (Hesse). — D'après M. Frésenius, le maïs contient jusqu'à 70 pour 100 de fécule. Cette forte proportion, aussi bien que celle de la matière sèche, oblige d'employer, pour le maltage d'un poids donné de farine de maïs, un vaisseau d'une capacité égale à près de trois fois et demie celle qui suffit pour le même poids de pommes de terre.

La première opération consiste à moudre le maïs. A proprement parler, on ne devrait employer que de la farine de maïs; mais, comme la mouture complète de ce grain

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est fort difficile, l'auteur emploie la farine chargée des gruaux qui ont passé à travers un tamis moyennement fin. Cette farine est mêlée avec de l'eau tiède ou froide dans un bac, où elle est soigneusement brassée jusqu'à ce qu'elle soit complétement délayée et qu'il n'y reste plus de pelotes. On échauffe alors la masse, au moyen d'un courant de vapeur, jusqu'à 87 ou 92 degrés C. La finesse de la farine et l'application de la chaleur sont deux conditions importantes du succès.

L'auteur emploie, pour le chauffage, la vapeur perdue de sa machine.

Dès que le mélange approche de 87 degrés C., il s'épaissit de plus en plus, et devient même ferme, aussi doit-on y ajouter autant d'eau qu'il en faut pour le bien délayer. Lorsque la température est parvenue à 87 degrés C., on ramène la masse à 70 degrés C., en l'agitant et en y ajoutant de l'eau froide; on y incorpore alors le malt bien broyé et détrempé d'avance; on brasse, et l'on ramène la température à 62 ou 65 degrés C., point nécessaire pour la formation du sucre; ce qui exige une heure et demie, pendant laquelle on abandonne la masse à elle-même. L'auteur, employant, pour rafraîchir le brassin, un ventilateur et un agitateur commandés par sa machine à vapeur, ajoute en même temps la quantité d'eau nécessaire. Il arrive souvent, même dans le brassage des pommes de terre, que l'on emploie trop peu d'eau et que l'on rend ainsi la formation du sucre difficile et incomplète. Il suffit, en effet, de penser à la petitesse de la quantité de diastase, relativement à la masse du maïs, pour se convaincre que, dans une certaine limite, la saccharification s'opérera d'autant mieux que la diastase sera dissoute dans une plus grande quantité d'eau.

Le brassin très-clair de maïs se refroidit beaucoup plus facilement que celui de pomme de terre. Or, comme il doit arriver dans la cuve à fermentation, plus chaud de 2°,5 ou 3°,75 C. que le brassin de pomme de terre ne l'est à la fin de la durée normale de sa fermentation, il faut avoir soin de ne pas le laisser trop se refroidir.

D'après les observations de l'auteur, la trop longue durée de la fermentation du brassin de maïs tient à son refroidissement trop rapide dans la cuve-guilloire et à la présence d'un corps gras dans le maïs. Il faut donc veiller au degré de chaleur et à l'énergie du ferment. La levûre donne un ferment rapide et qui ne gonfle pas la masse; elle permet donc d'utiliser toute la capacité de la cuve-guilloire. A la surface du liquide, il se rassemble, pendant la fermentation, une très-belle huile d'un rouge clair, que l'auteur recueille et fait filtrer; après quoi, il l'emploie avec succès au graissage des machines ou à l'éclairage. Cette huile provient des corps gras contenus dans la proportion de 7 pour 100 du poids du maïs, selon M. Frésenius.

C'est à ces corps gras que les augées de farine de maïs doivent leur influence favorable sur la production du lait.

Pour la distillation, il ne faut que peu de vapeur. Le liquide parvient promptement à l'ébullition; le produit est beau, limpide, d'un bon goût, d'une odeur agréable, et peut être rangé à côté de l'eau-de-vie de grain.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

50 kilog. de maïs doivent donner de 26 à 31 litres d'esprit à 50 pour 100. Le maïs de Hongrie est le meilleur et le plus avantageux. (*Zeitschrift der Landwirthschaftlichen Vereine für Hessen* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

(V.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 9 juillet 1869.

Présidence de M. le sénateur *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — M. *Rimbaud* (César), sculpteur, avenue de Wagram, 63, enduit du plâtre pour permettre l'application de peintures décoratives. (Arts chimiques et beaux-arts appliqués à l'industrie.)

M. *Lecoq de Boisbaudran*, à Cognac, 2e note en réponse à M. *Dubrunfaut* sur la sursaturation. (Arts chimiques et commission du *Bulletin.*)

M. *Joffroy* (Alexis), rue Bergère, 28, à Paris, lait condensé préparé par la compagnie *anglo-swiss-condensed-milk,* à Cham (Suisse). (Arts économiques.)

M. *Cousin* (C.), à Condé sur l'Escaut, paratonnerre des mines, moyen d'éviter les explosions inattendues des mines. (Arts économiques.)

M. *Leblanc Winckler*, marchand de fers, à Altkirch (Bas-Rhin), nouveau lien pour les gerbes et les bottes de foin. (Agriculture.)

M. *Rusiès* (Gme), rue de l'École-de-Droit, 23, à Montpellier, soumet à l'examen de la Société des procédés pour reconnaître à temps les inhumations prématurées et des appareils disposés dans ce but, qu'il nomme croix de communication des tombeaux. (Arts économiques.)

MM. les *Secrétaires* signalent les ouvrages suivants parmi les imprimés qui ont été adressés à la Société depuis la séance précédente.

M. le chevalier *de Schwarz*, directeur de la chancellerie du consulat général d'Autriche, à Paris, adresse à la Société un exemplaire du rapport officiel autrichien sur l'exposition universelle de 1867, publié en allemand sous la direction de M. *Neumann* (F.), professeur d'économie politique à l'École supérieure de Vienne. Vienne, 1869. Wilhelm Braümuller, 6 vol. in-8 et un atlas de 40 planches.

M. *Lissajous*. Notice historique sur la vie et les ouvrages de *Foucault* (Léon), membre de l'Académie des sciences. Paris, 1869, brochure in-8.

M. *Guillemin* (Amédée). Le Soleil; ouvrage illustré de 58 figures gravées sur bois. Paris, 1869, L. Hachette, grand in-18.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ÉLECTION DE MEMBRES ADJOINTS AUX COMITÉS DES ARTS MÉCANIQUES ET DES ARTS CHIMIQUES. — M. le *Président* annonce au Conseil qu'il va être procédé à la nomination d'un membre adjoint dans le comité des *Arts mécaniques*.

Le scrutin donne pour résultat la nomination de M. *Haton de la Goupillière* à l'unanimité des suffrages. Ce résultat est proclamé par M. le *Président*.

Il est ensuite procédé de la même manière à la nomination d'un membre adjoint au comité des *Arts chimiques*.

M. le *Président* proclame le résultat du scrutin, qui est la nomination de M. *Gobley*.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Alcoomètre*. — M. *Lissajous* lit pour M. *de Luynes*, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur le *Liquomètre* de MM. *Musculus, Valson* et comp., instrument disposé par ses auteurs pour mesurer la quantité d'alcool contenue dans le vin ou dans une autre liqueur. Le rapporteur décrit d'abord l'appareil et les précautions à prendre pour opérer avec exactitude, puis les expériences qu'il a faites pour vérifier les résultats annoncés par les auteurs de la communication.

M. *Artur,* membre de la Société, fait remarquer que l'addition de diverses matières en quantité très-petite altère beaucoup l'attraction capillaire, et pourrait, dans certains cas, être une source d'erreurs. Il ajoute qu'il a décrit avec assez de détails en 1842, dans son traité élémentaire sur la capillarité, ce moyen de doser l'alcool, et qu'après des essais divers pour employer les tubes très-fins comme alcoomètres il avait été obligé d'y renoncer.

M. *Lamy,* membre du comité des arts chimiques, signale les irrégularités d'indication qui, dans un pareil instrument, peuvent résulter de l'état de la surface intérieure du tube, dont la netteté exacte est toujours difficile à obtenir, et peut être altérée, soit accidentellement, soit avec une intention de fraude.

En l'absence du rapporteur, le Conseil décide que cette affaire sera renvoyée au comité des arts économiques pour un nouvel examen.

Compteur à eau. — M. *Tresca* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur le compteur à eau dit *piézométrique* que M. *Chameroy fils* a présenté à la Société.

Le comité propose de féliciter l'inventeur d'avoir trouvé une solution pratique d'un problème dont l'importance s'est accrue dans ces dernières années, de le remercier de sa communication, et d'approuver le rapport pour prendre place dans le *Bulletin* de la Société, avec le dessin complet du compteur piézométrique installé auprès des machines de Chaillot.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Bateau-remorqueur. — M. *Fréminville* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur un projet de remorqueur hydraulique qui a été présenté à la Société par M. *Arnodin*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le comité propose de remercier M. *Arnodin* de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voir plus haut, p. 588.)

Précisangle. — Cercle géodésique perfectionné. — M. *Fréminville* lit, au nom du même comité des arts mécaniques, un rapport sur un instrument de géodésie, inventé par M. *Delage*, pour la mesure des parties d'angle très-petites, allant au delà de la limite de précision des instruments divisés ordinaires, et jusqu'à celle que les parties de l'appareil servant à l'observation directe ou au visé permettent d'atteindre.

Le comité propose au Conseil de remercier M. *Delage* de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*, avec une figure représentant le *précisangle* et les principales applications qu'on peut faire de cet instrument.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Burette pour graissage.* — M. *Farcot* présente, au nom de M. *Durand* (Y.), ouvrier dans ses ateliers, une nouvelle disposition de la burette à huile pour le graissage des machines, remédiant à l'inconvénient très-connu des burettes ordinaires, qui laissent échapper de l'huile par le trou ménagé pour la rentrée de l'air. La disposition adoptée par M. *Durand* est simple et ingénieuse; l'air rentre dans la burette par un tube qui est recourbé à l'intérieur, dans un espace où l'huile ne peut pas l'atteindre, et qui, à l'extérieur, est contourné en une spire autour de la base du bec de la burette; cette disposition atteint parfaitement le but que son auteur s'était proposé, et doit être recommandée dans les ateliers. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

Sauvetage des incendiés. — M. *Charrière* expose devant la Société le résultat de ses recherches pour donner aux habitants des maisons incendiées les moyens d'échapper au danger.

Une étude attentive de cette nature d'événements lui a fait reconnaître que ce sauvetage s'opérait toujours et ne pouvait avoir lieu que par les croisées, parce que la cage de l'escalier est toujours envahie dès l'abord par le feu. Il fallait donc chercher à rendre le sauvetage par les fenêtres facile et assuré.

Pour atteindre ce but, M. *Charrière* a inventé des appareils de formes diverses. Il fait voir qu'on peut se contenter d'une corde d'une hauteur double de celle de l'étage à évacuer, et d'une serviette ou un bout de corde de longueur suffisante. La serviette nouée, ou plusieurs tours du bout de corde, sont passés autour de la traverse supérieure du châssis de la fenêtre, et l'anse ainsi formée sert pour y faire glisser la corde de sauvetage; le mouvement de descente est modéré parce que cette corde ne passe pas simplement dans l'anse par laquelle elle est supportée, mais l'enveloppe par deux tours qui augmentent le frottement.

A cette disposition élémentaire, qui est à la portée de tout le monde, M. *Charrière* propose la substitution de divers appareils. 1° Les uns ont pour objet de suppléer à l'insuffisance du point d'appui sur le châssis, si on avait reconnu qu'il ne présentât

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas une résistance suffisante : ce sont des barres transversales, des crochets simples ou à vis de pression, des potences, etc.; 2° d'autres doivent être substitués à l'anse en corde ou formée par une serviette : ce sont : un anneau en fer, un crochet, et principalement une poulie en bois que M. *Charrière* a munie d'une roue à rochet pour qu'elle puisse être dormante à la descente, constituant ainsi une surface de glissement pour la corde qui y est enroulée plusieurs fois, et être libre à la remonte pour rendre cette manœuvre aussi facile que possible; 3° un enrouloir pour empêcher l'emmêlage des cordes; 4° des sacs incombustibles, ceintures, nœuds de chaise et autres accessoires empruntés en partie à l'équipement des sapeurs-pompiers, mais améliorés par M. *Charrière*.

Ces divers appareils ont pour objet de donner aux habitants d'une maison les moyens de se sauver par eux-mêmes et sans secours étranger en cas d'incendie; ils forment un ensemble dont la partie strictement nécessaire est d'un prix peu élevé et occupe un volume assez restreint, de manière que beaucoup d'appartements puissent en être pourvus.

Des expériences détaillées ont été faites par les soins des officiers de sapeurs-pompiers de la ville de Paris, et elles ont confirmé tout ce qui avait été annoncé par l'auteur. M. *Charrière* dépose sur le bureau le procès-verbal qui en a été dressé, et demande que la Société veuille bien, à son tour, faire un examen détaillé des procédés qu'il propose. (Renvoi aux comités des arts mécaniques et des arts économiques.)

Sonde électrique pour blessures. — M. *Le Roux* présente, au nom de M. *Trouvé*, rue Thérèse, 6, une application nouvelle des très-petits trembleurs électriques que ce physicien a perfectionnés. Il les emploie pour constater la présence de corps métalliques dans l'intérieur des plaies profondes. M. *Favre* avait proposé, il y a déjà plusieurs années, l'emploi d'une sonde formée de deux conducteurs isolés l'un de l'autre, et faisant partie d'un circuit contenant une pile et un galvanomètre. Quand les extrémités de ces conducteurs viennent toucher le corps métallique dont on veut constater la présence, le circuit se trouve fermé et l'aiguille du galvanomètre se met en mouvement. Mais les liquides de l'organisme étant conducteurs, quoiqu'à un degré beaucoup moindre que les métaux, il arrive qu'en tout état de cause l'aiguille du galvanomètre donne des indications, et le jugement à émettre porte seulement sur leur étendue plus ou moins grande. Le galvanomètre n'est, d'ailleurs, pas d'un usage commode dans la pratique des ambulances.

M. *Trouvé* a substitué au galvanomètre un petit trembleur renfermé dans une petite boîte qui sert de tête à la sonde exploratrice. Le courant provenant d'un seul élément au bisulfate de mercure ne peut pas faire fonctionner le trembleur quand il est affaibli par la résistance des liquides de l'organisme, mais il le met en mouvement dès que les extrémités des conducteurs rencontrent un corps métallique. Après les premières explorations, l'opérateur introduit dans le trajet plus ou moins sinueux de la plaie une sonde creuse et flexible qui peut prendre et qui, jusqu'à un certain point,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

peut garder la forme de ce trajet, et qui pénètre jusqu'au corps étranger dont on veut reconnaître la présence. L'âme creuse de cette sonde reçoit alors la tige flexible formée par les deux conducteurs; cette tige pénètre jusqu'au corps métallique dont on fait la recherche, et les pointes d'acier qui terminent les conducteurs atteignent le métal à travers les croûtes d'oxydation ou autres dont il pourrait être recouvert. Aussitôt le courant est rétabli et met en mouvement le trembleur contenu dans la main du chirurgien en révélant ainsi le fait qu'on veut constater à la fois à l'ouïe, aux yeux et au toucher.

M. *Le Roux* fait fonctionner ce petit appareil devant l'assemblée et développe les applications diverses qui en ont été faites par M. *Trouvé*. (Renvoi au comité des arts économiques.)

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

MM. *Durand-Claye* (Alfred), ingénieur des ponts et chaussées; *Soudan* (Jules), garde-mines au Creuzot; *Troost*, maître de conférences à l'École normale; *Homberg*, inspecteur général des ponts et chaussées.

Séance du 23 *juillet* 1869.

Présidence de M. *Chevallier,* membre du Conseil.

CORRESPONDANCE. — M. *Chameroy* et comp., rue du Faubourg-Saint-Martin, 162 (usine à la Villette, rue d'Allemagne, 182), annoncent à la Société qu'ils fabriquent en ce moment, pour une conduite de gaz, 10 kilomètres de tuyaux en tôle, bitumines, de très-grand diamètre, et ils demandent qu'elle veuille bien faire examiner leurs procédés de fabrication. (Arts mécaniques.)

M. *Duport* (Louis), rue Impériale, 34, à Lyon, représenté à Paris par M. *Pérès,* quai d'Anjou, 23 et 25, présente un foyer fumivore en terre réfractaire, auquel il a reconnu de grands avantages. (Arts économiques.)

M. *Piot* (Auguste), ingénieur-mécanicien en meunerie, à Grenoble (Isère), demande un examen de la Société pour son appareil de criblage, nettoyage et décortication du blé. (Arts mécaniques.)

M. *Hélouis* (N.) et comp., chimistes, boulevard Saint-Martin, 39, font connaître un perfectionnement qu'ils ont apporté à la fabrication des passementeries d'or et d'argent mi-fines qu'ils ont inventées. (Arts chimiques.)

M. *Delaurier,* ingénieur, rue Daguerre, 71, à Paris, envoie la description d'une nouvelle pile électrique à deux liquides. (Arts économiques.)

M. *Cornu* (Jules), juge au tribunal de Châteauroux (Indre), adresse à la Société un mémoire sur la création du vignoble de Champviou, dans la Sologne, qu'il a planté sur un terrain drainé par des fossés remplis de fagots de branchages et recouverts de terre. (Agriculture.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. les *Secrétaires* signalent les livres suivants, parmi les publications imprimées adressées à la Société depuis la séance précédente ;

M. *Leduc,* filateur, à Nantes. Substitution de la force centrifuge au pressurage du vin et du cidre. Exposé de ce procédé par M. le docteur *Anizon*. Nantes, 1869, brochure in-8 avec planches.

M. *Sacc*. Le laboratoire de chimie de Neuchâtel, brochure in-4 avec planches.

MM. *Lamy* et *des Cloizeaux*. Études chimiques, optiques et cristallographiques sur les sels de *thallium*. Paris, 1868, in-8 avec planches.

M. *Ricour* (Th.). Introduction à la notice sur le tube d'inversion publiée dans les Annales des ponts et chaussées (mars 1869), brochure in-8.

ÉLECTION D'UN MEMBRE ADJOINT AU COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES. — M. le *Président* annonce au Conseil qu'il va être procédé à un scrutin secret pour la nomination d'un second membre adjoint au comité des arts chimiques.

Après le dépouillement du scrutin, M. le *Président* en fait connaître le résultat et proclame M. *Cloez* membre adjoint au comité des *arts chimiques*.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Travail des peaux et des cuirs*. — M. *Lecœuvre* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur la machine présentée par M. *Edward Fitzhenry*, ingénieur américain, qui a pour objet d'exécuter par des moyens mécaniques le nettoyage, le lissage et le dressage des peaux au sortir de la fosse.

Le comité propose de remercier M. *Fitzhenry* (Edward) de sa communication, et d'insérer le rapport au *Bulletin*, avec les dessins de la machine à dresser, nettoyer et lisser les peaux.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Graisseur automatique. — M. *Bois* (Victor) lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur le graisseur automatique pour cylindres de machines à vapeur, qui a été présenté par M. *Bouillon,* constructeur-mécanicien, à l'île Barbe, près Lyon.

Le rapporteur propose de remercier M. *Bouillon* de sa communication, et d'insérer dans le *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Fermeture des dépêches. — M. *Bois* (Victor) lit, au nom du même comité, un rapport sur une fermeture des sacs de dépêches pour l'Administration des postes, qui a été proposée par MM. *Duvé* et *Lemaire,* serruriers, à Paris.

Le comité pense que cette fermeture des sacs de dépêches réalise un progrès incontestable, et qu'il convient de lui donner la publicité du *Bulletin* de la Société.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil, après quelques observations de M. *Clerget* sur l'importance de cette question et sur les tentatives faites antérieurement pour la résoudre.

COMMUNICATIONS.— *Pyromètre*.— M. *Lamy,* membre du comité des arts chimiques,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fait à la Société une communication sur un nouveau pyromètre qu'il a construit, et qui est fondé sur *les lois de la dissociation*, que M. *Henri Sainte-Claire Deville* a fait connaître, et dont quelques autres chimistes ont étudié les applications. (Voir plus haut, p. 617.)

Après la séance, le Conseil se forme en comité secret.

NOMINATION D'UN MEMBRE. — Est nommé membre de la Société, après l'accomplissement des formalités prescrites par le règlement, M. *de la Gournerie,* ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur au Conservatoire des arts et métiers.

Séance du 13 août 1869.

Présidence de M. le sénateur *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — MM. *Finet* et *Gougnon*, rue Belzunce, 20, à Paris, envoient à la Société un chandelier à ressort pour maintenir la bougie à une hauteur constante, qu'ils nomment *chandelier arrhécérique*. Cet appareil, disent les inventeurs, offre l'avantage d'empêcher les taches de bougies, de réduire la dépense de l'éclairage et d'être muni d'un système d'amarrage, pour le ressort, qui empêche les accidents. (Arts économiques.)

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* envoie à la Société deux exemplaires du n° 12 du *Catalogue des brevets d'invention pris en* 1868.

M. *Allaire* (Octave), ingénieur des arts et manufactures, rue Saint-Joseph, 12, à Paris, présente de l'huile pour graissage des machines qui est épurée par un procédé qui lui est personnel. Il annonce qu'elle a un point de congélation inférieur à celui de toutes les huiles qui sont dans le commerce, qu'elle ne produit aucun cambouis, qu'elle est neutre et qu'elle est inoxydable. (Arts chimiques.)

M. *Berthault* (J.), rue Croix-des-Petits-Champs, 14, à Paris, envoie à la Société une note intitulée : *Emploi des frottements naturels des trains de chemins de fer, pour la production de forces électriques gratuites*. (Arts économiques.)

M. *Aubert* (Louis), commis architecte, avenue Lowendahl, 8 *bis*, adresse à la Société, comme complément de ses précédentes communications sur le même sujet, un huitième mémoire sur la résistance des solides soumis à la flexion. (Arts mécaniques.)

M. *Lemoine* (Henri), président de la Société pour le patronage des enfants de l'ébénisterie, demande à la Société d'encouragement d'accorder à l'œuvre qu'il préside des encouragements pareils à ceux qu'elle a donnés pendant les années précédentes, afin que des récompenses soient distribuées, en son nom, aux lauréats des concours des jeunes apprentis. (Commission des fonds.)

M. *Berjot* (F.) jeune, pharmacien-droguiste, impasse de la Fontaine, 14, à Caen, soumet à l'examen de la Société un extrait de légumes pour potages, sauces et ragoûts

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

contenant le suc exprimé de légumes frais, évaporé et concentré dans le vide, et dont un gramme suffit pour aromatiser convenablement un litre de bouillon de viande. (Arts économiques.)

M. *Macabies*, ingénieur, rue Laffitte, 1, à Paris, demande que la Société fasse examiner un alimentateur automoteur à niveau constant pour générateur de vapeur. Cet appareil, dit-il, n'a point d'organe délicat qui puisse occasionner des dérangements ; il donne, sans flotteur dans la chaudière, un niveau constant ou un niveau variable à volonté; il aspire l'eau froide dans un puits, et l'introduit ensuite quand elle a été chauffée à une température convenable, etc., etc. (Arts mécaniques.)

M. *Ponsard* (A.) adresse à la Société la description du procédé qu'il emploie pour produire la fonte sans haut fourneau. Dans un four chauffé par l'oxyde de carbone, il place une série de tubes verticaux de matière éminemment réfractaire, qui laissent entre eux un espace suffisant pour le passage de la flamme. Ces tubes, ouverts à l'air libre, à la partie supérieure, ont $0^{m},20$ de diamètre et 1^{m} de hauteur, et traversent la voûte du four en reposant, par leur extrémité inférieure, sur la sole, qui est sillonnée de rigoles aboutissant à un bassin central. Ils sont remplis de minerai mélangé avec environ 12 pour 100 de charbon, quantité convenable pour opérer la réduction de l'oxyde de fer et la carburation de la fonte. Au bout d'un temps convenable, on extrait du culot, par un trou de coulée, environ une tonne de fonte de qualité supérieure, et on recommence le chargement des tubes pour une seconde opération.

Le résultat d'une série d'opérations a appris que, pour une tonne de fonte, on consommait, tout compris, environ une tonne de houille, tandis que, avec les hauts fourneaux ordinaires, on emploie environ une tonne et demie de coke, qui correspond à deux tonnes et deux tiers de houille.

M. le *Président*, en faisant cette présentation, au nom de M. *Ponsard*, fait connaître les principes sur lesquels ce procédé est fondé et les avantages remarquables qui paraissent dériver de leur application. Il y a longtemps que M. *Dumas* a signalé la température élevée qu'on obtient par la combustion de l'oxyde de carbone, laquelle est presque égale à celle qu'on obtient en brûlant l'hydrogène. Les *fours Siemens* fournissent une application remarquable de ce principe, et M. *Ponsard*, en suivant cette méthode, devait arriver à des résultats importants. Son fourneau est peu étendu; il est facile à installer partout, sur la mine de fer elle-même, et peut être transporté, sans grands frais, en un autre lieu, quand le gîte de minerai en exploitation est épuisé ; il n'exige pas les capitaux considérables que réclame l'installation des hauts fourneaux; il n'a besoin d'aucun des accessoires indispensables des grandes usines anciennes : constructions dispendieuses, soufflerie, réchauffoirs d'air, moteurs, monte-charges, etc., etc. Il permet d'employer toute espèce de combustible pour la production de la chaleur, et son emploi aura pour résultat de faire revenir, avec économie pour la fabrication de la fonte, aux petites exploitations accessibles à tous et dis-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

séminées sur le sol de la France, de manière à éviter tous les inconvénients des grandes concentrations d'ouvriers.

Pour atteindre le but qu'il s'était proposé, M. *Ponsard* a fait de nombreux essais, des expériences variées et de grandes dépenses. La forme du four et ses dispositions ont exigé des tâtonnements multipliés ; les *creusets* ou *tubes* n'étaient jamais assez réfractaires ou étaient trop altérables par le minerai et par la fonte de fer. C'est en les imbibant de chlorure de calcium qu'on est parvenu à leur donner une consistance suffisante, etc., etc. Toutes ces tentatives sont d'un grand intérêt pour l'industrie, et M. le *Président* demande au comité de chimie de faire un examen attentif des études de M. *Ponsard* et un rapport détaillé sur les nouveaux procédés qu'il propose pour la fabrication de la fonte, procédés qui paraissent réunir des conditions sérieuses de réussite pour l'avenir.

M. *Breton-Laugier*, fabricant de vinaigre, rue d'Illiers, 27, à Orléans, présente à la Société, pour le concours sur la fabrication industrielle perfectionnée du vinaigre de vin, un mémoire contenant les résultats de ses expériences et l'exposé des méthodes qu'il a introduites dans sa fabrique.

M. le *Président*, en déposant ce mémoire sur le bureau, fait remarquer que le concours ouvert par la Société est clos depuis deux ans sans avoir produit aucun résultat. M. *Breton-Laugier* se présente donc trop tard pour ce concours. Cependant on doit se rappeler qu'il s'agissait d'appliquer en grand des principes scientifiques qui devaient apporter des modifications graves dans une grande industrie, et il n'est pas surprenant que cette application ait exigé un temps assez long pour être faite de manière à donner une grande quantité de produits fabriqués dans une usine montée sur une grande échelle.

Celle de M. *Breton-Laugier* paraît être dans ces conditions ; l'acidification du vin y est produite par les nouveaux procédés sur des quantités considérables de liquides, elle a lieu *sept fois plus vite* qu'avec les méthodes anciennes, et l'activité de cette combustion de l'alcool du vin est si intense, qu'il a été nécessaire de reconstruire l'usine entière pour parer aux inconvénients du défaut d'aérage et de l'élévation de la température.

Le but que se proposait la Société en mettant cette question au concours est donc atteint, et M. le *Président* propose au Conseil de renvoyer ce mémoire au comité des arts économiques et au comité d'agriculture pour en vérifier les résultats et pour examiner s'il ne conviendrait pas d'accorder à M. *Breton-Laugier* une récompense spéciale en remplacement du prix qu'il aurait pu obtenir si les délais fixés par la Société n'étaient pas expirés avant qu'il ait pu réaliser les résultats auxquels il est parvenu. (Cette proposition est approuvée, et ce mémoire est renvoyé aux comités des arts économiques et de l'agriculture.)

M. *Jourdan* (S.), professeur de métallurgie à l'École centrale des arts et manufac-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tures, écrit à la Société pour lui faire hommage de l'ouvrage qu'il vient de publier sur l'état de la sidérurgie en 1867. Le premier volume contient ce qui est spécial à la fabrication de la fonte. Dans cette publication, l'auteur a cherché à faire un tableau fidèle de l'état actuel de la fabrication du fer en France et à l'étranger; il a voulu principalement faire connaître aux ingénieurs et maîtres de forge français les ressources de tout genre dont disposent leurs concurrents étrangers. Ces renseignements sont malheureusement trop peu connus des intéressés, et les progrès obtenus à l'étranger restent souvent longtemps ignorés par les fabricants français.

M. le *Président*, qui fait la présentation de cet ouvrage, au nom de M. *Jourdan*, signale au Conseil la masse considérable de documents, en grande partie inédits, que contient ce travail important; documents recueillis à l'étranger, sur les lieux, ou dans des livres peu connus. Il invite le comité des arts chimiques à faire de cette communication l'objet d'un rapport qui puisse attirer l'attention des ingénieurs sur tout ce qu'elle contient de neuf et d'utile.

ÉLECTION D'UN MEMBRE ADJOINT AUX COMITÉS DES ARTS CHIMIQUES ET DE L'AGRICULTURE. — M. le *Président* annonce au Conseil qu'il va être procédé à la nomination d'un troisième membre adjoint dans le comité des arts chimiques.

Le scrutin secret donne pour résultat la nomination de M. *Bouis*.

Il est ensuite procédé de la même manière à la nomination d'un membre adjoint au comité d'agriculture.

M. le *Président* proclame le résultat du scrutin secret qui nomme M. *Porlier*.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Sauvetage en cas d'incendie.* — M. *Peligot* (Henri) présente, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur les moyens proposés par M. *Charrière* pour assurer le sauvetage des habitants des maisons incendiées.

Le comité des arts économiques propose de remercier M. *Charrière* de sa communication, d'insérer le rapport qui y est relatif dans le *Bulletin* de la Société, et d'ordonner que copie de ce rapport soit adressée à M. le *Ministre de l'intérieur* et à M. le *Ministre de l'instruction publique*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

M. *Victor Bois* présente, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur le four à briques et à chaux de M. *Hoffmann*.

Le comité des arts mécaniques propose 1° de remercier M. *Hoffmann* de sa communication; 2° de le féliciter des succès qu'il a obtenus; 3° de l'encourager à persévérer dans cette voie, en cherchant des applications nouvelles du principe fécond qu'il a employé; 4° d'ordonner l'insertion, dans le *Bulletin* de la Société, du rapport du comité avec les dessins représentant le four elliptique qui a été construit le plus récemment.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

M. *Bouilhet* lit, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur les procé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dés d'étamage galvanique de M. *Maistrasse-Dupré* et sur les applications qui en dérivent.

Le comité propose de remercier M. Maistrasse-Dupré de sa communication, d'insérer au *Bulletin* le rapport qui lui est relatif, et d'accorder à l'auteur un tirage à part de 100 exemplaires.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voir plus haut, p. 590.)

COMMUNICATIONS. — M. le *Président* donne communication à la Société des expériences qui ont été faites dernièrement, pour constater les résultats pratiques de l'application des procédés préconisés par M. *Pasteur* pour la conservation du vin par un chauffage à la température de 56 degrés environ. Après avoir fait connaître l'extension que prennent ces applications et l'importance que les procédés qu'elles emploient ont pour le commerce du vin en France, M. le *Président* énumère les diverses épreuves qui ont été faites pour constater l'efficacité de cette méthode. L'expérience la plus concluante est celle qui a été faite dernièrement sur des vins de qualité et de provenance très-diverses. Elle a été faite par des experts en vin avec toutes les précautions nécessaires pour qu'aucune erreur involontaire ne pût intervenir. Le résultat a été :

1° Que les vins de toute nature sont conservés d'une manière complète sans altération ;

2° Que les vins fins ne perdent rien de leur bouquet quand ils sont chauffés avec un soin suffisant et le plus possible à l'abri de l'air ;

3° Que ce bouquet paraît même se développer avec le temps d'une manière plus complète et plus régulière dans les vins soumis au procédé de conservation que dans les vins non chauffés;

4° Que le dépôt formé dans les bouteilles est adhérent et rend l'emploi du vin qui a subi cette préparation plus commode et meilleur que lorsque le vin est resté dans son état primitif.

VACANCES DU CONSEIL. — M. le *Président* annonce que les vacances de la Société s'ouvriront le 15 août courant et que la séance de rentrée aura lieu le 15 octobre prochain.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société par un scrutin du Conseil :

MM. *Joffroy* (Alexis), vice-président de la chambre des industries diverses de Paris; *Garcerie,* directeur des contributions indirectes de l'Isère ; *de Laurier,* ingénieur civil, à Paris; *Prillieux,* propriétaire-agriculteur, à Paris; *Valant,* ingénieur civil, à Paris ; *Michaud*, maître tanneur, à Autun.

Paris. — Imprimerie de madame veuve BOUCHARD-HUZARD, rue de l'Eperon, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A

Fig. 1.

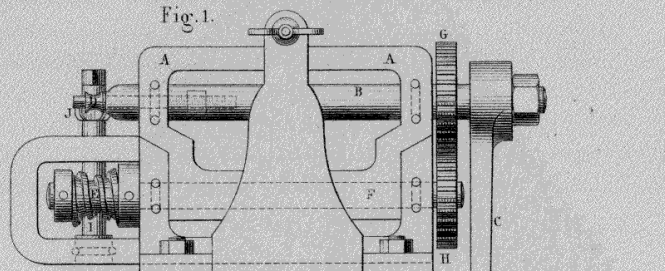
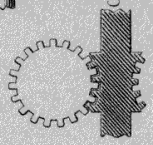


Fig. 2



B

Fig. 3.

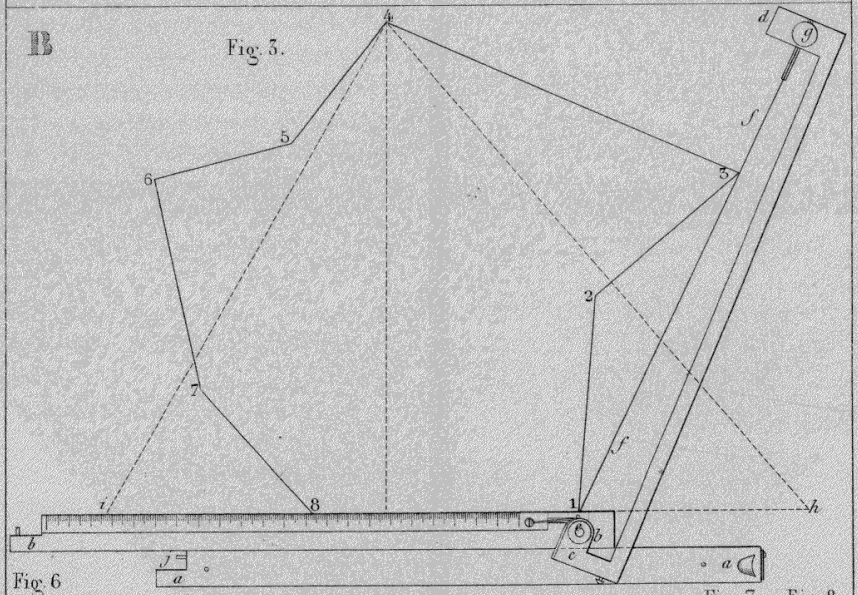


Fig. 6

Fig. 4

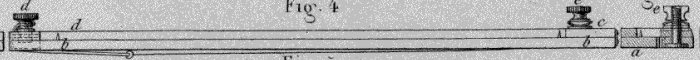
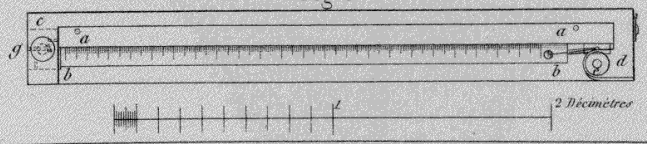


Fig. 7

Fig. 8

Fig. 5



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

A TOUR A FAIRE LES VIS SANS FIN A FILETS CONVERGENTS, PAR M. DELAITRE

B PLANIMÈTRE RÉDUCTEUR, PAR M. A. BUREL.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

Fig. 2.

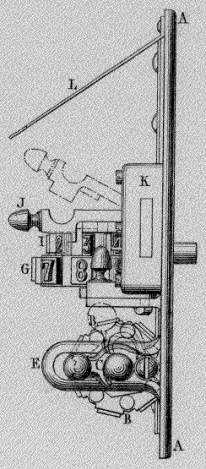


Fig. 3.

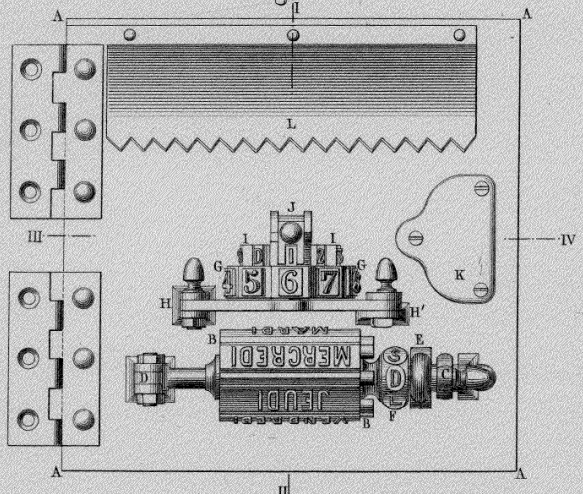


Fig. 4.

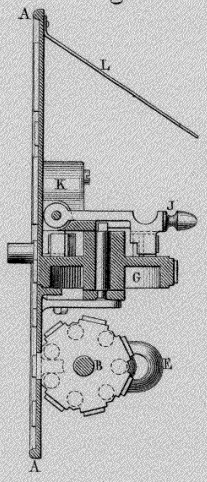
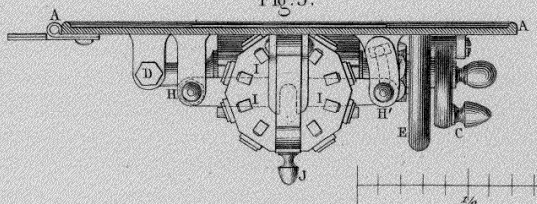


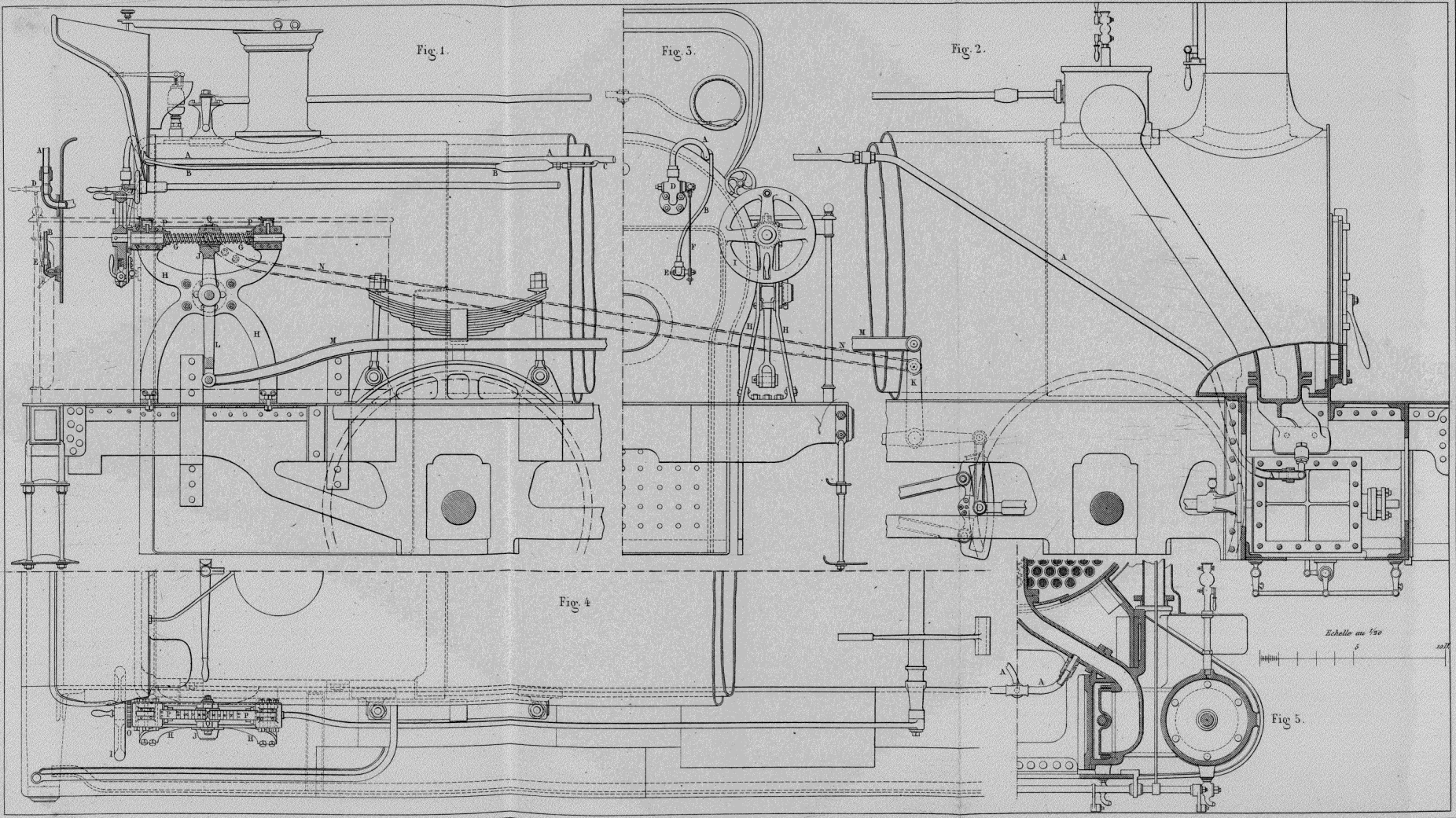
Fig. 5.



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

INDICATEUR PERPÉTUEL POUR BOITES AUX LETTRES, PAR M. ROLLET.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, rue de Lacépède, 38 Paris

Ad. Leblanc del. et sc.

APPLICATION DE L'APPAREIL DE CONTRE-VAPEUR SUR UNE LOCOMOTIVE DU CHEMIN DE FER DE L'EST.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

68e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XVI. — Novembre 1869.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. DUMÉRY, *au nom des comités des arts mécaniques et économiques, sur* L'APPLICATION DE LA SCIE A RUBAN AU SCIAGE DU BOIS A BRULER, *faite par* M. CAMBON, *rue Nollet*, 28, *à Batignolles-Paris.*

Messieurs, vous avez renvoyé à l'examen collectif de vos deux comités des arts mécaniques et des arts économiques l'application de la scie à ruban au sciage du bois à brûler, qui vous a été présentée par M. Cambon.

Jusqu'ici la scie à ruban, par la délicatesse de sa construction et par ses merveilleux résultats industriels, semblait exclusivement réservée aux ouvrages d'art et de précision; M. Cambon, prêtant à cette question un examen plus attentif, reconnut d'autres mérites à la scie à ruban, et vient d'agrandir le cercle de ses applications.

La scie circulaire, vous le savez, Messieurs, est de tous les appareils de sciage le plus simple et le plus rustique; il se compose d'un disque métallique garni de dents à sa circonférence, et solidement fixé à un arbre central. Un mouvement de rotation rapide étant imprimé à l'arbre et au disque, il suffit d'approcher de la circonférence du disque en mouvement la pièce à scier, pour que celle-ci soit pénétrée de toute la saillie du disque sur l'arbre. Mais, pour que cet appareil primitif puisse résister aux efforts qu'il a à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vaincre, il lui faut une grande épaisseur, et, par suite, une grande force motrice et une large voie.

La scie à ruban, au contraire, n'est autre qu'une courroie métallique, tendue et taillée sur champ. Travaillant tendue, elle peut être très-mince et enlever peu de matière, etc., etc.

Frappé de la différence d'action de chacune de ces deux scies; d'une part, de la différence énorme qui existe entre la matière enlevée par une scie circulaire, comparée au faible déchet produit par une scie à ruban, et, d'autre part, de l'impossibilité dans laquelle on se trouve de donner deux traits à la fois avec la scie circulaire, par suite du frottement énorme qui se produirait entre les deux disques, lorsque le déplacement de la pièce à couper n'aurait pas lieu parallèlement à elle-même, M. Cambon a fait à l'industrie du sciage du bois à brûler l'application de la scie à ruban.

Et, en effet, cette application devient très-naturelle, dès que l'on songe que la scie circulaire a besoin, à cause de sa structure et de son mode d'action, de posséder une épaisseur suffisante pour acquérir la rigidité qui lui est nécessaire, et qu'elle produit dans le bois une ouverture que l'on peut représenter par 12, alors que la lame de la scie à ruban produit une ouverture correspondant à 4, ce qui constitue une économie de 8/12 en appliquant les nouvelles scies que la pratique a fait adopter à M. Cambon, dans ses plus récentes applications.

C'est-à-dire que la scie circulaire produit une perte de 12 kilogrammes par 1000 kilogrammes de bois scié en deux traits, et que la perte par la scie à ruban ne représente, avec les dernières améliorations, que 4 kilogrammes par 1000 kilogrammes de bois scié dans les mêmes conditions, c'est-à-dire également en deux traits.

Dans cettte judicieuse et intelligente application, toutes les conditions théoriques sont d'accord avec les résultats :

La force motrice nécessaire pour une scie circulaire est de 1 ch. 50;

Pour une scie à ruban elle est également de 1 ch. 50;

Le bois scié par une scie circulaire est de 15 à 20 000 kilogrammes par jour de 10 heures;

Il est, pour la scierie à ruban, de 35 à 40 000 kilogrammes par jour;

Le nombre d'hommes nécessaire pour le service d'une scierie circulaire simple est de quatre;

Le nombre d'ouvriers exigé par une scierie à ruban est de cinq.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De tous les éléments qui précèdent, nous avons formé le tableau synoptique suivant, qui permettra de mieux apprécier les résultats comparatifs.

NATURE des SCIES.	BOIS scié en deux traits.	FORCE MOTRICE par		BOIS RÉDUIT en sciure			NOMBRE D'HOMMES employés		PRIX de la force motrice par 1000 kil. en comptant le cheval-vapeur à 4 fr.	TOTAL du prix de revient par 1 000 kil.
		lame de scie.	1000 kil. de bois scié.	par jour.	par 1000 kil.	par cheval.	par jour.	prix par 1000 kil.		
Circulaires.	20 000k	1ch,50 ou 4 032 000k	201 600k	240k	12k	180k	4 hommes ou 20 fr.	1f,00	0f,30	1f,30
A ruban. .	40 000k	3ch,60 ou 8,064 000k	201 600k	160k	4k	53k	5 hommes ou 25 fr.	0f,62	0f,30	0f,92

Le bois abattu par la scie et les différentes circonstances du travail expliquent cette différence de force motrice.

Le coût de l'installation d'une scie à ruban est de 4000 francs.

Le coût d'une scie circulaire est d'environ 1200 francs.

La différence en plus pour la scie à ruban est donc de 2 800 francs.

L'affûtage des scies revient à peu près au même prix, quoique différent dans sa durée. Ainsi, la scie circulaire n'exige qu'un affûtage quotidien, tandis que la scie à ruban demande à être rafraîchie deux fois par jour. Seulement, l'affûtage de la scie circulaire, exigeant une beaucoup plus grande précision que la scie à ruban, le coût et le temps absorbés restent les mêmes pour les deux natures de scies.

Le temps nécessaire pour l'enlèvement d'une lame, et son remplacement par une autre lame, est sensiblement le même pour les deux systèmes de scies; environ cinq minutes pour chacune d'elles.

Vous le voyez, Messieurs, ce que nous vous signalons confirme l'exactitude des vues de M. Cambon, et témoigne des bons résultats obtenus par sa très-logique application.

L'économie réalisée par M. Toufflin, des 8/12 des déchets retrouvés en bois vendable, est d'environ 5 000 francs par année.

L'économie réalisée sur la main-d'œuvre est d'à peu près autant; ce qui porte l'économie totale à 9 ou 10000 francs.

Plusieurs autres maisons font usage de la scie à ruban de M. Cambon ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Cambusat, rue Marbeuf;

M. Lévy, rue de la Roquette;

M. Dufour, rue de Lyon.

Malheureusement, dans le commerce du bois à brûler, il y a peu d'établissements assez puissants pour faire un usage constant d'une scie à ruban, et, après avoir pratiqué son ingénieuse installation dans les trois plus fortes maisons de bois de chauffage de Paris, M. Cambon a dû, dans l'intérêt de son application, prendre l'énergique résolution de faire construire un appareil portatif, actionné par une locomobile. Il fait transporter ces engins chez les propriétaires de chantiers, dans lesquels il effectue le sciage à forfait, avec une réduction de prix qui laisse un avantage très-appréciable à chacune des parties.

M. Cambon a donc, comme nous le disions en commençant, reculé les limites d'application de la scie à ruban; il a démontré la praticabilité rationnelle et avantageuse, dans les travaux les plus rustiques d'un instrument qui semblait ne devoir jamais franchir le seuil des ouvrages de précision; et, sous ce rapport, il a rendu un véritable service à tous les industriels qui, sous l'influence de cette opinion presque générale, avaient, en quelque sorte, proscrit la scie à ruban.

Nous venons, en conséquence, demander au Conseil, au nom de ses deux comités, d'adresser des remercîments à M. Cambon pour son intéressante communication et d'ordonner l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin* de la Société avec le dessin qui l'accompagne.

Signé DUMÉRY, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 14 mai 1869.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 427 REPRÉSENTANT L'APPLICATION, FAITE PAR M. CAMBON, DE LA SCIE A RUBAN AU SCIAGE DU BOIS A BRULER.

Fig. 1. Vue de face de la machine du côté où le bois à débiter est livré aux lames des scies.

Fig. 2. Section transversale faite entre les deux scies.

A A, A′ A′, scies à ruban.

B, B, B′, B′, poulies sur lesquelles s'enroulent respectivement les deux scies.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les poulies supérieures B, B′ sont munies, chacune, du système suivant destiné à permettre de donner à chaque lame la tension voulue.

C, traverse mobile dans le sens vertical, reliant les paliers de l'axe de la poulie B (fig. 2), et munie en son milieu d'un écrou traversé par la tige filetée D.

D, tige filetée, portant à son extrémité inférieure un petit volant se manœuvrant à la main, et qu'il suffit de tourner dans un sens ou dans l'autre pour relever ou abaisser la poulie B.

En outre, les poulies B, B sont munies d'un second système à l'aide duquel on éloigne ou rapproche à volonté l'une de l'autre les deux lames de scie, suivant la longueur à donner aux bûches.

E, E′, châssis portant les paliers, la traverse C et la tige D de la poulie supérieure B et disposé entre les traverses horizontales F, G du bâti, le long desquelles il peut glisser comme un chariot.

Les paliers de la poulie inférieure B sont également montés sur un petit chariot pouvant glisser sur les traverses H.

I, I′, vis motrices des écrous conducteurs des chariots des poulies B, B.

J, manivelle de commande du mouvement des chariots.

K, chaîne passant sur deux petites poulies et reliant les deux vis I, I′, de telle sorte que la manivelle J les commande en même temps.

L, tablier fixe, sur la pente duquel roule le bois après qu'il a été scié.

M, petit chariot mobile sur le tablier L, et sur lequel l'ouvrier place le bois à scier; il est denté sur ses deux rives transversales, de manière à permettre de donner à la pièce de bois une stabilité suffisante pendant le sciage.

N indique la courroie qui transmet le mouvement du moteur à la scie A′ A′, et O celle qui transmet le mouvement d'une scie à l'autre.

(M.)

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BAUDE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur une* CHAMBRIÈRE, AVEC CRIC DE HAUSSE, POUR VOITURES A DEUX ROUES, *présentée par* M. LOILIER, *chef du bureau des ateliers au chemin de fer du Nord.*

Messieurs, qui de nous n'a rencontré sur la voie publique l'un de ces vigoureux et courageux chevaux de limon, accablé sous le poids mal équilibré d'une charrette chargée de 3 ou 4 tonnes, les quatre jambes pliées sous le corps, meurtri, blessé, et faisant de vains efforts pour se relever à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'appel du charretier ou sous l'excitation de ses coups de fouet? Pour amoindrir le danger de ces chutes, on place quelquefois, sous la voiture, des chambrières ou bien le tuteur limonier de M. Mignard.

M. Loilier a pensé remplacer cette chambrière par un cric à crémaillère, qui a sans doute pour objet de venir en aide au cheval, ou aux assistants, pour relever la voiture dont les brancards ont sombré.

La crémaillère descend sous l'action des roues d'engrenage; son extrémité vient s'appuyer sur le sol, et elle soulève alors la voiture. L'extrémité supérieure du cric s'appuie sur une forte traverse en bois qui lui sert de culasse.

Comme détail, ajoute M. Loilier dans la description de son appareil, les engrenages destinés à faire mouvoir la crémaillère sont actionnés par une clef à cliquet s'emmanchant du haut dans le carré du pignon; à l'autre bout du cliquet est une douille creuse, dans laquelle on introduit une barre de fer rond aussi longue que l'exige le fonctionnement de l'appareil, et donnant le bras de levier nécessaire pour relever le fardeau.

Un rochet, comme dans tous les crics, arrête le mouvement des engrenages et empêche la crémaillère de remonter sous l'action de la charge.

Dès que la voiture est relevée, on remonte la crémaillère à l'aide d'un petite manivelle.

Telle est la description que donne M. Loilier; elle est, d'ailleurs, rendue parfaitement claire par le dessin qui l'accompagne.

Dans le système de M. Loilier, la chambrière à crémaillère ne prévient pas, mais elle soulage et vient en aide au cheval pour se relever ou pour redresser la charge.

Un appareil comme celui de M. Loilier a encore une certaine masse : il faut une très-forte contre-fiche pour maintenir la pièce de bois sur laquelle est appliquée la crémaillère. Ce que recherchent, en général, les charretiers ou les patrons qui les emploient, c'est la simplicité du véhicule; ce qu'ils évitent, c'est un appareil qui coûte de l'argent, qui augmente le poids mort uniquement en vue d'un accident qu'un peu de soin, un peu d'adresse doivent éviter. On compte sur soi-même peut-être à tort, et on se soucie peu d'un moyen de sécurité auquel on n'aura peut-être jamais recours, et qui veut être, d'ailleurs, entretenu, graissé, sous peine de ne pas fonctionner au moment désirable. Telle sera la cause, nous le craignons bien, du peu d'empressement que les entrepreneurs mettront à accueillir l'appareil de M. Loilier, bien que dans certains cas il puisse être très-utile.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'idée est simple, elle peut être appliquée, nous pensons qu'il est bon de la signaler. En conséquence, nous vous proposons de remercier M. Loilier de sa communication, et de faire insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société avec la planche qui l'accompagne.

Signé BAUDE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *novembre* 1868.

LÉGENDE RELATIVE A LA CHAMBRIÈRE, AVEC CRIC DE HAUSSE, DE M. LOILIER, REPRÉSENTÉE PLANCHE 428.

Fig. 1. Section longitudinale d'une voiture à deux roues munie de l'appareil de M. Loilier.

Fig. 2. Section transversale.

Fig. 3. Vue du cric et de la clef à cliquet.

A, chambrière placée sous l'avant de la voiture.

B, cric à crémaillère fixée sur la chambrière A.

C, C, tringles de consolidation du système.

D, carré du pignon moteur (fig. 1).

E, clef à cliquet se montant sur le carré D lorsqu'on veut abaisser la crémaillère pour relever la voiture (fig. 3).

F, manivelle pour remonter la crémaillère lorsqu'elle a fonctionné (fig. 1).

(M.)

COMITÉ D'AGRICULTURE.

RAPPORT *fait par* M. HUZARD, *au nom du comité d'agriculture, sur un* BRANCARD DE VOITURE A QUATRE ROUES ET A UN CHEVAL, *brancard se détachant automatiquement, présenté par* M. LAPRÉE, 60, *grande rue de Vaugirard, à Paris.*

Messieurs, le Conseil a renvoyé au comité d'agriculture l'examen d'un brancard de voiture à quatre roues, brancard dont les branches se séparent automatiquement lorsque, en les laissant tomber, elles rencontrent le sol. On les remet ensuite en place, avec un très-petit effort, en les repoussant horizontalement dans la cavité d'où elles sont sorties.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Avec ce brancard, lorsqu'on ne se sert plus de la voiture, on n'est pas forcé de relever les branches ou de les laisser traîner à terre, ce qui n'est pas sans inconvénient; on les détache, on les range; on les remet ensuite à volonté, c'est l'affaire d'un moment.

Le brancard a un autre avantage.

La ferrure rend douloureux les pieds de beaucoup de nos chevaux, ceux de devant surtout, et, par suite de cette douleur, les chutes sur les genoux sont fréquentes sur les chaussées pavées ou cailloutées; elles sont encore fréquentes chez les chevaux qui commencent à vieillir et à n'être plus aussi solides sur les extrémités antérieures.

Dans ces chutes, quand le bout des branches du brancard porte à terre, une de ces branches se rompt assez souvent, parce qu'elle ne peut se séparer du train; c'est une interruption du service de la voiture et une dépense. Pour les petits loueurs de voitures, qui n'ont quelquefois qu'un fiacre, le dommage est assez grand.

Le mécanisme, en permettant aux branches du brancard de se séparer du train lors de la chute du cheval sur les genoux, prévient la rupture; c'est donc encore un avantage.

Ce mécanisme se compose d'une espèce de crochet en fer qui s'enchâsse dans une gaîne aussi en fer, où il est retenu par un ressort d'acier. Lorsque le cheval s'abat et fait baisser le brancard, ou lorsqu'on baisse exprès le brancard jusqu'à terre, le ressort agit, il arrête l'effet de la charnière, le crochet se dégage et le brancard se sépare. J'ai dit que pour le remettre en place c'était l'affaire d'un moment.

J'ai vu un fiacre pourvu d'un brancard ainsi fait; en détachant de la dossière une des branches et en la laissant tomber (on ne pouvait faire choir le cheval), cette branche se séparait instantanément lorsqu'elle rencontrait le sol.

L'appareil fonctionnait bien; il n'est guère coûteux; il ne s'aperçoit que lorsqu'on le recherche. Il ne subit point de mouvements et son usure doit être nulle à peu près; il m'a paru solide. Son entretien consiste à y mettre de temps en temps un peu de suif.

L'appareil remplit le but de son auteur : il sert depuis le mois de janvier sur un fiacre, et le cocher m'a dit qu'il fonctionnait bien; les genoux du cheval semblaient témoigner qu'il n'avait pas manqué d'occasions de fonctionner.

Il laisse à désirer cependant sous un rapport : lorsque le cheval, sur un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

terrain glissant, s'abattra sur le côté, la rupture du brancard aura lieu comme à l'ordinaire, et, si le cheval s'abat dans une descente rapide, la voiture pourra rouler sur le cheval.

Sera-t-il accepté par les loueurs de voitures à un cheval et par les particuliers? Nous ne pouvons que le souhaiter pour l'inventeur (1).

Nous avons l'honneur de vous proposer de remercier M. Laprée de sa communication, d'insérer le présent rapport au *Bulletin*, avec un dessin du mécanisme, et d'en délivrer un tirage à part de 200 exemplaires à l'inventeur.

Signé HUZARD, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 8 *mai* 1868.

LÉGENDE DU SYSTÈME DE BRANCARD DE M. LAPRÉE, REPRÉSENTÉ PLANCHE 428.

Fig. 4. Section longitudinale partielle de l'un des bras du système de brancard, montrant le mécanisme qui réunit les deux parties de ce bras.

Fig. 5. Même section indiquant le mécanisme en fonction et les deux parties prêtes à se séparer.

Fig. 6. Vue de la partie qui se détache.

Fig. 7. Vue en dessus correspondante à la figure 4.

Chaque bras du brancard se compose de deux parties, dont l'une reste fixée à la dossière et dont l'autre peut se détacher.

Partie fixe. — G G H H′, boîte ou gaîne en fer, dans laquelle s'accroche la partie pouvant se détacher.

H H′, paroi inférieure de la boîte pouvant s'ouvrir d'une certaine quantité, en tournant autour de l'axe H′, et se terminant à l'extrémité opposée à cet axe par une double agrafe I.

J, fort ressort à boudin placé dans l'intérieur de la boîte, et tenant fermée la paroi H H′ tant qu'elle n'est pas sollicitée de s'ouvrir par un effort antagoniste.

K K′, levier courbe pouvant osciller d'une petite quantité en K′, et dont la tête en forme de patte K sort en dessous de la boîte; c'est la pression de ce levier, dans certaine position du brancard, qui détermine l'ouverture de la paroi H H′ de la boîte.

---

(1) Depuis la lecture de ce rapport, M. Laprée a appliqué son système à un grand nombre de voitures particulières.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Partie mobile. —L, fourche en fer dans laquelle s'assemble, au moyen de broches, la tige en bois M qui constitue le bras proprement dit du brancard.

N, tête à double encoche faisant corps avec la fourche L (fig. 6), et se logeant dans l'intérieur de la boîte de telle sorte que les agrafes I la saisissent à la manière d'un crochet.

O, broche retenant le bras du brancard à la dossière P et lui servant d'axe de rotation.

Lorsque, par exemple, le cheval vient à s'abattre, les deux bras de brancard tendent à prendre la position indiquée figure 5. Dans ce cas, pour chacun d'eux, le levier K K′, appuyant sa patte K sous la dossière qui l'empêche de se soulever, produit sur la paroi H H′ de la boîte un effort qui la fait ouvrir en tendant le ressort J. Les agrafes I sortent des encoches de la tête N et, dès lors, les parties mobiles du brancard se détachent.

(M.)

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. VICTOR BOIS, *au nom du comité des arts mécaniques, sur une* NOUVELLE FERMETURE APPLICABLE AUX SACS DES DÉPÊCHES, *présentée par* MM. DUVÉ *et* LEMAIRE, *boulevard de Vaugirard*, 121, *à Paris.*

Messieurs, le Service des postes en France, dont l'organisation est si digne d'éloges et qui est imitée par nos voisins dans la plupart de ses améliorations, est dans la nécessité de transporter des points de centre aux localités rayonnantes une grande quantité de lettres ayant plusieurs destinations, ce qui exige l'emploi de sacs, contenant les dépêches parties du bureau central et devant être portées aux bureaux divisionnaires, pour être ensuite distribuées aux bureaux de poste des localités. Ces sacs doivent être fermés et scellés de telle façon qu'il soit impossible de les ouvrir, ou du moins qu'on ne puisse pas les ouvrir sans laisser des traces ou de l'ouverture ou de la fracture.

Pour atteindre ce but plusieurs procédés ont été proposés et employés.

Pendant longtemps on s'est servi simplement d'une corde liant le col du sac, et dont les deux extrémités étaient retenues et scellées par un cachet à la résine ou à la cire coulée dans une sorte de boîte métallique. Ce procédé était long et surtout inefficace ; il a été remplacé, et le système le plus généralement adopté aujourd'hui est plus sûr que l'ancien.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il a le triple avantage 1° d'être beaucoup plus expéditif, 2° de permettre de fermer le sac et de le serrer au col sans l'entourer d'une corde, 3° de protéger le scellé en l'appliquant dans le creux d'une plaque cylindrique en métal où il ne peut être détérioré par les chocs du transport. Il importe, avant tout, de décrire ce système, que l'Administration des postes emploie aujourd'hui, avant de parler de la nouvelle fermeture proposée à l'examen de la Société.

Les sacs dont on se sert aujourd'hui, en cuir ou en toile, sont disposés de la manière suivante : le col du sac est plissé en plusieurs plis, il est ce qu'on appelle froncé, un pli à droite un pli à gauche se juxtaposant l'un sur l'autre de manière à rapprocher toutes les parties de la circonférence les unes sur les autres. Tous ces plis, percés d'un trou auprès de leur extrémité longitudinale, sont retenus par deux platines métalliques ménagées aux deux derniers plis. Une de ces platines porte un goujon fixe, qui passe par les trous ménagés dans les bords pliés du sac; tous les plis se trouvent ainsi enfilés l'un après l'autre sur ce goujon jusqu'à ce que le dernier pli portant la seconde platine fixe vienne serrer contre la première les bords pliés du sac. En cet état, le goujon, après avoir traversé tous les trous des plis et la deuxième platine, constitue le pêne ou l'arrêt d'un cadenas qu'on applique au moment de la fermeture. Mais comme il était impossible de songer à faire fonctionner ce cadenas à l'aide d'une clef qui pouvait être imitée, et comme il fallait surtout que l'ouverture du cadenas par effraction laissât une trace matérielle, on a imaginé d'employer un cadenas d'une forme particulière.

Ce petit appareil se compose : d'une pièce rectangulaire, en cuivre, munie, d'un côté, d'une encoche qui s'applique sur le goujon; de l'autre, d'une cavité circulaire dans laquelle se coule la résine formant cachet. Dans le fond de cette cavité et avant l'apposition du cachet, on passe, dans un trou ménagé à cet effet dans l'espèce de cadenas rectangulaire, une corde entrant dans l'épaisseur de la pièce et sortant par la partie supérieure, puis on fait repasser cette corde par un autre trou ménagé à l'autre extrémité de la pièce rectangulaire qui se trouve ainsi traversée de part en part par la corde tressée; le bout de cette corde est ramené ensuite dans la cavité où doit être apposée la cire. Une fois ce cachet apposé, on voit que la pièce rectangulaire faisant cadenas est reliée au sac invariablement au moyen du goujon, de la corde et du cachet, de sorte que pour l'ouvrir il faut nécessairement couper la corde; la fermeture est donc absolument assurée. Pour plus de sûreté, il y a, à l'intérieur, une pièce cylindrique à mordache dans laquelle passe la corde qui, une fois engagée, ne peut plus être retirée; cette pièce est composée

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une sorte de faisceau de dents courbes qui s'écartent pour laisser passer la corde, mais qui se referment sur elles-mêmes pour empêcher que la corde soit retirée en arrière.

Cette addition constitue une seconde fermeture, mais il est facile de constater journellement que les agents des postes, pressés de fermer les sacs, se contentent souvent de fixer à la cire une seule extrémité de la corde pour la rendre solidaire avec le cadenas et que, comptant sur ce que la corde passée dans le goujon du sac et dans le second trou du cadenas ne peut être retirée en arrière, ils se dispensent de sceller à la cire la seconde extrémité de la corde. Or, si on imagine qu'on puisse, à l'aide d'un instrument flexible, comme un bec de plume d'oie, écarter les dents qui pressent sur la corde, on conçoit qu'il soit possible de retirer cette corde dont l'extrémité n'est pas scellée, et alors le sac peut être ouvert sans fracture.

On voit donc que, dans ce cas, le but qu'on se propose n'est pas atteint; ensuite l'emploi de la corde tressée devient assez dispendieuse, puisque, devant être tranchée pour ouvrir le cadenas, elle ne peut servir qu'une fois; enfin, si on emploie exactement le système comme l'a conçu son inventeur, on perd beaucoup de temps, puisqu'on est dans l'obligation : 1° de faire passer cette corde tressée à travers la pièce restangulaire en cuivre faisant cadenas; 2° de la faire sortir par le haut de cette pièce; 3° de la faire rentrer par un autre trou pour la faire ressortir à l'autre extrémité; 4° de ramener le bout de cette corde dans la cavité, pour y apposer ensuite le cachet. Toutes ces manœuvres assez compliquées prennent un temps précieux au moment où les nécessités du service exigent une grande célérité. Le mieux serait sans doute qu'on pût apposer le cachet avant l'arrivée des dépêches et n'avoir plus, au moment de les expédier, qu'à perdre le moins de temps possible pour poser le cadenas sur le bout du goujon; mais nous venons de dire que, si on se contente de passer la corde tressée dans la pièce intérieure de sûreté, sans arrêter cette corde sur le cachet en apposant celui-ci à l'avance, la corde n'est plus retenue par les deux bouts, un seul est engagé sous le cachet, et, pour que la fermeture du sac soit assurée, il faut que la pièce intérieure dont nous avons parlé suffise pour retenir la corde tressée, ce qui est loin d'être infaillible.

MM. Duvé et Lemaire ont voulu obvier à tous ces inconvénients. Déjà, avant eux, un modeste inventeur, M. Boulanger, avait présenté un appareil analogue à notre Société et l'avait proposé, sans succès, à l'Administration des postes sans donner suite à son exploitation. Nous devons rendre ici pleine justice à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Boulanger, dont l'appareil obvie à la plupart des inconvénients que nous venons de signaler, bien qu'il se serve encore d'une ficelle, comme on s'en sert aujourd'hui.

MM. Duvé et Lemaire ont évité l'emploi de la corde tressée, et ils ont rendu toute fraude impossible; enfin ils ont évidemment économisé beaucoup de temps.

Leur sac est exactement le même que celui qu'on emploie dans l'Administration; un goujon traverse tous les plis comme dans le système actuel et leur appareil ne diffère de celui que nous venons de décrire que par la construction du cadenas; en outre, et c'est là le point important de leur système, toutes les préparations sont faites avant l'arrivée des dépêches; le cachet est apposé à l'avance, et la seule manœuvre consiste, au moment où le sac est rempli des dépêches, à réunir les bords du sac et à poser l'appareil sur le goujon fixe par une simple pression de la main, comme si on attachait une étiquette sur un sac.

Décrivons cet appareil;

MM. Duvé et Lemaire substituent à la corde tressée traversant le cadenas un fil de fer recuit, dont le prix est beaucoup moins élevé que celui de cette corde; une des extrémités de cette aiguille est tournée en spirale, c'est sur cette partie que s'applique le cachet en cire.

Pour ouvrir le sac, on tranche le fil de fer comme on tranche aujourd'hui la ficelle. Voyons maintenant comment fonctionne l'appareil :

Qu'on imagine une serrure à l'intérieur de laquelle il y a trois pièces principales :

1° Un loqueteau mobile, faisant verrou, et qui doit se placer dans l'encoche du goujon fixe du sac, lorsqu'on fait pression sur lui; 2° un ressort qui maintient ce loqueteau engagé dans l'encoche du goujon; 3° un coulisseau constamment en contact avec le loqueteau. C'est dans ce coulisseau, percé d'un trou d'un millimètre et demi, que passe l'aiguille dont la tête en spirale est scellée à la cire.

Tant que la broche est en place et est intacte, comme elle traverse le coulisseau, elle s'oppose complétement au mouvement de celui-ci, et l'ouverture est impossible; le ressort retient le loqueteau qui s'appuie contre le coulisseau, et nulle entreprise ne peut être faite sur la broche, sans qu'on s'en aperçoive, puisqu'elle est retenue d'un côté par le cachet, et que, de l'autre, elle est engagée dans le coulisseau et recourbée à angle droit à son extrémité. Cette

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

broche forme donc arrêt et empêche tout mouvement de translation du coulisseau et, par conséquent, tout déplacement du loqueteau. Les choses restent ainsi en place pendant tout le temps du transport; à l'arrivée, pour pouvoir ouvrir le sac, on tranche avec un couteau le fil de fer, comme on coupe la corde tressée dans le système actuel; le coulisseau est alors dégagé. Quand le bout de fil de fer est retiré, on fait mouvoir le coulisseau au moyen d'une patte de verrou; on fait ainsi pression, le ressort est comprimé et l'ouverture se fait facilement.

Cette disposition est ingénieuse et elle obvie aux inconvénients que nous avons signalés précédemment; en outre, MM. Duvé et Lemaire y ont encore ajouté une amélioration que nous considérons comme importante.

Ils ont pensé qu'on pourrait tenter de défaire le scellé de cire, de retirer l'aiguille par la tête, d'en remettre une nouvelle, de refaire le cachet de cire; en un mot, d'ouvrir et de refermer ainsi le sac sans qu'il reste des traces d'effraction.

Cette hypothèse est invraisemblable, puisqu'il faudrait pour cela se procurer le cachet de l'Administration. Cependant, pour aller au-devant de toutes les objections, et pour empêcher qu'on puisse retirer la broche ou l'aiguille de retenue sans fracture, ils emploient un rochet excentrique en acier muni de dents très-fines, au contact desquelles se trouve l'aiguille. Ces dents sont taillées de telle façon que, lorsque l'aiguille les rencontre au moment de son introduction, elle passe librement; mais si on veut la retirer, au lieu de la couper, les dents du rochet adhèrent au métal de l'aiguille et s'y incrustent de telle façon qu'on ne peut pas l'enlever.

Cette disposition rappelle, sous une autre forme, la disposition actuellement employée, dans laquelle la corde est retenue par des dents qui ne permettent pas non plus de la retirer par le côté où on l'a introduite dans le cadenas; il y a cependant cette différence que la corde peut être retirée en écartant les dents de serrage au moyen d'un cure-dents, tandis que l'aiguille ou broche ne peut être retirée de ses mâchoires de retenue sans être fracturée.

En résumé, la fermeture des sacs, présentée à l'examen de votre comité par MM. Duvé et Lemaire, réalise un progrès incontestable et, à ce titre, elle nous paraît de nature à recevoir la publicité du *Bulletin* de votre Société.

Signé Victor Bois, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 23 *juillet* 1869.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. CH. LABOULAYE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* TIRE-CARTOUCHE *présenté par* M. DEMONFAUCON, *route de la Révolte, 59, à Saint-Ouen (Seine).*

Messieurs, M. Demonfaucon a présenté à la Société d'encouragement un petit outil, destiné au service du fusil de chasse du système Lefaucheux, qui est bien combiné, simple, et enfin établi par l'auteur à un prix modique.

On sait qu'après avoir tiré un coup il faut extraire l'enveloppe de la cartouche restée dans le canon : si elle est entière, en tirant sur la broche; si le culot est décollé, en arrachant le cylindre de carton. On s'est servi jusqu'ici d'un petit crochet qui, agissant par traction brusque, arrache souvent le culot et raye le canon quand on arrache le carton.

Dans le système qui vous est soumis, et qu'un croquis fait comprendre de suite, la broche est prise dans un petit trou, et l'adhérence vaincue facilement par une traction de levier que permet l'appui d'un petit guide vertical sur l'extrémité du canon. Lorsque le culot est séparé du carton, celui-ci est arraché par l'action d'une vis conique qui vient le comprimer en agissant comme la vis d'un tire-bouchon.

Nous vous proposons, Messieurs, d'applaudir aux efforts d'un ouvrier intelligent, qui a su créer un outil utile, et d'insérer au *Bulletin* le présent rapport, avec un croquis du tire-cartouche de M. Demonfaucon.

Signé CH. LABOULAYE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 11 *décembre* 1868.

La figure ci-contre est une vue perspective du tire-cartouche de M. Demonfaucon, représenté dans le cas où on en fait usage pour arracher le cylindre de carton *a* de la cartouche. On voit que dans ce cas on n'a qu'à enfoncer, par rotation, dans le cylindre, l'extrémité inférieure *b* de l'instrument, qui porte un pas de vis extérieur; puis on opère la traction en passant le doigt dans l'anneau *c*.

Lorsque le culot n'est pas séparé du carton, on introduit la broche dans le petit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trou *d* placé au-dessus de l'anneau et, à l'aide des deux petits guides *e* qui appuient sur l'extrémité du canon, on se sert de l'instrument comme d'un levier.

(M.)

ARTS MÉCANIQUES.

NOTE SUR UN NOUVEAU SYSTÈME DE MACHINE A BROYER, IMAGINÉ PAR M. CARR.

(*Planche* 429.)

Depuis quelque temps, certaines grandes industries font usage d'nn nouveau système de machine à broyer inventé par un Américain, M. Carr, et dont les avantages, au point de vue de l'effet utile et de la simplicité de construction, nous engagent à la faire connaître aux lecteurs du *Bulletin*.

Cette machine, qui figurait à l'Exposition universelle de 1867 sous le titre de *Carr's patent desintegrator,* se compose essentiellement de quatre disques annulaires, de diamètres différents, réunis parallèlement deux à deux par des barreaux de fer horizontaux. Ces barreaux sont fixés perpendiculairement à la surface des disques tout autour de leur périphérie, de manière à former deux cages cylindriques à claire-voie qui sont placées l'une dans l'autre et ressemblent en quelque sorte à des cages d'écureuils.

Les deux cages sont traversées, à leur centre, par un arbre horizontal sur lequel est fixée la cage intérieure, tandis que la cage de plus grand diamètre est montée sur un manchon mobile que traverse l'arbre précédent.

L'arbre et le manchon tournent en sens inverse, et la disposition des disques est telle qu'on obtient un mouvement croisé par suite de la rotation des deux systèmes de barreaux.

Enfin une lame de fer très-solide, fixée au bâti de la machine au-dessous de l'arbre et parallèlement à sa direction, pénètre dans la cage intérieure, où elle joue le rôle d'un couteau chargé de briser les fragments trop volumineux.

La machine étant mise en mouvement, on introduit les matières à broyer dans la cage intérieure au moyen d'une trémie qui débouche dans sa partie centrale; là, elles rencontrent les barreaux qui sont animés d'une grande vitesse, et la force centrifuge, qui sert en quelque sorte de distributeur, chasse les fragments d'un barreau sur l'autre jusqu'à ce qu'ils sortent dans un état complet de pulvérisation. On obtient de cette manière une poussière plus ou moins fine suivant la vitesse avec laquelle on fait tourner l'appareil.

Les applications de cette machine, déjà très-nombreuses en Angleterre, com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mencent à se répandre en France (1), surtout dans l'industrie houillère, où la fabrication du coke et des agglomérés exige la pulvérisation des charbons qui doivent être débarrassés des parties schisteuses par le lavage.

La planche 429 représente le broyeur Carr.

Fig. 1. Section verticale perpendiculaire à l'axe de rotation de l'appareil.

Fig. 2. Autre section verticale passant par ce même axe.

A, A, bâtis de la machine.

B, B, disques extérieurs, réunis par des barreaux et formant la première cage.

C, C, disques intérieurs, également réunis par des barreaux, et formant la seconde cage.

D, couteau fixé à l'un des paliers du côté de l'entrée des matériaux.

E, arbre moteur de la cage intérieure tournant dans un sens.

F, manchon moteur de la cage extérieure, traversé par l'arbre E, et tournant dans l'autre sens.

G, poulie calée sur l'arbre E et lui transmettant le mouvement.

H, poulie motrice du manchon F.

Jusqu'ici cette machine a été construite suivant trois dimensions :

La première, de.	$0^m,90$	de diamètre.
La seconde, de.	$1^m,20$	—
La troisième, de.	$1^m,90$	—

Le premier modèle exige une force motrice de trois à cinq chevaux;

Le deuxième demande huit à dix chevaux pour une production de huit tonnes à l'heure;

Enfin le troisième peut pulvériser jusqu'à quarante tonnes à l'heure, suivant la force qu'on y applique, et qui varie de vingt-cinq à trente-cinq chevaux.

Nous ne parlons là, bien entendu, que de la pulvérisation de la houille; pour d'autres matières, comme certains minerais à gangue plus dure, le rendement sera un peu moindre, mais, eu égard à sa simplicité d'organes et à sa facilité d'installation, l'appareil Carr peut remplacer avantageusement le bocard ou les cylindres broyeurs.

Avec une vitesse de 300 à 350 tours à la minute, on obtient du charbon pulvérisé à la dimension d'une tête d'épingle. A 600 tours, on a obtenu, à Anzin, de la houille pulvérulente, devenant onctueuse au toucher, presque comme de la farine. Le but qu'on se propose de remplir doit indiquer la vitesse qu'il convient d'adopter.

---

(1) La compagnie des mines d'Anzin en possède plusieurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Par suite des nombreuses secousses auxquelles il est essentiel qu'elles résistent, les fondations sur lesquelles reposent les bâtis de la machine doivent être établies d'une manière très-solide; en outre, l'arbre moteur principal doit être parfaitement de niveau et bien régulièrement graissé. Enfin, pour éviter la poussière et les projections, les cages doivent être placées dans un espace fermé où tombent les produits du broyage.

(M.)

ARTS PHYSIQUES.

MÉMOIRE SUR LA DÉTENTE DES GAZ, PAR M. V. REGNAULT.

« Je réunis dans ce mémoire les nombreuses expériences que j'ai faites, dans une période de vingt ans, pour déterminer les pertes de chaleur qu'un gaz subit lorsqu'il se détend dans les conditions si diverses où ce phénomène se réalise dans la nature et dans les expériences de nos laboratoires. J'indiquerai brièvement l'idée qui m'a fait entreprendre ces recherches : le lecteur comprendra plus facilement ainsi les phases successives par lesquelles elles ont passé.

« Lorsque je commençais, en 1842, mes expériences pour déterminer la capacité calorifique des gaz, je croyais avoir trouvé une méthode sûre et facile pour déterminer, avec le même appareil, et sans pétition de principes :

« 1° La chaleur spécifique d'un gaz sous pression constante et à volume variable;

« 2° Sa chaleur spécifique sous volume constant, la pression variant de manière à laisser le volume constant.

« J'ai décrit, dans les *Mémoires de l'Académie,* t. XXXI, p. 58, les expériences que j'ai faites pour déterminer la chaleur spécifique d'un grand nombre de gaz et de vapeurs sous pression constante, mais avec variation de volume; je n'ai pas besoin d'y revenir. Je dirai seulement que, dans ces expériences, le gaz chaud traversait un calorimètre avec une vitesse constante et en conservant sensiblement la même pression. La chaleur qu'il abandonnait au calorimètre servait à calculer la capacité calorifique du gaz, entre les limites de température que le gaz avait atteintes. Dans cette manière d'opérer, il n'y a qu'une seule correction, extrêmement petite, à apporter; elle provient de ce que le gaz chaud arrive au calorimètre avec une vitesse moléculaire notablement plus grande que celle avec laquelle il en sort.

« Pour obtenir avec le même appareil la chaleur spécifique sous volume constant, je faisais arriver le gaz chaud dans le calorimètre avec un excès de pression tel que, le gaz se détendant ensuite dans ce calorimètre jusqu'à la pression barométrique ambiante, son volume restât constant malgré la variation de température.

« Avec les idées que j'avais alors sur la mécanique des gaz, et qui étaient d'ailleurs admises généralement par les physiciens, je croyais avoir réalisé ainsi les conditions

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans lesquelles on peut obtenir directement la chaleur spécifique d'un gaz sous volume constant.

« Je me proposais de faire ces nouvelles expériences, lorsque celles qui donnaient les chaleurs spécifiques sous pression constante seraient terminées. Mais ces dernières m'occupèrent pendant plusieurs années, et je me décidai, le 17 juillet 1848, à déposer, à l'Académie des sciences, un paquet cacheté qui contient la description complète de ma méthode pour déterminer successivement, avec le même appareil, la chaleur spécifique d'un gaz sous pression constante et celle de ce gaz sous volume constant. (*Comptes rendus*, t. XXVII, p. 77.)

« Quoi qu'il en soit, la première expérience que je fis ainsi, le 22 octobre 1849, me donna un résultat bien différent de celui que j'attendais : je trouvais *pour le gaz subissant la détente dans le calorimètre la même capacité calorifique que celle qu'il me donnait lorsqu'il traversait le calorimètre sans y subir de détente.*

« Pour rendre ce fait plus saillant, j'augmentais beaucoup la pression sous laquelle le gaz chaud arrive à l'orifice capillaire. Je reconnus alors que la chaleur, abandonnée par le gaz chaud lorsqu'il subit une forte détente dans le calorimètre, est même un peu plus grande que celle qui est donnée par le même gaz quand il traverse ce calorimètre en conservant sa force élastique.

« Ainsi, *dans les conditions où mes expériences étaient faites,* la chaleur spécifique du gaz sous volume constant est sensiblement égale à la chaleur spécifique de ce gaz sous pression constante. J'ai annoncé ce fait à l'Académie dans sa séance du 18 avril 1853. (Voyez *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* t. XXXVI, p. 680.)

« Je devais conclure également de mes expériences que, *si l'air comprimé arrive dans le calorimètre en équilibre de température avec lui, la détente doit se faire dans le calorimètre sans lui faire subir un changement sensible de température.*

« C'est, en effet, ce que je prouvais par un grand nombre d'expériences.

« En résumé, mes recherches me démontraient que, *lorsqu'un gaz se détend dans les conditions de mes expériences,* c'est-à-dire *lorsqu'il sort de l'appareil calorimétrique avec la totalité du mouvement que la détente lui a donnée, le phénomène calorifique est bien différent de celui qui a lieu pour le même gaz, lorsqu'il est contenu, à l'état de repos, dans un cylindre indéfini, et que l'on fait varier son volume en déplaçant un piston.*

« Aujourd'hui la théorie mécanique de la chaleur explique parfaitement ces différences ; elle montre qu'il ne suffit pas de considérer les densités initiale et finale du gaz, mais qu'il faut tenir compte des changements survenus dans le mouvement de translation du gaz, et même dans ses mouvements moléculaires.

« Il est facile de définir, *théoriquement,* un certain nombre de conditions dans lesquelles un gaz peut subir le même changement de densité et éprouver des variations

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

différentes de température. Mais il est beaucoup plus difficile, souvent même il est impossible, de réaliser ces conditions par l'expérience, *en conservant la simplicité de l'énoncé théorique*. Le plus souvent on fait naître des phénomènes secondaires, qu'on ne peut pas encore définir nettement aujourd'hui, et dont il est encore plus difficile de mesurer ou de calculer les effets.

« Je distinguerai, dans ce mémoire, deux espèces de détente, parce que j'ai dû employer, pour chacune d'elles, une méthode spéciale :

« 1° La détente simple, que j'appellerai *détente statique :* c'est celle que subit un gaz *en repos* quand, *à l'aide d'un travail extérieur,* on agrandit l'espace qu'il occupe, le gaz reprenant l'*état de repos* après la détente. La *même masse* de gaz est donc à l'état de repos dans le réservoir calorimétrique au commencement et à la fin de l'expérience.

« 2° La détente que j'appellerai *dynamique :* c'est lorsqu'un gaz, en repos ou en mouvement, se détend en traversant un orifice, et qu'il échappe ensuite aux appareils calorimétriques avec toute la vitesse acquise. La masse de gaz contenue dans le réservoir calorimétrique *n'est pas constante* pendant l'expérience ; une portion arrive ou échappe avec une vitesse variable, déterminée par l'excès variable de pression.

« Je commencerai par la détente dynamique, bien qu'elle soit la plus complexe ; mais c'est celle que j'ai étudiée d'abord, comme se présentant fréquemment dans toutes mes recherches sur les gaz. Les nombreuses expériences qui s'y rapportent doivent être divisées en deux parties :

« La première partie comprend celles dans lesquelles un gaz comprimé et en mouvement arrive dans le calorimètre et en sort avec son mouvement primitif modifié par l'effet de la détente. Le calorimètre contient donc, au commencement et à la fin de l'expérience, une même quantité, très-petite, de gaz ; sa température est modifiée *uniquement* par les effets calorifiques que subit le gaz qui le traverse.

« La seconde partie se rapporte aux expériences où la quantité totale du gaz est contenue dans un réservoir calorimétrique, soit au commencement, soit à la fin de l'expérience. Je distinguerai ici deux cas :

« *Premier cas.* — Le gaz comprimé est à l'état de repos dans le réservoir calorimétrique. On le laisse sortir en ouvrant un orifice plus ou moins capillaire ; il s'échappe dans l'atmosphère avec la vitesse variable produite par sa détente successive.

« *Second cas.* — Le réservoir calorimétrique contient le gaz en repos sous la pression de l'atmosphère extérieure. Le gaz comprimé dans un grand réservoir s'échappe par un orifice capillaire et se rend, à une température connue, dans le réservoir calorimétrique, dont il comprime successivement le gaz jusqu'à ce que la force élastique soit devenue la même dans les deux réservoirs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Détente dynamique. — Première partie.

I. — *Chaleur absorbée par l'expansion d'un gaz comprimé lorsqu'il traverse un petit orifice en mince paroi.* (Expériences de **1850** à **1854**.)

« Le gaz est comprimé dans un grand réservoir ; il traverse un long serpentin qui le maintient à une température constante jusqu'à l'orifice capillaire à travers lequel il se détend, pour se mettre en équilibre de force élastique avec l'atmosphère extérieure. Le changement de température qu'il subit ainsi est déterminé par la méthode calorimétrique. J'ai distingué deux cas :

« *Premier cas.* — Le gaz comprimé arrive à l'orifice capillaire avec une température très-peu différente de celle du calorimètre. Dans ce cas :

« L'air atmosphérique subit un abaissement de température qui s'élève à **0°,3176** pour une diminution de force élastique de **1** mètre de mercure ;

« Pour l'hydrogène, la variation de température est insensible ;

« Enfin, pour le gaz acide carbonique, l'abaissement de température est plus considérable que pour l'air atmosphérique, car il s'élève à **1°,640** pour une diminution de force élastique de **1** mètre de mercure.

« Ces effets sont dus à plusieurs causes agissant simultanément :

« **1°** Les gaz qui s'écartent de la loi de Mariotte dans le sens reconnu pour l'air et l'acide carbonique subissent un *excès de détente* qui donne lieu à un abaissement de température proportionnel à cet excès : l'hydrogène s'écartant de cette loi dans le sens opposé dégage probablement alors une petite quantité de chaleur.

« **2°** Les molécules gazeuses sont en repos dans le grand réservoir ; au passage de l'orifice capillaire, non-seulement elles se détendent et repoussent l'atmosphère extérieure en consommant le travail dépensé par le gaz tranquille du réservoir, mais elles prennent successivement une grande vitesse de translation, par suite une force vive qui est produite par leur propre chaleur et qui détermine un abaissement de température souvent plus grand que celui qui est dû à la première cause.

« **3°** A mesure que le gaz se détend dans le calorimètre, la vitesse de translation des molécules diminue, et il y a un dégagement de chaleur qui compense, en partie, le refroidissement dû à la seconde cause ; mais il ne peut pas y avoir compensation exacte, parce que le gaz sort toujours du calorimètre avec une grande vitesse.

« Pour l'air atmosphérique et surtout pour l'acide carbonique, la résultante est un refroidissement notable.

« Pour l'hydrogène, les trois causes agissent en sens contraire et se neutralisent, surtout à cause du poids atomique très-faible de ce gaz.

« *Second cas.* — Le gaz comprimé arrive à l'orifice avec une température beaucoup plus élevée que celle du calorimètre, de sorte qu'il y a non-seulement détente du gaz, mais encore refroidissement de ce gaz.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Ce second cas est plus complexe que le premier, parce qu'il comprend les effets calorifiques produits par les changements de vitesse moléculaire, les modifications qui surviennent dans la constitution du gaz par le changement de pression, et de plus celles qui proviennent du changement de température. J'ai été amené à considérer une *capacité calorifique spéciale* qui comprend l'ensemble de ces effets :

« Pour l'air cette capacité calorifique avec détente est sensiblement plus grande que la capacité calorifique de l'air sous pression constante;

« Pour l'hydrogène, elle est la même;

« Enfin, pour le gaz acide carbonique, elle est notablement plus petite que la capacité calorifique sous pression constante dans les hautes températures, et beaucoup plus grande dans les températures très-basses.

II. — *Expériences pour déterminer la chaleur que l'air atmosphérique absorbe quand il se détend depuis une haute pression jusqu'à la pression de l'atmosphère, non pas subitement, comme dans le chapitre précédent, mais successivement.* (Expériences de 1853.)

« Dans les expériences qui précèdent, l'air comprimé dans le réservoir se détend complétement au sortir d'un seul orifice situé à l'intérieur du calorimètre; le gaz détendu circule ensuite dans les boîtes superposées du calorimètre et se met en équilibre de température avec l'eau de ce calorimètre avant de se dégager dans l'atmosphère. J'ai cherché, dans les expériences que je vais décrire, à faire la détente en plusieurs périodes dans l'intérieur du calorimètre, afin de reconnaître si cette circonstance exerce une influence.

« Le calorimètre spécial que j'ai employé pour ces expériences, et que je nommerai *calorimètre à détentes successives,* se compose d'une série de tubes A, B, C, D..., en laiton, de 8 millimètres de diamètre intérieur, reliés les uns aux autres par des tubulures. Ces tubes, au nombre de douze, sont verticaux et forment une couronne circulaire à l'intérieur du vase calorimétrique.

« Le réservoir contenant le gaz comprimé communique avec un long serpentin, disposé dans une cuve pleine d'eau. L'extrémité de ce serpentin s'engage à frottement dans la tubulure du premier tube A; la jonction est rendue hermétique par un scellement au mastic.

« Lorsqu'on ouvre le robinet du grand réservoir, le gaz circule dans le serpentin de la cuve en conservant à peu près la même pression que dans le réservoir, mais en prenant la température de l'eau de la cuve. Cette pression se transmet de même dans le premier tube A du calorimètre; la détente ne commence qu'au sortir de l'orifice capillaire du premier tube A. Une seconde détente se fait au passage du gaz par le second orifice capillaire, de sorte que la force élastique du gaz est moindre dans le tube C que dans le tube B. Au sortir de chacun des tubes verticaux, il y a donc une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

détente jusqu'à ce que le gaz arrive au douzième et dernier tube, où il se met sensiblement en équilibre avec la pression de l'atmosphère.

« Les ouvertures capillaires, que le gaz traverse ainsi successivement, ont des diamètres de plus en plus grands à mesure qu'ils s'éloignent de l'orifice, afin que la valeur relative de la détente soit à peu près la même pour chaque orifice, malgré la variation successive que la pression éprouve dans chaque tube vertical.

« L'expérience se fait, d'ailleurs, exactement de la même manière que lorsqu'on employait le calorimètre à boîtes superposées, avec détente unique.

« Les expériences faites à l'aide du calorimètre à détentes successives ont donné les valeurs suivantes de y_1, c'est-à-dire de l'abaissement de température subi par le gaz pour une diminution de pression de 1 mètre de mercure.

Excès de pression moyen.	Poids de l'air écoulé par minute.	f_1	y_1
mm	gr	m	o
4780	34,5	1000	0,3590
6080	44,0	»	0,3290
7421	50,3	»	0,3580
6607	8,9	»	0,3781
6314	13,6	»	0,3621
5763	37,2	»	0,3426
		Moyenne de y_1 =	— 0,3548

« Les trois dernières expériences ont été faites à peu près sous la même pression, mais avec des vitesses d'écoulement très-différentes. Elles montrent que la valeur de y_1 est d'autant plus grande que la vitesse du gaz détendu est plus faible à la sortie du calorimètre ; j'en donne la raison dans mon mémoire.

« Pour que les résultats fussent rigoureusement comparables d'une expérience à l'autre il faudrait que la vitesse du gaz, à la sortie du calorimètre, fût toujours la même. Il serait surtout intéressant de disposer les appareils et de conduire les expériences de façon que les vitesses de transport des molécules du gaz détendu fussent les mêmes à la sortie du calorimètre que celles qui les animent quand elles arrivent avec la pression initiale dans le premier tube du calorimètre. Il suffirait, pour cela, que les sections fussent toujours en raison inverse des densités du gaz; mais je n'ai pas cherché à réaliser cette condition dans les expériences que je viens de décrire.

« Il y aurait également un grand intérêt à connaître la valeur de y_1 quand le gaz sort du calorimètre avec une vitesse infiniment petite : ce serait *la limite de y*. Il est évident qu'on n'y parviendra pas par la méthode calorimétrique seule, car on ne pourra pas réaliser les conditions du gaz prenant finalement l'état de repos, et restant constamment en équilibre de température avec le calorimètre. On ne pourrait l'obtenir qu'en déterminant très-exactement la température du gaz à la sortie du calorimètre et la vitesse du courant à l'endroit où est placé le réservoir du thermomètre qui donne

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cette température. On trouve dans mon mémoire beaucoup d'expériences dans lesquelles j'ai cherché à déterminer la température du gaz à sa sortie; mais cette détermination présente toujours des incertitudes.

III. — *Effets calorifiques produits par l'air qui se détend en traversant des tubes capillaires plus ou moins longs.* (Expériences de **1854**.)

« Dans ma première manière d'opérer l'air se détend subitement au sortir d'un seul orifice capillaire, percé en mince paroi. Dans la seconde, la détente se faisait, successivement, au passage de douze orifices en mince paroi, placés à distance égale l'un de l'autre. Dans la troisième méthode, que je vais décrire maintenant, j'ai voulu que la détente se fît d'une manière absolument continue, l'air traversant un tube capillaire de grande longueur. L'air arrivait à l'entrée de ce tube avec une pression très-peu différente de celle qu'il avait dans le grand réservoir, et au sortir de ce tube il rencontrait une pression très-peu différente de celle de l'atmosphère. Je voulais surtout reconnaître ainsi si le frottement de l'air sur une très-longue étendue de parois modifiait sensiblement les effets calorifiques produits par la simple détente du gaz.

« Le grand réservoir dans lequel l'air est comprimé communique hermétiquement avec l'extrémité d'un long serpentin en cuivre placé dans une cuve remplie d'eau à la température ambiante. L'autre extrémité de ce serpentin est soudée hermétiquement à l'origine du serpentin contenu dans le calorimètre.

« Le serpentin du calorimètre se compose de deux tubes de cuivre, tournés sur le même cylindre; chacun de ces tubes a **1** mètre **1/2** de longueur, leur section intérieure est de 6 millimètres. C'est entre ces deux bouts de serpentin que l'on intercale un tube capillaire d'argent, dont on varie le calibre intérieur et la longueur. Ce tube est tourné en spirale sur le même cylindre que les bouts de spirale en cuivre entre lesquels il est intercalé, et on l'y ajuste hermétiquement avec de la soudure à l'étain. L'eau du calorimètre et celle du bain, qui donne à l'air une température connue avant son entrée dans le serpentin du calorimètre, sont agitées d'un mouvement parfaitement uniforme. Les températures sont indiquées par des thermomètres portant vingt divisions par chaque degré centigrade, et qui ont été rigoureusement comparés entre eux aux températures mêmes qu'ils suivent dans les expériences.

« Lorsqu'on ouvre le robinet du réservoir à air comprimé, l'air traverse le serpentin de la cuve sans changer sensiblement de pression, mais en prenant la température de l'eau de cette cuve, et se rend, sans changer de pression, dans la première partie du serpentin en cuivre du calorimètre. La détente commence à l'entrée du serpentin étroit en argent, et, au sortir de ce tube capillaire, l'air s'écoule par la seconde partie du serpentin en cuivre, où il reprend la pression de l'atmosphère, et sort après avoir pris exactement la température de l'eau du calorimètre.

« Dans quatre séries d'expériences la longueur du fil capillaire a varié depuis $0^m,09$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jusqu'à $1^m,79$; les quantités de gaz écoulées par minute ont varié de $2^{gr},20$ à $13^{gr},5$, tandis que les valeurs de y sont restées à peu près les mêmes. Cependant, d'après les résultats de la quatrième série, on doit admettre qu'elles augmentent avec la vitesse d'écoulement, c'est-à-dire en sens inverse de la longueur du tube. On pourrait attribuer ce fait à de la chaleur dégagée par le frottement du gaz le long des parois ; mais il est plus probable qu'il provient de ce que le gaz conserve alors une plus grande vitesse à sa sortie du calorimètre, et qu'il emporte ainsi une plus grande quantité de chaleur à l'état de force vive.

« Dans trois nouvelles séries, les longueurs du tube capillaire ont varié de $0^m,07$ à $1^m,16$, les quantités de gaz écoulées par minute ont changé de 12 à 46 grammes, mais les valeurs de y n'ont subi que des variations très-petites : elles augmentent avec la vitesse d'écoulement plus régulièrement que dans le groupe des quatre premières séries. On arrive donc à la même conclusion.

« Dans d'autres expériences j'ai supprimé les deux bouts de tube de cuivre, de grand diamètre, entre lesquels le fil capillaire d'argent se trouvait intercalé, de sorte que l'air sortait directement du fil capillaire dans l'atmosphère.

« Les valeurs de y sont devenues alors, pour la même pression, beaucoup plus grandes que dans les séries précédentes, où la détente du gaz s'achevait complétement dans le calorimètre. Ainsi, le refroidissement est plus grand, quand le fil capillaire d'argent débouche directement hors du calorimètre dans l'air extérieur, que lorsque le gaz, au sortir du fil capillaire, peut se détendre complétement dans les boîtes du calorimètre et qu'il les traverse ensuite avec petite vitesse avant de s'échapper au dehors. Cela tient évidemment à ce que, dans le premier cas, les molécules gazeuses augmentent constamment de vitesse jusqu'à leur sortie du calorimètre, tandis que, dans le second cas, le gaz subit au contraire une perte considérable de force vive dans les boîtes du calorimètre, auxquelles il abandonne ainsi une quantité notable de chaleur, qui diminue d'autant le refroidissement observé.

« Ces dernières expériences montrent que le refroidissement se produit pendant la circulation et par la détente du gaz dans le tube capillaire d'argent, tandis que *la fin de la détente, au dehors, avec les modifications qui en sont la suite donne plutôt un dégagement de chaleur par suite de l'anéantissement de force vive*. J'ai voulu constater ce fait plus nettement par l'expérience, et j'ai eu recours à un appareil composé de deux calorimètres A et B. Le premier calorimètre A, de petite capacité, renferme le fil capillaire d'argent roulé en spirale : la première extrémité de ce fil s'engage dans le long serpentin en cuivre plongé dans l'eau de la grande cuve, et qui amène l'air comprimé du réservoir ; l'autre extrémité du fil d'argent s'engage dans la boîte inférieure du second calorimètre B, qui est semblable à ceux que j'ai employés pour déterminer la capacité calorifique des gaz sous la pression de l'atmosphère. Ce second calorimètre se termine par un tube par lequel le gaz se dégage. Ce dernier tube s'engage dans une tubulure plus large, dans laquelle on maintient un thermo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mètre très-sensible, et qui dirige, par une tubulure latérale, le gaz vers un compteur.

« Les expériences faites avec ce nouvel appareil ont conduit aux conclusions suivantes :

« 1° L'effet frigorifique de la détente se produit presque complétement dans le fil capillaire d'argent. Par suite de la grande conductibilité de l'argent et de la petitesse de la section intérieure du fil, le gaz sort du tube capillaire sensiblement en équilibre de température avec l'eau du premier calorimètre, mais avec une vitesse moléculaire beaucoup plus grande que celle qu'il avait à l'entrée.

« 2° Une nouvelle détente s'opère dans les boîtes superposées du second calorimètre; cette détente est beaucoup plus faible. Le petit abaissement de température qui en est probablement la suite est plus que compensé par la chaleur que le gaz abandonne en perdant la plus grande partie de sa force vive; de sorte que l'effet total consiste en un *échauffement notable* de ce calorimètre.

« 3° La détente est à peu près achevée au sortir du second calorimètre, mais le gaz conserve encore de la vitesse. S'il se rend dans un espace de plus grande section, sa vitesse de transport moléculaire diminue; il en résulte un dégagement de chaleur qui produit une élévation sensible de la température du gaz.

« 4° Pour avoir la quantité réelle de chaleur prise au milieu ambiant par le gaz qui se détend dans les conditions de l'expérience et sans changer de température, il faudrait que le gaz sortît du second calorimètre avec une force vive nulle, condition qu'il est impossible de réaliser pratiquement, ou bien avec une force vive égale à celle qu'il avait à l'entrée.

« A la suite de ces longues recherches, j'ai été amené à combiner un calorimètre unique, dans lequel se réalisent toutes les détentes qui se sont opérées successivement dans les deux calorimètres conjugués. J'ai adopté définitivement cette disposition pour l'air atmosphérique et pour tous les autres gaz, parce qu'elle me paraît réunir le plus de garanties d'exactitude. Je me suis attaché à définir le plus exactement possible les conditions dans lesquelles le gaz subit ses détentes successives.

« Des expériences nombreuses m'ont donné pour y_1 une valeur plus grande que celle que j'avais obtenue dans la détente de l'air par les orifices en mince paroi, savoir : $y_1 = -0°,3770$ pour une variation de pression de 1 mètre de mercure. C'est cette valeur que j'admets définitivement pour l'air atmosphérique, lorsque la détente se fait dans les conditions nettement définies de l'expérience.

« J'ai parlé précédemment des expériences que j'ai faites pour déterminer la chaleur absorbée par le gaz acide carbonique en mouvement, quand il se détend sans changer de température. Cette quantité de chaleur est beaucoup plus grande pour l'acide carbonique que pour l'air; de plus, elle paraît augmenter sensiblement avec la pression. Dans ces expériences, la pression absolue n'a pas dépassé $9^m,9$ de mercure.

« J'ai voulu opérer avec le nouvel appareil sous des pressions beaucoup plus élevées, notamment sous celles que l'acide carbonique gazeux conserve dans le réservoir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'appareil Thilorier, où on l'a liquéfié. J'ai disposé l'expérience de la manière suivante :

« Le réservoir de l'appareil Thilorier, contenant environ 4 kilogrammes d'acide carbonique liquide, est maintenu dans un grand baquet plein d'eau, à la température ambiante, qui le maintient à une température sensiblement constante. J'admets que la masse métallique de ce réservoir restitue incessamment la chaleur absorbée par la volatilisation de l'acide liquide. Un tube de cuivre, très-résistant, relie le serpentin de la grande cuve avec l'atmosphère d'acide carbonique gazeux du réservoir Thilorier. Le calorimètre est disposé exactement comme il l'était pour les expériences sur l'air atmosphérique ; il est muni des mêmes thermomètres. Une agitation continue et parfaitement régulière mélange les couches d'eau du calorimètre et celles du bain d'eau de la cuve qui contient le grand serpentin.

« L'appareil étant disposé, et l'agitation des bains se faisant depuis un quart d'heure, je fais l'observation des cinq minutes initiales, pendant lesquelles le calorimètre n'est soumis qu'aux causes perturbatrices extérieures; puis un aide ouvre brusquement le robinet du réservoir Thilorier. L'acide carbonique gazeux se précipite dans le serpentin de la cuve, où il établit la pression du réservoir, passe par le serpentin capillaire d'argent où il se détend, et il arrive dans les boîtes superposées du calorimètre avec un faible excès de pression sur l'atmosphère extérieure.

« Un manomètre à eau, communiquant par une tubulure avec la boîte à gaz supérieure du calorimètre, ne marque qu'un excès de pression de 50 millimètres, lequel correspond à $3^{mm},7$ de mercure. Ainsi le gaz ne conserve qu'un très-faible excès de pression à sa sortie du calorimètre.

« On fait durer l'écoulement quatre minutes; ce temps suffit au passage d'environ 120 litres de gaz carbonique. On ferme alors brusquement le robinet du réservoir Thilorier; on continue l'observation des thermomètres, minute par minute, jusqu'à la dixième minute. Enfin on suit les variations du thermomètre du calorimètre pendant les cinq minutes finales, où il n'est plus soumis qu'aux causes perturbatrices extérieures.

« Les plus grands soins doivent être apportés à la construction et à l'entretien des appareils, car ceux-ci doivent maintenir, sans la moindre perte, un gaz sous la pression de cinquante-cinq atmosphères environ.

« La force élastique de l'acide carbonique qui arrive au calorimètre est calculée d'après la température t de l'eau qui environne le réservoir Thilorier, et à l'aide de la formule que j'ai donnée (*Mémoires de l'Académie,* t. XXXI, p. 130). J'admets que cette force élastique se conserve depuis le réservoir jusqu'à l'arrivée du gaz à l'origine du serpentin capillaire en argent. Il est probable qu'elle s'affaiblit réellement un peu, mais la différence doit être très-petite, car la section du fil capillaire d'argent n'est que le millième de celle du gros serpentin de la cuve.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« L'acide carbonique dépensé pour chaque expérience est donné en volume par le compteur à gaz.

« En réunissant les résultats obtenus ainsi pour l'acide carbonique sous haute pression à ceux que j'avais obtenus précédemment sous des pressions moindres, j'ai formé le tableau suivant :

Excès de pression produisant l'écoulement.	Refroidissement subi par le gaz.	Valeur de y_1.
3354 mm	— 5°,434	— 1°,6190
7764	— 12,731	— 1,6396
38591	— 81,960	— 2,1238

« On voit que le refroidissement augmente plus rapidement que l'excès de pression qui produit l'écoulement.

« Le refroidissement considérable que le gaz acide carbonique subit par sa détente, lorsqu'il conserve la force vive acquise, explique plusieurs phénomènes que l'on observe sur l'acide carbonique liquéfié dans l'appareil Thilorier. Ainsi, quand l'acide liquide s'échappe du réservoir par un orifice étroit et qu'on le reçoit dans un récipient de peu de masse et ouvert, une grande partie du liquide se congèle en une masse neigeuse qui remplit tout le récipient. On attribue ordinairement cet effet à la chaleur absorbée par l'acide carbonique qui prend l'état gazeux; cette chaleur lui serait donnée par l'acide carbonique resté liquide, dont la température s'abaisserait au-dessous de son point de congélation. Si cette explication était la véritable, l'acide solide devrait se présenter sous forme d'une masse continue, appliquée contre les parois du récipient, et non en une masse neigeuse qui le remplit complétement. La vaporisation du liquide donne certainement un gaz dont la température est très-basse, mais la détente subséquente de ce gaz abaisse encore beaucoup sa température, de sorte que c'est réellement l'acide carbonique gazeux formé qui se congèle, et non l'acide resté liquide.

« Lorsqu'on laisse échapper du réservoir, par un orifice capillaire, l'acide gazeux qui forme atmosphère au-dessus de l'acide liquide, on reconnaît que l'orifice se bouche fréquemment par de petits cristaux d'acide solide. C'est encore le froid produit par la détente qui produit ces congélations momentanées.

« En résumé, mes expériences avec les tubes capillaires en argent prouvent que, lorsqu'un gaz coule, même avec une très-grande vitesse, suivant des parois très-étendues, il n'y a pas de dégagement sensible de chaleur que l'on puisse attribuer au frottement des molécules gazeuses sur ces parois.

« Cette conclusion est en opposition avec les idées généralement admises, et l'on peut citer beaucoup de faits qui semblent la contredire. J'indiquerai les plus importants.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Un projectile qui traverse l'air avec une grande vitesse s'échauffe beaucoup. On attribue ce fait à la chaleur qui serait dégagée par le frottement du projectile contre les molécules de l'air qu'il traverse.

« Les bolides traversent notre atmosphère avec une extrême vitesse; ils s'échauffent ainsi jusqu'à devenir incandescents, jusqu'à fondre complétement, ou seulement à leur surface. On attribue encore ce fait à la chaleur dégagée par la friction contre les molécules gazeuses.

« Je crois que, dans les deux cas, le dégagement de chaleur provient d'une autre cause, et qu'il est dû uniquement *à la chaleur dégagée par la compression de l'air*.

« Lorsqu'un mobile traverse l'air avec une vitesse plus grande que celle du son, l'élasticité de l'air est annulée dans ses effets, et la compression produite par le mobile n'a pas le temps de gagner les couches contiguës avant que celles-ci soient comprimées à leur tour par le mobile. Par suite de cette inertie, l'air se trouve comprimé comme il le serait dans un briquet à air. La chaleur provenant de cette compression passera, en grande partie, dans le mobile, dont elle élèvera la température. Le mobile ne sera, d'ailleurs, pas influencé par la détente de l'air qui produit du froid, car cette détente ne se fera que quand il aura passé. Ainsi, suivant moi, le mobile, marchant avec la même vitesse, recueillera toujours la chaleur qu'il dégage en comprimant l'air, et il ne subira pas le refroidissement produit par la détente subséquente des couches d'air qu'il vient de traverser.

« Il est évident, d'ailleurs, que la compression de l'air sera d'autant plus énergique que le mobile sera doué d'une plus grande vitesse; la température du mobile s'élèvera donc successivement jusqu'à ce qu'elle soit égale à celle que prend une couche d'air qui subit instantanément la même compression dans le briquet à air. On s'explique ainsi très-bien la très-haute température que prend un bolide qui traverse notre atmosphère avec une vitesse beaucoup plus considérable que la vitesse de propagation du son.

« Un échauffement du même genre, mais plus faible, se produira pour un mobile qui traversera l'air avec une vitesse moindre que celle du son. Dans ce cas encore, le mobile sera plus influencé par la chaleur dégagée par la compression qu'il ne le sera par la chaleur absorbée par la détente. Les deux effets se compenseront sensiblement quand le mobile aura une très-faible vitesse.

« Selon moi, il n'y a de chaleur dégagée par le frottement de deux corps que lorsque les molécules de l'un d'eux au moins ne sont pas absolument libres, c'est-à-dire quand elles sont sous l'influence d'une force quelconque d'agrégation. D'après nos observations, cette liberté absolue n'existerait réellement que dans les fluides immatériels, tels que l'éther, qui transmet les vibrations lumineuses. Elle n'est pas parfaite dans nos gaz, et, par cela seul, le mouvement d'un gaz le long d'une paroi solide doit dégager une certaine quantité de chaleur qui résulte uniquement de la transforma-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion en chaleur de la perte de force vive subie par les molécules pour vaincre leurs résistances intérieures. Mes expériences prouvent que cette quantité de chaleur est si petite pour l'air atmosphérique, qu'elle échappe à nos moyens d'observation.

« Les liquides présentent tous plus ou moins de viscosité, ce qui prouve que leurs molécules ne possèdent pas une mobilité parfaite. Le passage d'un liquide à travers un tube doit donc dégager une quantité sensible de chaleur par le frottement, et cette quantité doit varier pour les divers liquides. J'ai fait, à plusieurs reprises, des expériences à ce sujet, mais elles ne sont pas encore assez complètes pour que je puisse les publier.

« Enfin, dans les corps solides, surtout dans ceux qui jouissent d'une grande dureté, les molécules ont très-peu de mobilité; le frottement de ces corps les uns sur les autres peut donc produire un dégagement considérable de chaleur, même quand il n'y a pas désagrégation. En tous cas, la chaleur dégagée provient de la transformation d'un mouvement extérieur sensible en un mouvement vibratoire moléculaire autour de la position d'équilibre, qui ne se manifeste que par ses effets calorifiques; de sorte que le dégagement de chaleur par le frottement correspond toujours à une perte de force vive.

« La théorie mathématique suppose que les corps jouissent d'une élasticité parfaite : on l'admet implicitement dans l'établissement des équations primordiales. On suppose, en outre, que le mouvement ne peut pas changer de nature, ni se communiquer à d'autres milieux. Enfin on ne tient pas compte de la matérialité des corps, car on ne tient compte nulle part des modifications que la pesanteur introduit dans les mouvements moléculaires. Pour l'éther, on n'a pas à s'occuper de la pesanteur; mais on reconnaît la modification que l'élasticité de l'éther subit dans les corps matériels transparents, parce qu'il est nécessaire de l'admettre pour expliquer la réfraction.

« D'après cela, les lois déduites de la théorie mathématique de l'élasticité ne doivent se vérifier absolument que pour les milieux qui jouissent de l'élasticité parfaite, et nous ne reconnaissons cette perfection que dans l'éther qui transmet les vibrations lumineuses. L'expérience nous montre que la vitesse de propagation dans l'éther est excessive relativement à celle que nous trouvons dans les corps matériels. Ne peut-on pas en conclure que, dans un milieu qui jouirait de l'élasticité absolument parfaite, la vitesse de propagation serait *infinie?* D'après cela, l'éther approcherait seulement beaucoup de cette perfection; il lui resterait encore de la matérialité qui le laisse sous l'influence des corps matériels, et par suite de laquelle il pourrait offrir une résistance sensible au mouvement des astres qui le traversent.

« Quoi qu'il en soit, je pense que le degré de perfection élastique d'un corps peut s'apprécier par la vitesse avec laquelle il transmet un ébranlement. La vitesse de propagation est plus grande dans les solides que dans les liquides; elle est plus grande dans les liquides que dans les gaz. D'après cela, les gaz doivent s'écarter plus des lois

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mathématiques de l'élasticité que les liquides et que les solides ; c'est, en effet, ce que l'expérience démontre.

IV. — *Détermination des quantités de chaleur absorbées par un gaz en mouvement qui subit des variations brusques ou successives de densité, par l'observation des températures qu'il possède dans les différents points de son parcours.*

« S'il était possible de déterminer simultanément la température et la force élastique dans les différentes parties d'un courant gazeux, quand celui-ci subit des modifications brusques ou successives dans sa densité, on aurait un moyen simple pour déterminer les quantités de chaleur qui sont perdues ou gagnées dans les diverses parties de son parcours. Mon mémoire contient un très-grand nombre d'expériences faites dans cette direction.

« J'ai employé successivement les thermomètres à mercure, les thermomètres à air et les éléments thermo-électriques. La détente se faisait tantôt par un orifice en mince paroi, tantôt par un tube capillaire, tantôt enfin par des parois poreuses. Il m'est impossible de rendre compte de ces expériences en restant dans les limites que je suis obligé de m'imposer dans cet extrait.

« Un grand réservoir renferme de l'air sous une pression de 8 mètres de mercure, que l'on maintient sensiblement constante. Il est renfermé, comme à l'ordinaire, dans une grande cuve pleine d'eau dont la température reste invariable pendant la durée d'une expérience. Le réservoir communique avec un serpentin placé dans la même cuve, qui a un développement de 12 mètres et une section intérieure de 20 millimètres.

« Le serpentin sort latéralement de la grande cuve et il se termine immédiatement après sa sortie ; son extrémité est fermée par une plaque métallique, au centre de laquelle on perce une ouverture plus ou moins étroite. Un tube de laiton mince, et d'une longueur variable, s'ajuste à frottement sur l'extrémité saillante du serpentin.

« La température de l'air, après la sortie de l'orifice capillaire, est déterminée par un thermomètre à mercure, dont on peut approcher le réservoir plus ou moins de l'orifice.

« Lorsque le réservoir du petit thermomètre est à 10 millimètres environ de l'orifice capillaire, il marque 1°,8 de moins que le thermomètre de la grande cuve. Si on l'éloigne successivement de l'orifice, la température de ce thermomètre s'élève assez rapidement, et la différence de température n'est plus que de quelques dixièmes de degré quand le réservoir du petit thermomètre approche de l'orifice du large tube terminal.

« Si, à partir de la distance de 10 millimètres où l'on avait une différence de température de 1°,8, on approche le réservoir du petit thermomètre, de plus en plus, de l'orifice, la différence de température, au lieu d'augmenter, diminue très-vivement ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

elle change même de signe quand on amène le réservoir du thermomètre presque en contact avec les parois de l'orifice.

« Ainsi, dans cette expérience, le petit thermomètre montre le plus grand refroidissement quand son réservoir est à 10 millimètres de l'orifice. Le refroidissement diminue à mesure qu'on éloigne le réservoir de l'orifice capillaire, parce que la vitesse du gaz diminue ; il diminue aussi, et très-rapidement, quand on approche le réservoir de l'orifice à partir des 10 millimètres. Enfin le refroidissement se change en un échauffement apparent, quand la boule approche de l'orifice jusqu'à le toucher.

« Ces résultats ne sont pas en désaccord avec ceux qui ont été observés par MM. Joule et Thomson dans des conditions analogues. Mais je les explique autrement, et je tire de mes expériences des conclusions très-différentes de celles que les physiciens anglais ont déduites des leurs.

« Les expériences de MM. Thomson et Joule sur le passage de l'air à travers un orifice en mince paroi ont donné des abaissements de température beaucoup plus considérables que ceux que j'ai obtenus dans des conditions analogues. Cela peut tenir en partie à ce que la vitesse d'écoulement était plus grande dans leurs expériences, mais surtout, je le pense, à ce fait, que, dans les expériences des physiciens anglais, l'air est comprimé directement par la pompe dans le long tube de section uniforme, où il circule rapidement jusqu'au petit orifice par lequel il se déverse dans l'atmosphère. Or je crois que, dans ce cas, la température est loin d'être égale dans les différentes parties du tuyau.

« L'air arrive très-échauffé par le jeu de la pompe : j'admets qu'il perd ce grand excès de chaleur dans le long parcours du double serpentin ; mais les couches d'air voisines de l'orifice fournissent directement le travail qui pousse le gaz en dehors, en perdant une certaine quantité de chaleur qu'elles n'ont pas le temps de reprendre aux nouvelles couches qui arrivent pour les remplacer. En un mot, je pense que l'on ne peut pas admettre, pour un gaz *naturel* en mouvement, les principes que l'on pose *théoriquement* pour le gaz idéal, lors même qu'ils seraient à peu près vrais pour le gaz naturel à l'état de repos. Quant à la force vive que les molécules prennent dans l'expansion, comme sa création n'a lieu qu'au passage de l'orifice, il est certain qu'elle ne se fait qu'aux dépens de la chaleur du gaz *sortant,* dont la température doit s'abaisser beaucoup par ce fait.

« J'ai souvent insisté, dans mes mémoires précédents, sur la lenteur avec laquelle l'air renfermé dans un réservoir métallique, entouré d'une grande masse d'eau, reprend la température de cette eau lorsqu'il s'est refroidi par la dilatation qu'il éprouve quand on en fait sortir une partie. Lorsque ce réservoir est cylindrique et que son diamètre n'est que de 20 centimètres, il faut dix à quinze minutes pour que le manomètre à air libre, qui communique avec ce réservoir, reprenne l'état stationnaire.

« MM. Joule et Thomson parlent d'un dégagement considérable de chaleur qu'ils ont observé lorsque l'air vient frotter contre un obstacle qui s'oppose à sa sortie, no-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tamment quand il frotte contre le réservoir d'un thermomètre, qui est maintenu dans un espace conique en gutta-percha, diminuant beaucoup la section restée libre au passage du gaz, etc., etc. Je n'ai jamais réussi à observer un phénomène semblable, et le fait me paraît en contradiction avec les expériences que j'ai faites avec les serpentins formés par les fils capillaires d'argent, où je n'ai jamais pu constater de chaleur dégagée par la friction.

« Dans mes expériences sur l'écoulement de l'air à travers un orifice en mince paroi, j'ai bien reconnu que le thermomètre montrait une élévation de température lorsque son réservoir est poussé presque au contact de l'orifice capillaire ; mais j'ai attribué ce fait à une déformation du réservoir, provenant des pressions inégales que le courant d'air lui imprime. L'expérience suivante démontre que cette explication est la véritable.

« J'ai vidé le mercure de mon thermomètre, et je l'ai remplacé par de l'alcool. L'instrument est devenu ainsi beaucoup plus sensible aux variations de température, à cause de la dilatabilité plus grande de l'alcool, mais les variations par la compression extérieure restent les mêmes. Eh bien ! le thermomètre ainsi modifié ne montra jamais une température plus élevée que celle de la cuve, lors même que je rapprochais le réservoir jusqu'au contact de l'orifice capillaire.

« Ces expériences me montraient, en outre, qu'on ne doit pas se servir de thermomètres à mercure pour déterminer les températures dans les courants gazeux rapides, et j'ai eu recours aux thermomètres à air, sur la marche desquels la compressibilité de l'enveloppe n'exerce pas une influence sensible.

« Or le premier fait que j'ai reconnu ainsi, c'est que, dans toutes les positions du thermomètre placé dans l'air détendu, ce thermomètre marque une température inférieure à celle qu'indique le thermomètre placé dans l'air comprimé. La différence de température est d'autant plus grande qu'on approche davantage le réservoir mobile de l'orifice capillaire : le maximum est atteint quand on presse ce réservoir contre cet orifice, les surfaces n'étant pas assez régulières pour opérer une fermeture complète.

« Ce dernier fait est en opposition complète avec les élévations de température signalées par MM. Thomson et Joule.

« Dans une seconde série d'expériences, j'ai donné au réservoir du thermomètre à air placé dans l'air détendu un plus grand diamètre, de façon qu'il entre à frottement doux dans le tube qui le maintient. Il reste alors un intervalle très-étroit entre ce réservoir et le tube qui l'entoure. J'espérais réaliser ainsi les conditions où les physiciens anglais ont reconnu une grande élévation de température.

« Or c'est précisément dans ces conditions que j'ai obtenu le plus de froid ; c'est alors aussi que la différence de température entre les deux thermomètres varie le moins avec la distance du réservoir à l'orifice. L'explication de ces faits me paraît très-simple ; avec la disposition actuelle, l'air subit deux détentes successives : la première, à la sortie de l'orifice capillaire ; la seconde, dans l'espace annulaire très-étroit,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais d'un grand diamètre, qui règne entre le réservoir du thermomètre et le tube qui l'enveloppe. Par le fait de cette seconde détente et de l'accroissement de force vive, il y a grand abaissement de température de l'air avant et autour du thermomètre de l'air détendu, et cela explique l'excès de froid indiqué par ce thermomètre.

« Dans mes expériences, la première détente était plus grande que la seconde, mais il eût été facile de réaliser l'inverse en augmentant la section de l'orifice capillaire.

« Les expériences que j'ai faites avec les éléments thermo-électriques m'ont conduit aux mêmes résultats ; de plus, elles m'ont permis de suivre beaucoup plus facilement les variations de température que subit le courant gazeux. Je n'en indiquerai que quelques-unes.

« La détente se fait dans un tube capillaire de verre, de 4 centimètres de long, terminé par un tube de verre de 30 millimètres de diamètre intérieur, dans lequel on dispose l'un des éléments, qu'on peut ainsi rapprocher plus ou moins de l'orifice capillaire, et même faire pénétrer la soudure dans cet orifice.

« 1° Les soudures thermo-électriques indiquent des différences de température de plus en plus faibles, à mesure qu'on éloigne l'une d'elles de l'orifice du tube capillaire ;

« 2° La plus grande différence de température se présente lorsque cette soudure pénètre à l'intérieur du tube capillaire, dont elle diminue ainsi notablement la section. Il est, d'ailleurs, évident que si l'on diminuait la section au delà d'une certaine limite, on diminuerait, au contraire, la différence de température, car, si l'orifice était entièrement bouché, les deux soudures prendraient la même température.

« Pour me rapprocher encore davantage des conditions dans lesquelles MM. Thomson et Joule ont observé une forte élévation de température, j'ai disposé l'expérience suivante.

« J'ajuste dans la tubulure du grand serpentin une rondelle épaisse en gutta-percha, percée en son centre d'une petite ouverture, surmontée d'un cône creux. L'élément thermo-électrique est scellé dans l'axe d'un cylindre de gutta-percha, terminé par un cône saillant, qui s'ajuste exactement dans le cône creux de la rondelle. La soudure de l'élément affleure au sommet du cône. Il est inutile de dire que la rondelle de gutta-percha est maintenue par une plaque de métal, à grande ouverture, qui l'empêche de se gondoler et même de se déchirer sous la pression de l'air comprimé.

« Nous voyons encore ici l'abaissement de température diminuer rapidement à mesure que la soudure s'éloigne de l'ouverture de la rondelle. Il augmente, au contraire, rapidement quand on presse sur son siége le cône qui enveloppe la soudure.

« C'est pour un certain rapprochement des deux cônes que l'on obtient le plus grand refroidissement. Quand on approche davantage, le refroidissement diminue ; il diminue encore lorsqu'on les éloigne l'un de l'autre. Mais, dans aucun cas, la différence de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

température ne s'est intervertie, comme cela arriverait s'il y avait un dégagement considérable de chaleur produit par le frottement de l'air contre les parois.

« Je ne parlerai pas ici des expériences que j'ai faites sur le passage de l'air à travers les parois poreuses : pour les faire comprendre, il faudrait décrire les appareils, donner les résultats numériques, et entrer dans des détails que l'étendue limitée de cet extrait ne comporte pas.

Détente dynamique. — Seconde partie.

« Dans la première partie de ce mémoire, j'ai cherché à déterminer les effets calorifiques produits par un gaz qui arrive dans un appareil calorimétrique avec une forte pression, qui s'y détend jusqu'à la pression atmosphérique extérieure, et en sort avec la température de ce calorimètre. Ainsi le gaz soumis à l'expérience ne fait que traverser le calorimètre dans les conditions que je viens d'indiquer, et aucune partie de ce gaz n'y reste. L'effet calorifique est produit principalement par les variations de force vive.

« Dans la seconde partie, le gaz soumis à l'expérience est primitivement contenu à l'état de repos dans le calorimètre, ou bien ce gaz arrive successivement dans ce calorimètre sous l'influence d'un excès de pression pour y séjourner en repos jusqu'à la fin de l'expérience. Ainsi on opère successivement par compression et par détente.

« Dans cette manière d'opérer la détente statique joue le rôle principal dans l'effet produit, mais la détente dynamique intervient dans des conditions semblables à celles qui sont réalisées dans les expériences de la première partie du mémoire. La méthode de Clément et Désormes, avec les modifications qu'elle a subies récemment de la part de beaucoup d'expérimentateurs, rentre dans le même cas. La différence essentielle dans ma manière d'opérer consiste en ce que les quantités de chaleur sont déterminées par la méthode calorimétrique, tandis que mes devanciers ont cherché les différences de température.

« Ces recherches occupent la plus grande partie de mon mémoire; je les ai reprises un grand nombre de fois en changeant la disposition des appareils qui exerce ici une très-grande influence. Il m'est impossible d'en donner une idée par un court extrait et sans figures à l'appui.

Détente statique.

« Dans la troisième partie de mon mémoire, j'ai cherché à réaliser expérimentalement les conditions de la détente statique des gaz, en mesurant simplement les changements de température produits. Je suis encore obligé de renvoyer à mon mémoire complet, qui paraîtra très-prochainement, car l'exposé seul de ma méthode exigerait des développements assez longs. »

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE.

DE LA POTASSE ET DE LA SOUDE DANS LES PLANTES ET DANS LES TERRES EN CULTURE, PAR M. PAYEN.

I.

« Le fait important de l'influence prépondérante de l'alcali végétal, la potasse, sur la soude pour le développement des plantes, est complétement mis hors de doute par les investigations de notre confrère M. Peligot.

« Mais doit-on admettre dès aujourd'hui ces deux conclusions générales : L'absence de la soude dans la plupart des plantes cultivées coïncidant avec l'absence du même alcali dans la plupart des terrains où ces plantes se développent (1)?

« Les résultats incontestables des expériences nombreuses exécutées dans de grandes industries agricoles et manufacturières ne s'accorderaient pas avec cette double conclusion.

« Depuis plus de quarante ans, dans toutes les terres où s'étendent chaque année davantage les vastes cultures de la betterave (en France, en Belgique, en Allemagne, en Pologne et en Russie), tous les ans d'énormes quantités de sels alcalins sont enlevées au sol, la plus grande partie n'y retournant pas, surtout lorsque ces composés de potasse et de soude extraits des mélasses distillées sont livrés au commerce. Et cependant, la terre et les betteraves en contiennent toujours.

« Existe-t-il même une seule terre cultivée qui soit exempte de ces composés dans la profondeur du sol et du sous-sol où pénètrent les radicelles des végétaux des récoltes annuelles?

« Plusieurs analyses minutieuses sembleraient l'indiquer. Mais une analyse directe pourrait être impuissante là où des betteraves semées dans le même terrain auraient pu puiser les sels alcalins favorables à leur végétation.

« Cette hypothèse est bien permise, car jusqu'à ce jour dans tous les terrains des différentes régions agricoles où la culture de la betterave s'est propagée, constamment les deux alcalis se sont rencontrés dans leurs tissus.

« Du moins est-on autorisé à dire que la meilleure analyse d'un sol arable recevrait une confirmation précieuse si les radicelles d'une plante avide de ces composés alcalins ne parvenaient à en extraire aucune quantité.

« En effet, il ne s'est rencontré jusqu'ici aucune terre cultivée où la betterave ensemencée n'ait puisé assez abondamment les deux bases alcalines, comme l'auraient pu

(1) Cette dernière conclusion est basée sur les analyses de M. de Gasparin fils.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faire, sans doute, les plantes à soude naturelle, qui croissent si bien sur les bords de la mer.

« Je me propose d'employer cette méthode simple et démonstrative de concentration dans les tissus végétaux à l'analyse des cendres elle-mêmes, sauf à saturer, par un acide affaibli, l'alcalinité trop forte de quelques-uns de ces produits de l'incinération et à y ajouter une substance azotée.

« Des quantités, même minimes, décelées ainsi dans les cendres du bois suffiraient peut-être à expliquer la présence de quelques centièmes de soude dans toutes les potasses provenant de l'incinération des arbres en Amérique, en Toscane, en Allemagne et en Russie, même dans les forêts éloignées des bords de la mer (1).

« Mais l'absence de la soude dans la plupart des plantes de grande culture laisserait encore plusieurs autres faits inexpliqués.

« Ces cultures auraient dû donner lieu à l'accumulation dans le sol des sels de soude qui journellement y arrivent par des voies diverses. En effet, dans beaucoup de fermes en France, et plus encore en Angleterre, comme chez les nourrisseurs à Paris, les animaux à l'engrais et les vaches laitières reçoivent des rations journalières dont le sel marin fait partie, et se trouve ainsi répandu avec leurs déjections, car d'énormes quantités d'azotate de soude sont employées tous les ans pour la fumure des terres.

« Sans doute, on pourrait admettre que les combinaisons sodées infiltrées dans le sol sont entraînées par les eaux souterraines, dont, dans d'autres occasions, M. Chevreul a démontré les utiles influences, mais il s'en faut bien que toutes les terres fertiles reposent sur un sous-sol très-perméable.

« Sans doute aussi, les grandes cultures de betteraves concourent de plus en plus de notre temps au dessalage des terres, et je ne saurais en disconvenir, car j'ai depuis très-longtemps signalé ce grand avantage de l'industrie saccharine, comme en d'autres temps j'avais constaté par des analyses comparées les aptitudes spéciales pour fixer le carbonate calcaire et d'autres sels, que possèdent différentes plantes aquatiques développées dans les mêmes eaux. Mais la grande culture des betteraves est relativement moderne en Europe, ainsi que les remarquables améliorations agricoles dues à la création des sucreries indigènes.

« On peut espérer que ces désaccords apparents seront éclaircis par des recherches nouvelles en diverses régions culturales, grâce aux travaux incessants des chimistes habiles qui dirigent les nombreux laboratoires des sucreries et des stations agricoles. »

II.

« Les questions complexes de l'absorption des composés dont le sodium fait partie,

(1) On sait que M. Cloëz a constaté la présence de la soude dans les cendres du blé, et que M. Corenwinder a trouvé dans la cendre des coques du fruit du bananier l'équivalent de 6,58 de carbonate de soude pour 100 de cendres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par le plus grand nombre des plantes de grande culture et de l'utilité de ces composés salins, ont un tel intérêt agricole, que l'Académie me permettra peut-être d'ajouter à mes précédentes observations quelques développements, et d'abord de compléter la citation d'une analyse due à l'un des correspondants régnicoles de notre Section, afin de montrer le but principal et la portée de cette analyse.

« M. Corenwinder, en publiant la composition de la cendre des cosses de bananes, il y a quelques années, et rectifiant ses premiers calculs (1), la représentait ainsi :

Carbonate de potasse.	47,98
Carbonate de soude.	6,58
Chlorure de potassium.	25,18
Sulfate de potasse, phosphate de soude, etc.	5,66
Charbon, chaux, silice, fer, phosphate terreux, etc.	14,60
	100,00

« La composition chimique de cette cendre, ajoutait-il, est digne d'attention : on « voit qu'elle est particulièrement riche en carbonate de potasse et chlorure de potas- « sium, deux sels ayant beaucoup de valeur dans le commerce, surtout le premier.

« On peut la considérer comme supérieure en qualité à celle que l'on extrait de la « mélasse des betteraves qui contient bien rarement autant de carbonate de potasse. »

« M. Boussingault, admettant, d'abord par analogie, que les terres arables recouvrent par la prairie les principes que l'exportation leur enlève, trouve de ce fait une démonstration complète dans les résultats de l'analyse des cendres du foin des prairies de Durrenbach, irriguées par la Sauer.

« Les analyses de ces cendres fournies par les récoltes de 1841 et 1842 ont donné, parmi les autres matières minérales, pour 100 de cendres : dans le premier cas, 12 millièmes, et dans le second cas, 23 millièmes de soude (*Économie rurale*, t. II, p. 224).

« Voulant ensuite apprécier les quantités de chlorure de sodium que renferment les fourrages, afin d'en tenir compte dans le dosage du sel à distribuer aux animaux des fermes, M. Boussingault fut conduit à déterminer la quantité de sel marin préexistante dans le fourrage consommé chaque jour par les animaux mis en observation. Le foin des prairies de Durrenbach laissa en moyenne 6 pour 100 de cendres, et dans ces cendres l'analyse indiqua 4,3 pour 100 de chlorure de sodium, dont, dit notre savant confrère, on trouve toujours dans les plantes fourragères une certaine proportion (2) :

(1) D'après une lettre que ce savant m'adressait le 14 octobre de l'année dernière.

(2) « Cette proportion est sujette à de grandes variations, dépendantes probablement de la constitution géologique du sol, de la nature des engrais et de la qualité des eaux d'irrigation..... On conçoit que le sel produise un effet très-favorable dans les localités où les fourrages n'en contiennent que peu ou point, et que cet effet soit bien moins prononcé là où les végétaux en sont plus abondamment pourvus. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

100 kilog. de foin récoltés en Alsace en contenaient 255 grammes, et 100 kilog. récoltés en Allemagne 402 grammes (1).

« Les fanes et pailles de légumineuses et de céréales d'Alsace et d'Allemagne ont fourni des doses variables de sel marin ; il ne s'en est pas trouvé dans les fruits des graminées, excepté dans l'avoine, tandis que les graines de légumineuses, de même que les tubercules de pommes de terre et de topinambours, les navets et les choux en étaient pourvus (2).

« Enfin Berthier, sans déterminer les proportions relatives de la potasse et de la soude dans les plantes, y avait reconnu la présence des deux bases alcalines. « La soude ne « se trouve qu'en très-petite quantité dans les plantes qui ne croissent pas à proximité « des eaux marines ou des sources salées. » (BERTHIER, *Mémoires de la Société centrale d'agriculture*, 1854.)

« En admettant toutefois les conclusions des nouvelles analyses, il resterait encore bien des doutes à éclaircir.

« Si les grains, la paille et les foins ne renfermaient pas de sels de soude en proportions appréciables, dans quels aliments les animaux herbivores qui ne reçoivent pas de rations de sel ni de betteraves trouveraient-ils les composés du sodium essentiels à leur organisme et indispensables à l'accomplissement normal de leurs fonctions digestives, composés dont on peut, d'ailleurs, reconnaître les éléments dans leurs urines ?

« Si l'on admet, ainsi que de Saussure l'a démontré, que les radicelles intactes absorbent les solutions étendues de chlorure de sodium et de sulfate de soude, soit isolément, soit mélangées à d'autres sels, comment expliquer l'absence des composés du sodium dans les tissus des végétaux lorsque les terres cultivées renferment ces substances salines ?

« A ce point de vue, il ne serait pas sans intérêt de rechercher la soude dans les sécrétions près de la superficie des plantes : ne se peut-il pas, en effet, que, durant le cours de la végétation, le sel marin ou le sodium engagé en d'autres combinaisons soit

---

(1) *Économie rurale*, t. II, p. 493 à 495.

(2) Ici les analyses de diverses plantes venues en Alsace et en Allemagne sont indiquées sans nom d'auteur ; toutefois, si elles ne sont en totalité ou partiellement dues à notre savant confrère, on doit croire qu'elles auront été choisies parmi celles qui ont paru assez dignes de confiance pour faire la base des importants calculs relatifs au dosage du sel marin dans les rations alimentaires des herbivores (p. 493 à 500).

On peut voir, p. 213 du même volume, les analyses, exécutées par M. Boussingault, des cendres de plantes récoltées à Bechelbronn : la soude y est dosée dans les cendres des betteraves, des navets, des pailles de froment et d'avoine, du trèfle et des pois ; les cendres de l'avoine, des haricots et des fèves ne contenaient pas de soude ; les cendres des pommes de terre, des topinambours et du froment en renfermaient des traces.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sécrété dans des tissus périphériques, de même que l'on a observé dans les feuilles des cinq familles de la classe des Urticées (1) des cellules spéciales agrandies sous la cuticule épidermique renfermer le carbonate de chaux en concrétions mamelonnées maintenues par un pédicelle de cellulose, et contenues elles-mêmes dans un léger tissu organique (2)? La solution sodée près de la périphérie ne serait-elle pas susceptible d'être partiellement enlevée par les eaux pluviales? Ce qui pourrait rendre incertaines les conclusions de l'analyse. Au surplus, je crois devoir ajouter que la méthode expérimentale employée par M. Isidore Pierre, et dont les résultats ont été publiés récemment (3), me semblerait de nature à résoudre la question de l'absorption, par les plantes cultivées, des matières minérales et de la soude en particulier. Cette méthode consiste à déterminer, pour plusieurs époques, les quantités que la plante absorbe des divers éléments qui la constituent.

« Or, à cinq époques des mois de mai, juin et juillet, les analyses comparées ont fait voir, en ce qui concerne le développement du blé (récoltes de **1862** et **1864**), qu'à la fin de la floraison la plante a complétement acquis les substances minérales qu'elle doit contenir plus tard.

« Chose digne de remarque, dans la même localité où des différences notables étaient constatées sous le rapport des quantités de sel marin contenues dans les deux terrains et leurs engrais, des différences du même ordre ont eu lieu dans la composition des deux récoltes correspondantes. Et, fait non moins digne d'attention, dans la deuxième série d'expériences, qui présenta un dosage de soude plus que double de la première (à partir des **22** et **29** juin, fin de la floraison, jusqu'aux **25** et **30** juillet, époques de la maturité), et malgré l'accroissement du poids total, les quantités de soude absorbées par les plantes n'ont plus augmenté; elles avaient même éprouvé une diminution notable au moment de la moisson.

« Si des faits semblables, également comparatifs, se trouvent vérifiés et reproduits en d'autres régions, tous les doutes seront levés sur cette question très-intéressante à divers points de vue.

« Depuis le jour (le mercredi **25** août) où la communication des observations qui précèdent eut lieu à la Société d'agriculture, notre savant confrère M. Peligot a bien

---

(1) Ces concrétions ne se sont pas rencontrées dans les feuilles de plusieurs ormes.

(2) Le carbonate de chaux sécrété par la végétation se retrouve encore dans la trame en cellulose des noyaux des fruits de toutes les espèces de Celtis. On a démontré, par ces divers exemples, une large exception à la règle, généralement admise jusqu'alors, qui faisait considérer les carbonates comme ne préexistant pas dans les plantes vivantes, mais comme étant toujours un produit de l'incinération des sels à base minérale et acide organique décomposés au feu. (T. VIII et IX du *Recueil des savants étrangers; Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 6 février **1854**, et *Précis de chimie industrielle*, 5e édit., t. II, p. 6, en note.)

(3) *Comptes rendus*, **28** juin **1869**, et *Journal d'agriculture pratique*, **20** août **1869**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

voulu me montrer les produits de ses nombreuses analyses, ainsi que les dispositions prises pour les déterminations nouvelles des sels alcalins.

« Réfléchissant aux conséquences de la méthode générale adoptée à cet égard, il m'a semblé que les désaccords entre les résultats indiquant l'absence de la soude dans la plupart des plantes cultivées et les faits constants des pratiques agricoles, ainsi qu'avec la théorie de l'alimentation des herbivores, ces désaccords, dis-je, pourraient être expliqués par les considérations suivantes. En soumettant à des lavages les parties aériennes des plantes avant de les incinérer, on est parvenu, sans doute, à éviter une cause d'erreur, c'est-à-dire de doser comme appartenant au végétal les substances salines déposées par les poussières atmosphériques et de nature à exercer une grande influence sur les résultats, surtout non loin des eaux de la mer.

« Mais on a dû entraîner aussi les substances salines normales puisées dans le sol ou les engrais et amenées à la superficie ou dans les tissus périphériques (1). Ces substances, en tout cas, appartenant à la végétation, jouent un rôle important, dont il faut tenir compte au point de vue de l'agriculture. Quant à la question purement scientifique, il faudrait, pour la résoudre, distinguer la dose de soude apportée par l'air en mouvement de la quantité introduite dans les plantes par le sol ou les engrais.

« Des cultures expérimentales mises à l'abri des poussières salines, ainsi que les analyses comparées des terres (cultivées loin de la mer), des engrais et des plantes aux différentes phases de leur végétation me sembleraient pouvoir conduire à la solution de ce problème. Quel que soit d'ailleurs le résultat définitivement acquis, il ne peut manquer d'offrir un grand intérêt au point de vue de l'économie rurale. »

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

GNOMONIQUE.

MÉTHODE IMAGINÉE PAR M. HENRI ROBERT POUR OBTENIR L'HEURE AVEC LA PLUS GRANDE PRÉCISION AU MOYEN DE SON ANNEAU ASTRONOMIQUE OU CERCLE ZÉNITHAL.

Le *Bulletin* a publié, il y a quelques années, un rapport fait, au nom des arts économiques, par M. le baron de Silvestre (2), sur un nouvel anneau astronomique ou cercle zénithal, imaginé par M. Henri Robert, ancien horloger de la Marine.

(1) On comprend, d'ailleurs, que ce lavage préalable puisse laisser, dans les tissus de certaines plantes abondantes en sels de soude, une partie de ces combinaisons sodées.

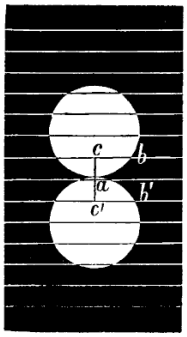
(2) Voir *Bulletin* de 1863, 2e série, t. X, p. 460.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cet anneau, destiné, dans le principe, à donner l'heure avec une approximation de dix à quinze secondes, plus que suffisante pour les besoins de l'horlogerie en général, est aujourd'hui, grâce à une méthode imaginée par l'auteur, devenu un instrument de précision donnant la mesure exacte du temps. En effet, les observateurs qui s'en servent obtiennent l'heure à moins de deux secondes près ; résultat bien remarquable lorsqu'on songe qu'il est dû à un instrument si simple et d'un maniement si facile.

Cette précision est due : 1° à un système d'objectif, formé de deux lentilles combinées donnant deux images du soleil tangentes l'une à l'autre; 2° à une méthode très-simple pour déterminer l'erreur de collimation de l'instrument.

En général, dans les passages du soleil, c'est de l'observation des deux bords de l'astre qu'on déduit l'instant du passage de son centre au fil d'une lunette. Or le cercle dont nous parlons, au lieu d'une seule image du soleil, en donne deux ; elles sont tangentes l'une à l'autre comme l'indique la figure ci-contre, qui représente à une échelle amplifiée une partie du limbe intérieur gradué de l'anneau, et la division sur laquelle vient se projeter le point de tangence a est celle qui exprime la hauteur de l'astre.



Cette disposition rend plus sensible le mouvement de l'image du soleil, parce que la distance que parcourt le point a sur la division s'apprécie mieux par les éléments de courbe ab, ab' que par les perpendiculaires ac, ac', nécessairement plus petites que les arcs de cercle correspondants. C'est exactement le même principe que celui qu'on emploie pour déterminer des parties proportionnelles dans les échelles géométriques. Ce système jouit, en outre, d'une propriété importante qu'on ne trouve pas dans l'observation du passage d'un bord de l'astre par un des fils d'une lunette ; ainsi, lorsque l'astre est sorti du fil, rien ne permet d'évaluer la distance qu'il a parcourue depuis qu'il l'a quitté, tandis que la nouvelle construction permet au contraire de l'apprécier.

Cette propriété double la sensibilité de l'observation. L'observateur note 1° l'instant auquel le point de contact des deux disques est tellement près de la division qu'il va bientôt la couvrir, 2° l'instant auquel le passage de l'astre est accompli ; la moyenne de ces deux observations est évidemment l'instant où le centre de l'astre était sur la division observée. Il résulte de là une détermination très-précise de l'instant auquel le soleil était à la hauteur lue sur le limbe de l'instrument.

L'art de faire des observations est porté si loin aujourd'hui, qu'il dépasse celui du constructeur, c'est-à-dire que l'observateur arrive à constater dans les instruments des imperfections inévitables; de là la nécessité de trouver des méthodes qui permettent de déterminer les erreurs de collimation, c'est-à-dire de déterminer de combien il faut augmenter ou diminuer les quantités données par les instruments pour avoir des résultats véritablement exacts.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La construction de l'anneau astronomique étant bien réglée, voici comment M. Robert détermine d'une manière rigoureuse l'erreur de collimation :

Supposons qu'on ait à sa disposition une pendule ou une montre marchant assez uniformément pour ne pas faire un écart d'une seconde en cinq heures, ce qu'on obtient facilement d'une bonne pendule de cheminée ordinaire. On fait une observation avec l'instrument vers dix heures du matin, et on calcule l'état de la pendule pour le moment de cette observation. Dans l'après-midi, lorsque le soleil est arrivé à la même hauteur, à peu près, on fait une nouvelle observation pour déterminer l'état de la pendule. Si l'instrument a donné la hauteur exacte, les deux états sont semblables ; si, au contraire, la hauteur observée n'était pas la véritable, les deux états seront différents et la demi-somme de ces deux quantités sera l'état exact de la pendule sur le temps vrai.

En effet, si l'instrument donne le soleil trop haut d'une minute d'arc, par exemple, l'angle horaire sera moindre de la quantité de temps que le soleil emploie à s'élever d'une minute d'arc, et la pendule sera en retard de cette quantité.

Le soir, si l'on observe encore le soleil à une minute d'arc plus haut qu'il ne devrait l'être, l'angle horaire sera moindre qu'il ne serait si le soleil avait été observé à sa véritable hauteur ; l'état de la pendule ne sera plus le même que le matin, elle semblera avancer.

Cette double expérience donne, ainsi que le démontre l'exemple suivant, la solution de deux problèmes : l'erreur de collimation de l'instrument et l'état de la pendule :

Méthode pratique pour vérifier le cercle zénithal et déterminer son erreur de collimation en même temps que l'état d'une pendule sur le temps moyen.

Supposons que, le 15 mai au matin, la pendule marquant. .		$9^h, 41', 10''$,	
le soleil a été observé (déduction faite de la réfraction), à. . .		$49°, 29', 11''$.	
L'angle horaire, calculé pour cette hauteur, est de.		$33°, 56', 0''$, soit	$2^h, 15', 44''$
L'heure du matin, en temps vrai, était (1).			$9^h, 44', 16''$
Le soir, à la même hauteur du soleil.		$49°, 29', 11''$,	
la pendule était à.			$2^h, 12', 46''$
et l'angle horaire trouvé par le soleil, de.		$34°, 0', 20''$, soit	$2^h, 16', 1''$
Depuis l'observation du matin.		$9^h, 41', 10''$,	
jusqu'à celle du soir.		$2^h, 12', 46''$,	
il s'est écoulé, d'après la pendule.			$4^h, 31', 36''$
L'angle horaire, avant midi, était de.	$33°, 56', 0''$	soit $2^h, 15', 44''$	$4^h, 31', 45''$
— après midi, de.	$34°, 0', 20''$	— $2^h, 16', 1''$	
		Différence. . . .	$0^h, 0', 9''$

(1) L'heure du matin = 12 h. — l'angle horaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On voit que la somme des angles horaires, calculée d'après les deux observations et réduite en même temps, est plus grande que la somme de temps écoulé d'après la pendule d'une quantité égale à $9''$. Le soleil a donc été observé à une hauteur moindre que la hauteur vraie d'une quantité exprimée en temps par la demi-différence $1/2 \times 9'' = 4'',5$ le matin et autant le soir.

D'autre part, plusieurs hauteurs prises au-dessus et au-dessous de $49°,30'$ ayant permis de reconnaître qu'un changement de hauteur de $10'$ ou $600''$ d'arc, dans les conditions de l'expérience, avait lieu en $75''$ de temps, il ne s'agit plus que de déterminer à quelle fraction x de degré répondent les $4'',5$ de temps représentant la quantité dont le soleil a été observé trop bas; cette fraction est donnée par la proportion suivante :

$$x = \frac{4,5 \times 600}{75} = 36''$$

L'instrument donnant donc le soleil trop bas de $36''$ d'arc, il faudra ajouter cette quantité à la hauteur observée pour avoir la hauteur exacte dans les observations qu'on fera postérieurement.

Pour déterminer maintenant, au moyen de ces deux observations, l'état de la pendule sur le temps moyen, voici comment on procédera :

On a vu plus haut que, d'après l'observation du matin, l'angle horaire était de $33°, 56', 0''$, soit.	$2^h, 15', 44''$
et l'heure vraie (sauf la rectification à faire pour l'équation de l'instrument). . .	$9^h, 44', 16''$
le soleil avançait de.	$0^h, 3', 54''$
Temps moyen calculé au moment de l'observation.	$9^h, 40', 22''$
Or la pendule donnait.	$9^h, 41', 10''$
L'état de la pendule était donc.	$+ 0^h, 0', 48''$
Lors de l'observation du soir, l'angle horaire était de $34°, 0', 20''$, soit.	$2^h, 16', 1''$
Le soleil avançait de.	$0^h, 3', 54''$
Le temps moyen, au moment de l'observation du soir, était de.	$2^h, 12', 7''$
Or la pendule donnait.	$2^h, 12', 46''$
L'état de la pendule était donc.	$+ 0^h, 0', 39''$

On a vu que, lorsque le soleil est trouvé plus bas qu'il n'est, la pendule paraît avancer le matin et retarder le soir (ou moins avancer si elle est en avance sur le temps moyen). Le véritable état de la pendule est donné par la demi-somme de ces deux états; on a donc $\frac{48'' + 39''}{2} = 43'',5$. D'un autre côté, comme la différence entre ces deux états résulte de ce que l'instrument donne le soleil à une hauteur moindre que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la hauteur réelle, la moitié de cette différence sera l'équation de l'instrument exprimée en temps, et l'on aura 1/2 (48″ — 39″) = 4″,5, d'où on tirera cette valeur en fraction de degré comme dans l'exemple précédent.

Les résultats seront d'autant plus exacts qu'on aura observé avec plus de précision à des hauteurs égales en tenant compte de toutes les quantités qui doivent entrer dans les calculs, c'est-à-dire en calculant la déclinaison du soleil et l'équation du temps pour l'instant de chacune des observations (1).

NÉCROLOGIE.

PAROLES PRONONCÉES SUR LA TOMBE DE M. LE Dr DUCHESNE, MEMBRE DU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, PAR M. LISSAJOUS.

« Messieurs, c'est une tâche douloureuse et difficile que de prendre la parole près d'une tombe entr'ouverte, et cependant, au moment suprême où la dépouille mortelle d'un collègue justement honoré vient d'être rendue à la terre, il semble qu'il manquerait quelque chose à cette triste cérémonie, si l'un de ceux qui l'ont vu à l'œuvre ne lui adressait, au nom de tous, un dernier et sympathique adieu.

« Ce devoir était réservé à l'un des membres du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, où le docteur Duchesne a siégé pendant onze ans, et qui a trouvé en lui un de ses collaborateurs les plus assidus et les plus actifs.

« Notre comité des arts économiques, dont il faisait partie, espérait que son concours précieux lui était acquis pour longtemps encore, et nous ne pensions pas que la mort viendrait l'enlever inopinément à l'affection de sa famille et de ses amis, à l'estime de ses collègues, et mettre fin trop tôt à une carrière entièrement consacrée à des œuvres utiles.

« Édouard-Adolphe Duchesne était né à Paris le 20 mai 1804. Il fut élève

---

(1) Les personnes qui voudraient employer la méthode des hauteurs correspondantes trouveraient, dans la *Revue chronométrique*, année 1866, page 98, une table des nombres de secondes qu'il faudrait ajouter aux observations ou en retrancher, en raison de la variation en déclinaison entre les deux observations, pour avoir l'instant exact du midi vrai.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du collége Sainte-Barbe, et, à l'âge de 17 ans et demi, commença ses études médicales.

« Le 9 mars 1827, il était reçu docteur; il n'avait pas encore 23 ans.

« Non content de se livrer à la pratique de la médecine, il s'adonna, par goût, à la culture des sciences physiques et naturelles, séduit à la fois par les pures jouissances qu'elles procurent à l'esprit, et par l'intérêt que présentent leurs applications utiles. Ses efforts devaient recevoir bientôt la sanction d'un succès académique, et, le 20 juillet 1830, l'Académie de médecine couronnait son travail sur *l'Emploi du maïs dans l'alimentation*. Quelques jours après, le jeune lauréat sacrifiait temporairement ses études scientifiques aux devoirs de la profession, et venait, aux côtés du docteur Roux, prodiguer ses soins aux blessés de Juillet.

« Toute la vie du docteur Duchesne est dans ces contrastes, et peut se résumer en deux mots : amour de la science et dévouement professionnel. Ce dévouement, il en donna de précieux gages pendant les épidémies de choléra qui, à plusieurs reprises, désolèrent Paris. Veillant sans relâche au chevet des malades, il en fut récompensé en 1833 par la médaille de bronze de la Ville de Paris, et en 1837 par la décoration de la Légion d'honneur. En 1849, nommé chef d'ambulance, il mérita par de nouveaux services la médaille d'argent.

« Dans l'intervalle il revenait à ses études favorites, et publiait, en 1836, son *Répertoire des plantes utiles et des plantes vénéneuses du Globe*, complété plus tard par un atlas.

« En 1845 il faisait imprimer ses *Observations médico-légales sur la strangulation par suspension incomplète*. Il avait acquis une grande notoriété par ses études sur l'hygiène et la médecine légale; aussi fut-il nommé médecin expert près les tribunaux, puis attaché au Conseil d'hygiène et de salubrité de la Seine, comme adjoint, en 1852, et, comme membre titulaire, en 1861. Un grand nombre de sociétés savantes de province l'appelèrent également dans leur sein.

« Cette période de sa carrière fut marquée par des œuvres nombreuses, parmi lesquelles nous citerons : ses *Recherches toxicologiques* faites en partie avec M. Chevallier, son travail relatif à l'*Influence des chemins de fer sur la santé des mécaniciens et des chauffeurs*, son *Rapport sur le choléra de* 1853 *et* 1854, et les rapports d'affaires en nombre considérable faits par lui au Conseil d'hygiène et de salubrité, qui rendit hommage à son activité et à son zèle en l'appelant en 1863 aux honneurs de la vice-Présidence.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Ce fut en 1858 que Duchesne entra au Conseil de la Société d'encouragement. L'expérience qu'il avait acquise par l'examen des industries les plus diverses, l'étendue et la solidité de ses connaissances comme médecin légiste, le désignèrent au choix de notre comité des arts économiques. L'exposé de ses nombreux travaux lui assura les suffrages du Conseil.

« Nous étions sûrs d'avoir appelé parmi nous un travailleur consciencieux et infatigable; notre attente ne fut pas trompée.

« Si Duchesne désira siéger au sein d'un Conseil qui compte parmi ses membres plus d'un homme illustre, ce ne fut pas par vanité, mais par le désir de se rendre utile sur un terrain nouveau. Il n'était pas homme à rechercher un honneur sans en accepter loyalement toutes les charges. Assidu à toutes nos séances, prêt à prendre sa large part dans nos travaux, jamais il ne renvoya au lendemain l'examen d'une affaire; toutes celles qui lui furent confiées trouvèrent en lui un juge aussi empressé que consciencieux.

« Il savait être sévère pour lui-même dans l'accomplissement des devoirs qu'il acceptait.

« La dernière fois qu'il vint à notre comité, il y a quelques semaines, ce fut pour y défendre la candidature d'un de ses amis, devenu depuis notre collègue; il devait, le lendemain même, la soutenir devant le Conseil; il ne vint pas à son grand regret, retenu par les premières atteintes de la maladie qui devait le conduire au tombeau. Quand il apprit, quinze jours après, le succès de son ami :

« Je suis bien heureux, dit-il, j'ai tout fait pour le faire arriver; mon seul « regret est de n'avoir pu lui porter ma voix. »

« Malgré son affaiblissement, il n'abandonnait pas ses études favorites, et continuait à s'occuper de ses nombreuses affaires avec l'aide de son fils dont il espérait faire son successeur, et qu'il avait depuis longtemps associé à ses travaux.

« Bientôt on n'eut plus d'espoir que dans l'influence d'un climat plus doux, et il fallut le transporter en toute hâte à Cannes. Malheureusement la fatigue du voyage avait achevé d'user les ressorts de cet organisme affaibli et, peu de jours après son arrivée, il s'éteignit sans souffrance.

« Duchesne sera justement regretté de tous ceux pour qui il était un bon et précieux collègue, de ses nombreux amis, de cette famille que sa mort a plongée dans la désolation, et à qui sa sollicitude paternelle recommandait, par son testament, de continuer à vivre, comme par le passé, dans la plus intime union. Si quelque chose peut adoucir une douleur si légitime, c'est la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pensée qu'il laisse derrière lui le souvenir d'une carrière bien remplie, et qu'il fut, jusqu'à la dernière heure, l'homme du dévouement, du devoir et du travail.

« Au nom de tous, adieu, Duchesne, adieu ! »

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

De l'influence nuisible de l'alcool impur sur les couleurs d'aniline, par M. le Dr Tillmanns. — Des plaintes qui circulaient depuis quelque temps dans les teintureries sur la qualité des couleurs d'aniline et principalement sur les nuances pourpres ont porté l'auteur à faire des recherches sur ce sujet, et il n'a pas tardé à reconnaître que c'était à la mauvaise qualité des alcools employés qu'il fallait attribuer les résultats défavorables observés.

On sait que, pour dissoudre les couleurs d'aniline, on se sert d'alcool à 90 ou 95 pour 100, et que l'on y fait chauffer ou même bouillir la couleur pendant plus ou moins de temps.

Lorsque l'alcool est pur, la nuance n'est pas altérée par un séjour prolongé, même durant plusieurs heures, sur le feu. Or les couleurs dont on se plaignait avaient subi rapidement des altérations telles, qu'elles étaient devenues d'un emploi impossible.

M. Tillmanns, ayant réuni des échantillons des différentes sortes d'alcool du commerce, les soumit, avec le concours de M. le Dr Eberhardt, à un examen attentif, et reconnut que plusieurs étaient presque chimiquement purs, tandis que d'autres contenaient de l'empyreume propre à l'esprit de pomme de terre ou de betterave; d'autres renfermaient plus ou moins d'aldéhyde ; enfin on rencontrait, dans quelques échantillons, de petites quantités d'acide sulfurique.

La présence de l'huile empyreumatique a été reconnue par la méthode de M. Otto, c'est-à-dire au moyen de l'éther sulfurique.

On en a extrait, de plusieurs sortes d'alcool, une certaine quantité, puis on en a essayé attentivement l'effet sur les couleurs d'aniline. On a notamment fait dissoudre, dans 95 grammes d'alcool pur, 2 grammes de pourpre d'aniline (phénylrosaniline), et l'on y a ajouté 5 grammes d'huile empyreumatique. On a chauffé le tout pendant deux heures dans un appareil distillatoire, muni d'un réfrigérant, et, au bout de ce temps, la couleur restée en dissolution était virée au rouge, tandis que le surplus s'était déposé sous forme d'une poudre brune. En ajoutant de nouveau 2 1/2 pour 100 d'huile empyreumatique, on a vu la couleur subir encore une forte altération.

La présence de l'aldéhyde, dans plusieurs sortes d'esprits, a été démontrée par l'ad-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dition de 1/2 à 1 pour 100 d'hydrate pur de potasse, dont la présence a très-fortement bruni les mauvaises qualités, tandis que les meilleures ont seulement jauni.

On a distillé 25 pour 100 de cette dernière solution; on a soumis le produit à l'épreuve de l'éther, et l'on a observé, d'une manière très-prononcée, l'odeur de cannelle propre à l'huile volatile qui résulte de l'action des alcalis sur l'aldéhyde. De plus, l'évaporation a fait recueillir un résidu résineux provenant de l'aldéhyde.

L'alcool dit *doublement purifié,* de la meilleure qualité, recommandé pour la dissolution des couleurs d'aniline, n'a même pas été exempt d'une faible coloration jaune lorsqu'on l'a chauffé avec de l'hydrate de potasse, et l'on doit en conclure qu'il contient des traces d'aldéhyde produit, vraisemblablement, par le contact du charbon employé pour la purification.

Certainement, il doit se former de grandes quantités d'aldéhyde par l'emploi de diverses substances usitées comme moyens de purification, telles que le peroxyde de manganèse, le bichromate de potasse, etc.

L'influence de l'aldéhyde sur les couleurs d'aniline est incomparablement plus forte que celle de l'huile empyreumatique. Tout le monde, par exemple, sait que l'on prépare le vert d'aniline en faisant agir l'aldéhyde sur le rouge d'aniline.

L'auteur, ayant fait dissoudre 2 grammes de pourpre d'aniline dans 100 grammes d'alcool pur, y a d'abord ajouté 1/2 pour 100 d'aldéhyde pur, et a fait chauffer le tout dans l'appareil distillatoire précité. Après une heure de réaction, la couleur était à demi détruite, et après une seconde heure, elle l'était complétement.

D'autres essais variés, avec de petites additions d'aldéhyde, ont donné des résultats semblables, mais moins marqués.

Il a suffi, notamment, de 1/40 pour 100 d'aldéhyde pour décolorer d'une manière très-marquée le violet d'aniline. Dans tous les cas, il s'est formé un dépôt brun.

Ces expériences prouvent combien il est nécessaire de n'employer que de l'alcool pur pour dissoudre les couleurs d'aniline.

C'est le pourpre d'aniline (phénylrosaniline) qui est le plus impressionnable; cependant toutes les autres couleurs d'aniline, depuis le rouge jusqu'au bleu, souffrent plus ou moins du défaut de pureté du dissolvant.

Le meilleur moyen d'essayer l'alcool est d'y faire dissoudre 1 pour 100 de potasse caustique, chimiquement pure, et de le faire chauffer. Il ne doit prendre qu'une coloration d'un jaune très-clair. Il faut aussi dissoudre 1 partie de pourpre dans 50 parties de l'alcool à éprouver, faire chauffer le tout pendant un certain temps, et le comparer à une autre solution préparée de la même manière avec un alcool d'une pureté certaine. Après une demi-heure de chauffage, la nuance ne doit pas avoir changé si l'alcool est de bonne qualité. Dans le cas contraire, le mélange est déjà rouge et trouble. (*Dingler's polytechnisches Journal.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Procédés de blanchiment pour les toiles de lin, les tissus de coton et les fils de coton, pratiqués à la blanchisserie modèle de la Couronne, à Sohlingen, près d'Uslar (Hanovre). — Ces procédés ont été décrits dans un mémoire présenté à la Société industrielle de Hanovre, par la compagnie royale de rouissage de Hildesheim, mémoire inséré dans le *Bulletin* de cette Société.

Toiles de lin.

Après que les pièces ont été garnies de leurs anneaux de ficelle, on les place dans la cuve de fermentation et l'on pénètre bien chaque couche, d'eau pure de rivière chauffée à 44° C.; puis on foule le tout avec les pieds chaussés de sabots, jusqu'à ce que les toiles soient complétement pénétrées. On continue ainsi jusqu'à ce que la cuve soit pleine. On couvre ensuite le tout de planches, sur lesquelles on pose une traverse que l'on assujettit non-seulement avec une chaîne, mais encore par des étrésillons butés contre la charpente du plancher supérieur. Les toiles, ainsi serrées et complétement couvertes d'eau, sont abandonnnées à la fermentation pendant quarante-huit heures. Aussitôt après qu'on les a retirées, on les lave complétement, en les faisant passer dans une sorte de laminoir composé de deux cylindres cannelés, puis on les étend sur le pré. On les y laisse pendant deux ou trois jours, en les arrosant de temps en temps avec de l'eau, pour les conserver mouillées; enfin on les fait sécher et on les enlève pour les passer dans la première lessive.

Première lessive. — Les cuviers en bois, munis d'un double fond, sont suffisamment enfouis en terre, et disposés de telle sorte que la solution alcaline puisse y descendre librement de la chaudière, et, après son passage entre les étoffes, être puisée par des pompes dans l'espace compris entre les deux fonds et remontée dans la chaudière, où elle doit être réchauffée. Pour cette première lessive, on emploie 1 partie, en poids, de sel de soude, desséché à 90 pour 100, et 100 parties d'eau pure de rivière. Cette solution est souvent remplacée par une lessive de cendre, ou par un mélange de lessive de cendres et de solution de sel de soude, d'égale force alcaline. Pour opérer, on place verticalement dans le cuvier les pièces pliées, on verse de l'eau chaude dessus, on les foule avec les pieds chaussés de sabots, et l'on continue ainsi jusqu'à ce que le cuvier soit suffisamment plein.

C'est alors qu'on commence à couler la lessive, en versant successivement par parties la solution alcaline dont il a été question, en quantité suffisante pour que le liquide atteigne la force mentionnée. On fait, d'ailleurs, remonter dans la chaudière, au moyen des pompes, le liquide à mesure qu'il passe entre les deux fonds, et l'on en augmente la température de 6°,25 C., à chaque passage, jusqu'à ce qu'enfin il ait atteint 100 degrés C. La durée de ce travail dépend beaucoup de la capacité du cuvier. Lorsque la lessive a atteint 100 degrés C., on laisse la combustion tomber lentement, mais en con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tinuant de pomper et de faire circuler le liquide, jusqu'à ce que le feu se soit éteint peu à peu.

Lorsque l'opération est finie à une heure telle que l'on ne puisse retirer les étoffes avant le lendemain, on a soin qu'elles restent couvertes et plongées dans la lessive pendant la nuit; mais, si l'on peut les enlever le jour même, on extrait la lessive avec la pompe, et on la remplace par une assez grande quantité d'eau froide pour que les toiles se refroidissent aussi, et que la lessive usée soit complétement remplacée.

On porte alors les toiles sur l'herbe, on les y laisse deux ou trois jours, pendant lesquels on a soin de les arroser au besoin lorsqu'elles sèchent, et on les enlève pour les passer de nouveau à la lessive.

Deuxième lessive. — On l'exécute absolument comme la première, sans aucune modification.

Troisième lessive. — On opère d'abord comme pour les deux premières, si ce n'est que la solution alcaline ne contient plus que 1 partie de sel de soude desséché pour 140 parties d'eau. On observe les mêmes règles pour la température, mais à la fin du passage, on cesse d'ajouter de l'eau froide, lorsque les toiles peuvent être retirées avec la main.

On les porte alors sur le pré, encore pénétrées de lessive; on les y laisse pendant deux ou trois jours, puis on les relève.

Quatrième lessive. — Mêmes opérations, mais la solution ne contient plus que 1 partie de sel de soude pour 150 parties d'eau.

Cinquième lessive. — Comme précédemment, sauf les proportions : 1 partie de sel de soude pour 160 parties d'eau.

Sixième lessive. — Comme précédemment, 1 partie de sel de soude pour 170 parties d'eau.

Septième lessive. — Comme précédemment, 1 partie de sel de soude pour 180 parties d'eau.

Huitième lessive. — Comme précédemment, 1 partie de sel de soude pour 190 parties d'eau.

Premier bain d'acide sulfurique. — On relève les toiles encore humides de dessus le pré, on les lave soigneusement, on les foule bien ensemble; puis on les immerge, pièce à pièce, sans les serrer, dans un bain composé de 1 partie d'acide sulfurique et de 200 parties d'eau.

On les y laisse pendant cinq à huit heures, après lesquelles on les lave immédiatement dans une eau courante, d'où on les porte à une nouvelle lessive.

Neuvième lessive. — Le bain se compose alors de 1 partie de sel de soude desséché, de 1/4 de partie de savon vert et de 225 parties d'eau chauffée de 44 degrés à 81 degrés C.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On expose ensuite pendant deux ou trois jours sur le pré, on lave bien et, après que l'on a fait écouler l'eau, les toiles sont prêtes pour le passage au chlorure.

Premier bain de chlorure. — On prépare ce bain en faisant dissoudre 1 partie de bon chlorure de chaux dans 600 fois son poids d'eau. Les étoffes sont déposées, humides et sans être serrées, dans des cuves en pierre, où on les agite soigneusement avec des spatules en bois, afin de faire pénétrer le chlorure dans tous les interstices. L'immersion dure de six à huit heures, après lesquelles les toiles sont bien lavées dans l'eau courante, égouttées, puis portées, encore humides, au deuxième bain d'acide sulfurique.

Deuxième bain d'acide sulfurique. — On opère exactement comme pour le premier.

Dixième lessive. — Le bain est formé de 2 1/2 parties de savon de suif de première qualité, de 1 partie de sel de soude desséché et de 600 parties d'eau chauffée de 45 degrés à 75 degrés C.

Les toiles sont ensuite exposées sur le pré, pendant deux ou trois jours, puis lavées et triées. Celles que l'on ne destine qu'au demi-blanc sont alors presque entièrement terminées; on les passe à l'empois ou au bleu et on les sèche.

Celles, au contraire, que l'on veut blanchir aux 3/4 ou même complétement, ainsi que celles qui se composent de lin filé mécaniquement, sont traitées par les machines anglaises; mais celles qui se composent de fils à la main sont portées aux machines allemandes.

On les lave dans le savon noir jusqu'à ce que les nuances noires ou jaunes qui peuvent s'y trouver par places soient effacées. Alors, sans les laver, on les porte, tout imprégnées de savon, dans la onzième lessive.

Onzième lessive. — Elle se compose de 1 partie de sel de soude desséché et de 350 parties d'eau, dont on élève la température depuis 44 degrés jusqu'à 75 degrés C.

On porte ensuite les toiles sur le pré, pendant deux ou trois jours, sans cependant les déployer. On a soin de les maintenir complétement mouillées. On les lave ensuite exactement.

Deuxième bain de chlorure. — On passe alors les toiles dans ce bain, en opérant absolument comme pour le premier.

Troisième bain d'acide sulfurique. — On le donne exactement comme les deux précédents.

Douzième lessive. — On y emploie une solution de 1 partie de sel de soude desséché, et 2 et 1/2 parties de savon blanc de suif de première qualité, que l'on dissout dans 600 parties d'eau pure, élevée progressivement de 44 degrés à 69 degrés C. On porte alors les toiles sur le pré sans les étendre et on les y maintient mouillées pendant deux jours; on les lave ensuite complétement et on les examine. Celles qui sont satisfaisantes sont alors passées à l'apprêt ou au bleu, et séchées. Celles qui laissent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

encore à désirer sont traitées par le savon dans les machines anglaises, et soumises à une nouvelle lessive.

Treizième lessive. — On opère comme pour la onzième. Après que les toiles ont encore passé deux jours sur le pré, on les retire et on les lave.

Les meilleures pièces reçoivent alors un bain d'acide sulfurique comme précédemment. Les pièces dont on n'est pas encore satisfait sont de nouveau traitées par le chlorure.

Troisième bain de chlorure. — On le donne comme le deuxième.

Quatrième bain d'acide sulfurique. — On procède comme pour le troisième.

Les toiles sont ensuite soumises à une lessive, bien lavées, apprêtées, passées au bleu et séchées.

S'il y a lieu, on les passe enfin aux apprêts et au calandrage ordinaires.

Tissus et fils de coton.

Les mousselines et les tissus bruts ou les fils de coton sont d'abord passés dans l'eau qui doit les pénétrer complétement, puis on les immerge dans la lessive.

Première lessive. — Elle se compose de 1 partie de sel de soude desséché et de 170 parties d'eau pure. Après que les pièces ont été placées dans la cuve, foulées avec les pieds, comme les toiles de lin, et entassées, couche par couche, jusqu'à ce que la cuve soit suffisamment pleine, on laisse couler la lessive, qui doit être à 44 degrés C., et que l'on fait repasser dans la chaudière, comme il a été dit, jusqu'à ce qu'elle soit parvenue à 100 degrés C. Alors on fait circuler de l'eau froide, ce qui permet bientôt de retirer les marchandises qu'on lave avec soin et qui sont alors prêtes à être traitées par le chlorure.

Premier bain de chlorure. — Il se compose de 1 partie de bon chlorure de chaux et de 125 parties d'eau.

Les étoffes sont placées à l'aise dans la cuve, où on les remue bien avec des spatules en bois. Après un séjour de six ou huit heures, on les retire ; on les lave avec soin, et on les fait égoutter.

Premier bain d'acide sulfurique. — On le forme avec 1 partie d'acide sulfurique et 200 parties d'eau. On y passe les tissus pièce à pièce, sans les serrer ; on les y fait séjourner de quatre à six heures, après lesquelles on les retire, on les lave bien et on les fait égoutter.

Deuxième lessive. — C'est une solution de 1/2 partie de savon de suif de première qualité, 1 partie de sel de soude desséché et 400 parties d'eau. On fait circuler la lessive, en la portant d'abord à 44 degrés C. et l'élevant progressivement à 69 degrés C. Après le refroidissement convenable, on retire les tissus et on les lave bien.

Deuxième bain de chlorure. — Dans ce bain, composé absolument comme le premier, on laisse séjourner les étoffes durant six ou huit heures.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Deuxième bain d'acide sulfurique. — Il est préparé précisément comme le premier. Les toiles y séjournent pendant quatre ou six heures; on les fait ensuite bien égoutter.

Troisième lessive. — Composée comme la deuxième; ordinairement, les tissus sont complétement blancs lorsqu'ils en sortent. Cependant, il s'y trouve assez souvent quelques pièces qui, plus épaisses ou plus compactes, n'ont pas encore pris toute la blancheur nécessaire; on les passe alors dans un bain de chlorure, d'une composition proportionnée au degré de blancheur qui manque encore. On y fait succéder un bain d'acide sulfurique, composé comme les précédents. La durée de l'immersion dans ces deux bains dépend du besoin.

Enfin, on passe dans une quatrième lessive, composée comme la deuxième.

Lorsque la blancheur requise est obtenue, on lave complétement les tissus; on les empèse au degré nécessaire, on les sèche, et enfin on les calandre, si ce dernier apprêt est demandé. (*Dingler's polytechnisches Journal.*)

Sur l'emploi du sulfate de soude dans la teinture, d'après M. E. Saloschin. — En Angleterre, on emploie maintenant généralement le sulfate de soude dans la teinture; et cet usage commence à se répandre en Allemagne, surtout pour la laine. C'est cependant tout récemment que l'on a entrepris d'étudier l'action de ce sel, et que M. Saloschin a publié, sur ce sujet, plusieurs communications intéressantes, dans la *Musterzeitung*.

D'abord la présence du sulfate de soude augmente la densité du bain de teinture et le degré de température où il entre en ébullition.

Ces propriétés seules sont importantes pour certaines teintures. On peut ainsi, par exemple, changer la nuance du violet d'aniline, et la rendre bleuâtre ou rougeâtre, selon la température à laquelle on soumet le bain.

Si ce bain contient un excès d'acide, le sulfate de soude neutre, en se combinant avec cet excès, passe (au moins en partie) à l'état de sur-sel, également cristallisable, et le bain exerce la réaction acide, sans contenir néanmoins de l'acide libre. On peut ainsi obtenir de très-beaux résultats sur les étoffes mélangées de coton, tandis que cette matière ne supporterait pas sans beaucoup d'altération les acides libres. Par sa solubilité dans l'eau, le sulfate de soude diminue aussi le pouvoir dissolvant du bain pour les matières colorantes, et cette propriété est très-importante dans la préparation de certaines nuances. Le cudbeard, l'orseille et d'autres couleurs rouges, principalement la fuchsine et les extraits des bois rouges, possèdent, comme on le sait, la propriété de colorer plus faiblement les matières filamenteuses, en présence des acides libres. Lors donc qu'on emploie ces substances colorantes dans des bains acides, en suivant, d'ailleurs, la marche ordinaire, on en perd la plus grande partie. Le même résultat s'observe sur le bois jaune. Or, si en se servant de ces substances dans des bains acides on ajoute du sulfate de soude, on atteint le double résultat d'engager

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans une combinaison l'acide libre, de rendre plus efficace la présence de ces substances et d'en mieux gouverner l'application. On peut, en outre, obtenir ainsi, au moyen du sel de Glauber, des modifications de nuances.

Ce dernier phénomène est, en teinture, d'une grande importance dans de nombreuses circonstances.

Beaucoup de fils possèdent, par exemple, la propriété de se feutrer sous l'influence des variations répétées de la température. Or, on ne peut se dispenser de soumettre la laine à de tels changements, lorsque, pour atteindre la nuance demandée, il faut la retirer plusieurs fois du bain chaud, et rehausser ce bain par une addition de matière colorante. Au lieu de procéder ainsi, on peut souvent composer immédiatement le bain d'une plus forte quantité d'acide et de substance tinctoriale, puis ajouter peu à peu du sulfate de soude, et parvenir à la nuance demandée, sans retirer, à beaucoup près, autant de fois les matières filamenteuses à teindre. Cette marche épargne beaucoup de travail et met un teinturier, familier avec l'usage du sel de Glauber, en état d'opérer beaucoup plus commodément et sûrement. Elle exige seulement du soin et de la surveillance; s'il arrive une fois que l'on emploie trop de matière colorante, on y remédie aussitôt par une petite addition d'acide. Ces phénomènes se présentent surtout d'une manière frappante, lorsque l'on emploie la fuchsine.

On en trouve encore un exemple remarquable dans la préparation de plusieurs nuances sur laine au moyen des combinaisons de chrome, et principalement du chromate rouge de potasse, employées à la température de l'ébullition.

Il en est ainsi, par exemple, quand on veut teindre en rouge, en brun et en gris, par l'emploi du bois de campêche, du bois rouge et du bois jaune, et obtenir à bon marché une solidité satisfaisante. Après avoir fait bouillir la laine dans le bain de chrome, où l'on a introduit, comme on le fait souvent, un excès d'acide sulfurique, si l'on emploie de petites quantités de bois de campêche ou de bois rouge, on obtient une coloration rapide, mais souvent inégale; lorsque l'on opère comme à l'ordinaire, on se trouve obligé, dans ce cas, de diminuer assez notablement la température du bain, et de la relever ensuite peu à peu. Mais si l'on se sert alors d'une quantité relativement petite d'acide comme addition à un semblable bain, on empêche presque complétement le tissu de prendre la couleur, à la vérité, sans craindre de l'inégalité dans la nuance. Or, si l'on ajoute alors peu à peu, tout en remuant l'objet à teindre, une quantité croissante de sel de Glauber, les matières colorantes se fixent de plus en plus, à mesure que l'acide cesse d'être libre et de les en empêcher, et l'on peut hausser la nuance autant qu'on le veut, sans retirer l'objet du bain, pourvu que les doses des matières tinctoriales ne soient pas trop faibles. On obtient un résultat semblable, lorsque l'on a, dès le commencement de l'opération, fait fondre dans le bain une quantité de sel de Glauber égale à celle que l'on aurait ajoutée par petites parties dans le cas précédent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux méthodes sont absolument équivalentes pour le résultat : car les matières colorantes ne se fixent sur les filaments que quand elles sont dissoutes ; et, à mesure qu'elles s'incorporent au tissu, elles sont remplacées dans le bain par d'autres en quantités égales. L'uniformité de la nuance lorsque les principes colorants ne sont pas d'abord en dissolution, mais se trouvent seulement en suspension dans un grand état de division, sera facilement explicable pour les teinturiers qui savent employer le bleu soluble d'aniline. Ce bleu, en effet, étant très-soluble dans les acides faibles, prend rapidement sur les matières organiques, lorsque l'on emploie des bains acides, et, par conséquent, est sujet à teindre inégalement. Aussi préfère-t-on employer des bains neutres ou même alcalins, et fortifier ensuite graduellement le bleu par un acide.

L'emploi du sel de Glauber présente encore de grands avantages, lorsque l'on doit obtenir des nuances au moyen du carmin d'indigo. Comme l'affinité de cette matière pour la laine est rendue fort grande, ainsi qu'on le sait, par un acide, son emploi en petites quantités donne des teintures fort inégales, qui ne peuvent être rendues uniformes que par une ébullition soutenue. Mais si l'on amortit alors, par une addition de sel de Glauber, l'action de l'excès d'acide, le carmin d'indigo ne se dépose plus que lentement et, par suite, plus uniformément.

On peut maintenant demander si le sel de Glauber possède seul ces avantages, ou si d'autres sels ne pourraient pas le remplacer, même avec supériorité. On a déjà proposé dans cette vue le sel marin, qui peut être utilement employé lorsqu'on a seulement en vue d'augmenter la densité de la liqueur ou de faciliter la précipitation des principes colorants dissous. Dans un bain acide, l'introduction du sel marin, au lieu du sel de Glauber, donne lieu à la mise en liberté d'une certaine quantité d'acide chlorhydrique qui trouble souvent les opérations et attaque fortement la laine. Le sulfate de magnésie, et quelques autres sels qui n'agissent pas chimiquement sur la plupart des principes colorants, comme le feraient les sels d'alumine, d'étain ou de fer, pourraient être employés, si l'on se les procurait à bon marché. Le sulfate de potasse, dont l'action serait peut-être plus énergique, pourrait sans doute remplacer le sulfate de soude, mais coûterait ordinairement plus cher. Cependant il serait intéressant pour les teinturiers de tenter des expériences dans cette voie.

Le sulfate acide de soude, que l'on trouve à l'état brut dans le commerce et qui dispenserait d'ajouter de l'acide libre dans les bains, serait vraisemblablement utile. Pour la comparaison des déboursés, il conviendrait d'observer que le sulfate de potasse est anhydre, tandis que celui de soude contient 55,9 pour 100, et celui de magnésie 51,22 d'eau. Il est encore bon de faire observer que 100 parties de sulfate de soude cristallisé peuvent se combiner avec 30 et 1/2 parties d'acide sulfurique à 60 degrés Baumé pour former un sulfate acide : ou, en d'autres termes, que, pour 3 parties de sel de Glauber cristallisé introduites dans le bain, il faut 1 partie d'acide sulfurique concentré, à 66 degrés B., si l'on

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

veut transformer le sel neutre en sel acide. (*Musterzeitung* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Procédé éprouvé pour faire adhérer la peinture à l'huile sur le zinc, par M. le professeur Böttger. — On sait généralement que les peintures à l'huile sur zinc ne résistent pas longtemps, surtout quand elles sont exposées aux intempéries atmosphériques. On a proposé, il est vrai, depuis quelque temps, plusieurs moyens pour obvier à ce défaut, mais sans succès décisif, à ce qu'il paraît.

L'auteur propose donc le procédé suivant qui lui a donné de bons résultats. On prépare une sorte de mordant, que l'on applique au pinceau sur le zinc avant de le peindre à l'huile, et qui a la propriété de le couvrir d'une couche de chlorure basique de zinc, et d'une espèce d'enduit de laiton amorphe. Cette couche retient fortement la peinture à l'huile que l'on y applique après sa dessiccation. Le mordant que nous allons décrire a parfaitement réussi. On fait dissoudre 1 partie de chlorure de cuivre, 1 partie d'azotate de cuivre et 1 partie de sel ammoniac dans 64 parties d'eau, et l'on ajoute 1 partie d'acide chlorhydrique brut du commerce. On étend ce mordant, à l'aide d'un large pinceau, sur le zinc, qui devient aussitôt d'un noir foncé et qui, dès qu'il est sec, c'est-à-dire après douze ou tout au plus vingt-quatre heures, se trouve couvert d'une couche boueuse d'un gris terne, à laquelle adhèrent fortement toutes les peintures à l'huile. Une planche de zinc d'environ $5^m,720$ de longueur et de $1^m,716$ de hauteur, traitée de cette manière et couverte d'une couche verte de peinture à l'huile, exposée en plein air pendant l'été et l'hiver derniers, s'est conservée parfaitement. *Jahresbericht des Physikalischen Vereins in Frankfurt A. M.*, et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

(V.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 15 octobre 1869.

Présidence de M. le sénateur *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — M. *Aubert,* rue du Château, 22, à Neuilly-sur-Seine, a étudié la construction de l'hélice employée pour propulseur de bateaux à vapeur, de manière à diminuer la perte de force par la force centrifuge. Il a construit, à Paris, un petit bateau à vapeur qui sert à ses expériences, et il demande à la Société de vouloir bien examiner son nouveau type d'hélice. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Charpentier* (Alexandre), avenue de Châtillon, 44, à Paris, demande l'avance

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une annuité au sujet d'un brevet qu'il a pris pour un double treuil destiné à monter les matériaux de construction des bâtiments ou les matières extraites des mines. (Arts mécaniques et commission des fonds.)

M. *Sauderson,* passage des Princes, à Paris, professeur à l'École Turgot, présente à la Société un moulin à vent toujours orienté qu'il nomme *panémone hélicoïde inarticulé.* Cet instrument, formé par une hélice verticale dépourvue de toute autre partie mobile, serait mis en mouvement par la différence qui peut exister entre l'action du vent sur la surface concave de l'hélice et sur sa surface convexe. (Arts mécaniques.)

M. *Perpignan,* rue Sauverie, **15**, à Avignon, annonce qu'il a trouvé un procédé pour faire des courroies inextensibles propres aux communications de mouvement. (Arts mécaniques.)

M. *Thevenin,* mécanicien, rue de Charonne, **127**, à Paris, demande une première annuité de brevet pour un outil d'arboriculture qu'il a perfectionné. (Arts mécaniques.)

M. *Blanchet,* mécanicien, à Saint-Nazaire (Loire-Inférieure), adresse à la Société le premier numéro du *Bulletin* annuel du cercle des mécaniciens à Saint-Nazaire et attire l'attention du Conseil d'une manière particulière sur une bouée de sauvetage qu'il nomme *bouée de salut.* (Arts mécaniques.)

M. *Guerineau-Aubry,* boulevard Sébastopol, **66**, à Paris, appareil producteur de force. (Arts mécaniques.)

M. *Frère* (G.), rue du Chemin-Vert, **40**, à Paris, envoie à la Société un appareil pour rendre plus assuré le résultat de la pêche à la ligne dormante, qu'il nomme *pêcheur automatique.* (Arts économiques.)

M. *Chayaux,* lieutenant au 16e de ligne, à Saint-Chamond (Loire), fait connaître le résultat de ses recherches pour mesurer l'intensité de la lumière en se basant sur la diaphanéité incomplète du verre et adresse la description d'un instrument pour mesurer la vitesse de l'eau par un moyen nouveau. (Arts économiques.)

M. *de Vésian,* ingénieur des ponts et chaussées, à Chartres, présente à la Société *un baromètre à pavillon* qui indique non-seulement la hauteur absolue de l'instrument, mais de plus le sens dans lequel s'opèrent ses changements, c'est-à-dire s'il est en voie de monter ou de descendre ; on paraît attacher maintenant de l'importance à ce renseignement, et le perfectionnement qui le fournit, utile dans tous les baromètres à cadran, serait indispensable dans ceux qui sont destinés aux édifices publics. (Arts économiques.)

M. *Martin* (Ursin), fabricant de filtres épurateurs, à Vierzon, présente à la Société un filtre en biscuit de porcelaine s'appliquant aux fontaines des petits ménages. (Arts économiques.)

MM. *Chauvain* (L.) et *Fabre* (E.), fabricants de liqueurs, à Cette (Hérault), font connaître l'étendue de leur commerce de vins et liqueurs, et demandent l'examen, par la Société, de leur fabrique de vermout et autres liqueurs. (Arts économiques.)

M. *Entraygues* fils, rue Notre-Dame-des-Capucines, **10**, à Paris, présente une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

série de conserves alimentaires et sollicite l'examen, par la Société, des procédés de fabrication qu'il emploie. (Arts économiques.)

M. *Mongruel,* successeur de M. *Feyeux,* rue Taranne, 10, à Paris, adresse à la Société un produit spécial de sa fabrique qu'il désigne sous le nom de *conserves de soupe aux choux et à l'oseille.* (Arts économiques.)

M. *Pernet* (Candide), rue de Béarn, 33, à Lyon, envoie à la Société un spécimen des eaux gazeuses qu'il fabrique et de l'appareil par lequel il les conserve, avec un rapport fait à Lyon sur ses procédés. (Arts économiques.)

M. *Blampoix* (Barthélemy), rue Notre-Dame-de-Nazareth, 37, à Paris, propose, pour combattre la nouvelle maladie de la vigne, un appareil analogue à celui qu'il a déjà employé pour donner des douches de vapeur, et qui permet d'injecter sur les plantes un jet de vapeur instantané qui tue les insectes sans détruire les tissus corticaux et ligneux. (Agriculture.)

M. *Michaud,* fabricant de cuirs, à Autun, présente à la Société divers échantillons des produits de son industrie, et demande que ces cuirs et les procédés employés pour leur fabrication soient examinés par la Société. (Arts chimiques.)

M. *Sapin* et *comp.*, fabricants de liqueurs, à Limoges, transmettent à la Société, à titre de renseignement, des comptes rendus sommaires, en ce qui concerne leur industrie, des Expositions qui ont eu lieu à *Beauvais*, où ils ont obtenu une médaille d'or, et à *Altona,* où ils ont eu un succès analogue. (Arts économiques.)

M. le *directeur général* de la présidence du conseil des ministres d'Espagne, en envoyant le recensement du bétail en Espagne en 1865, demande à la Société de faire avec l'administration espagnole un échange aussi actif que possible de ses publications. (Commission du *Bulletin.*)

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* envoie à la Société deux exemplaires du tome LXVII de la collection des brevets d'invention, ainsi que deux exemplaires des n^os^ 1, 2, 3 du *Catalogue des brevets d'invention pris en* 1869.

La *Société académique de Saint-Quentin* transmet le programme des prix qu'elle a mis au concours pour 1870 et pour 1871.

MM. les *Secrétaires* signalent les ouvrages suivants dans la partie imprimée de la correspondance :

M. *Grüner,* inspecteur général des mines. Mémoire sur l'état actuel de la métallurgie du plomb. Paris, 1868. Dunod, éditeur, brochure in-8° avec planches.

M. *Artur* (J. F.), docteur ès sciences. Quatre mémoires sur la capillarité, la théorie des actions moléculaires des corps. Paris, 1869, brochure in-8°.

M. le docteur *Sacc*, professeur à l'Académie de Neuchâtel. Éléments d'analyse chimique qualitative. Neuchâtel, 1869, brochure grand in-8°.

M. *Le Chatelier,* ingénieur en chef des mines. Supplément au mémoire sur la marche à contre-vapeur des machines locomotives. Paris, 1869, brochure in-8°.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Association Smithsonienne. Rapport annuel du bureau des directeurs de la société pour l'année 1867. Washington, 1868, in-8° cartonné, de 506 pages (en anglais).

ÉLECTION D'UN MEMBRE ADJOINT AU COMITÉ D'AGRICULTURE. — Le scrutin donne pour résultat la nomination de M. *Hardy*.

COMMUNICATIONS. — *Travaux des mines*. — M. *Tresca* présente à la Société, au nom de l'auteur, l'ouvrage sur l'établissement des puits de mines dans les terrains ébouleux et aquifères de M. *Glépin,* ingénieur des mines du Grand-Hornu, en Belgique.

L'auteur, dit-il, qui est d'une habileté consommée dans les travaux de cette nature, rend compte, dans son livre, de tous les détails des travaux de construction des fosses de Marles (Pas-de-Calais). Un premier puits construit à Marles, en 1853, s'était écroulé en 1855. M. *Glépin* fut appelé, comme ingénieur-conseil de la compagnie, à renouveler la même tentative en 1856 ; dès 1858 le puits était construit, malgré les difficultés anormales que présentent le passage de deux nappes aquifères et la nature très-ébouleuse des terrains à traverser. Ce puits a fonctionné jusqu'en 1866, époque à laquelle il s'est écroulé à son tour, sans qu'aucun indice sérieux eût permis de prévoir ce résultat désastreux.

M. *Glépin* en discute les causes déterminantes, et l'on peut dire que son ouvrage constitue une monographie d'un grand intérêt sur les conditions diverses et exceptionnellement difficiles de ce travail de fonçage. Il sera consulté avec fruit par tous les ingénieurs qui auront à s'occuper de travaux de même genre, et ils y trouveront tout à la fois l'indication de bons exemples à suivre et d'utiles conseils sur les écueils à éviter.

M. le *Président* remercie M. *Tresca* de l'analyse qu'il vient de donner à la Société de cet ouvrage et décide que la note qu'il a lue à la séance sera insérée dans le *Bulletin* de la Société. Il adresse en même temps, au nom du Conseil, des remercîments à M. *Glépin* pour l'envoi de son ouvrage.

Épuration des gaz. — M. *Payen*, en signalant à la Société l'ouvrage que M. *Freissinet* vient de publier sur les industries anglaises et les procédés d'association employés soit en France, soit en Angleterre, attire l'attention d'une manière spéciale sur la méthode dont les Anglais se servent pour la réoxydation des filtres épurateurs des usines à gaz. (Voir cahier d'octobre 1869, p. 602.)

Beaux-arts appliqués à l'industrie. — M. le *Président* entretient la Société de l'Exposition faite au palais des Champs-Élysées par l'*Union centrale des beaux-arts appliqués à l'industrie*. Cette Exposition est remarquable à tous les points de vue, et il serait utile que la commission des beaux-arts la visitât et pût signaler ce qu'elle contient de nouveau et digne d'une attention particulière.

Entre autres objets d'étude, la commission verra la collection des pièces qui sont relatives à l'enseignement de l'art du dessin. Tout ce qui touche à l'enseignement est, pour la Société, l'objet d'un grand intérêt. Les questions d'hygiène qui y sont relatives

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ont donné lieu dernièrement à plusieurs travaux remarquables ; et en effet les conséquences, pour la santé des élèves, qui résultent de la disposition des écoles, de l'éclairage, de l'attitude imposée aux jeunes gens, de la durée du travail et des efforts d'attention qu'il exige, ne sauraient être l'objet d'une trop grande sollicitude ; mais, dans les écoles industrielles de dessin, à ces questions essentielles se joignent toutes les considérations qui dérivent de l'influence des beaux-arts sur les œuvres de l'industrie et celle qu'ils exercent, par là, sur le génie de la nation entière.

Ces problèmes ont été étudiés d'une manière sérieuse par l'Administration qui a dirigé l'installation des écoles de Paris, et les dispositions qui y ont été mises en pratique, les séries de modèles qui y ont été choisis après un examen attentif ont été adoptées dans les principales écoles des départements et ont produit, dans les deux cas, des résultats remarquables. La commission des beaux-arts appliqués à l'industrie aura, dans toutes ces questions, des objets d'étude importants ; son rapport, signalant les causes des progrès accomplis et faisant connaître les moyens de les développer, ne peut manquer d'avoir une influence utile. La Société d'encouragement doit, en effet, seconder par tous les moyens l'étude du dessin artistique et de ses applications à l'industrie, et elle doit profiter des expositions du genre de celle qui a lieu en ce moment pour mettre en relief les progrès qu'elles constatent et surtout les méthodes qui ont produit ces améliorations.

Séance du 29 *octobre* 1869.

Présidence de M. le sénateur *Dumas,* président.

Correspondance. — M. *Berthault* (J.), rue Croix-des-Petits-Champs, **14**, propose d'améliorer les vins blancs en les débarrassant de l'excès de sels qu'ils contiennent, par la méthode de l'endosmose déjà appliquée à la purification du sucre des mélasses. (Agriculture.)

M. l'abbé *L'Héritier,* professeur au collége Notre-Dame, à Blois, fait connaître une disposition de la pile de Daniel qui en rend le nettoyage simple et facile, qui évite la chute des détritus du zinc désagrégé au travers de la dissolution du sulfate de cuivre et la perte d'électricité qui en résulte, et qui fournit une grande quantité d'électricité. Un élément de ce genre fait marcher une horloge électrique depuis huit mois, pour une dépense qui ne dépasse pas **2** fr. **50** par an. (Arts économiques.)

M. *Florquin de Saint-Simon* (Félix), rue de Vaugirard, **61**, présente à la Société un parquet-couchette ou lit de camp, pour les animaux herbivores, qui permet aux urines de s'écouler en laissant la litière constamment sèche, et qui évite les inconvénients de l'humidité et du froid des pavés d'écurie, ainsi que ceux de la station inclinée à laquelle leur pente oblige les animaux. (Agriculture.)

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* adresse à la Société deux exemplaires du n° **4** du *Catalogue des brevets d'invention pris en* **1869**.

M. *Régnault,* mécanicien, rue Tournefort, **12**, soumet à l'examen de la Société une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

machine à coudre dont la navette a un mouvement rotatif continu, au lieu d'un mouvement alternatif de va-et-vient; il annonce que ce système donne à la machine un mouvement beaucoup plus doux et permet d'obtenir des vitesses plus grandes qu'avec les machines ordinaires. (Arts mécaniques.)

M. *Robert* (Henri), horloger, rue du Cherche-Midi, 2, envoie une note pour compléter ce qui est relatif à son *anneau astronomique* qui a été l'objet d'un rapport favorable lu au Conseil, il y a quelques années. La nouvelle communication a surtout pour objet de montrer que cet instrument permet d'obtenir l'heure avec la plus grande précision, et elle est destinée à être insérée au *Bulletin* à titre de renseignement. (Voir plus haut, p. 681.

M. *Giraud,* conducteur des ponts et chaussées, rue Dusommerard, 22, demande que le Conseil fasse examiner le système de machine qu'il a inventé pour améliorer le labourage et permettre l'application de la vapeur à l'exécution des grands travaux de terrassement. (Arts mécaniques.)

M. *Beuchot,* rue de l'Ourcq, 58, à Amiens, envoie un croquis de la machine qu'il a exécutée, et qui opère à bon marché la traction des marchandises sur les canaux de navigation. (Arts mécaniques.)

M. *de Bruges,* rue du Temple, n° 157, rappelle la communication qu'il a faite à la Société pour l'établissement d'un frein pneumatique sur les trains de chemins de fer, et demande qu'elle soit l'objet d'un rapport. (Arts mécaniques.)

M. *Macabies,* rue Laffitte, 1, à Paris, envoie un complément d'instruction au sujet de l'alimentateur automoteur à niveau constant qu'il a présenté récemment à la Société. (Arts mécaniques.)

MM. les *Secrétaires* signalent les pièces suivantes dans la partie imprimée de la correspondance :

M. *Granier* (Émile), rue Saint-Lazare, 46, à Paris, envoie un numéro du journal *l'Indépendant français*, dans lequel il a inséré un article pour annoncer que, par l'addition de quelques corps chimiques au mode de distillation en usage, il enlève aux huiles minérales leur inflammabilité.

M. *Léon,* ingénieur en chef des ponts et chaussées. La Monnaie internationale et le système métrique, Paris, 1869, br. in-8°; Guillaumin, éditeur.

M. l'abbé *Moigno* envoie la traduction de quatre conférences sur les aliments, faites par M. *Letheby* (H.), devant la Société des arts de Londres, Paris, 1869, grand in-18.

M. *Tommasi* (Ferdinand). Le flux moteur ou la marée employée comme force motrice, Paris, 1869, br. in-8°; E. Lacroix, éditeur.

M. *Champion* (Paul), préparateur de chimie au Conservatoire des arts et métiers, fait hommage à la Société de l'ouvrage qu'il a publié sur les industries anciennes et modernes de l'empire chinois, d'après des notices traduites du chinois par M. *Stanislas* (Julien), Paris, 1869, in-8°; Eugène Lacroix, éditeur.

RAPPORT DES COMITÉS. — *Membre adjoint aux arts économiques.* — M. *Lissajous*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fait, au nom du comité des *arts économiques,* un rapport pour demander l'autorisation *d'adjoindre* un membre de plus à ce comité.

Cette proposition, mise aux voix, est approuvée par le Conseil. En conséquence, le comité des arts économiques est autorisé à présenter, après un délai de deux mois, une liste de candidats pour une place de *membre adjoint.*

Waggons de terrassements. — M. *Baude* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur les waggons à bascule de M. *Muitjens* pour le transport et le répandage du balast des chemins de fer.

Le comité propose de remercier M. *Muitjens* de sa communication et de faire insérer le rapport dans le *Bulletin* avec un plan et des coupes de ce waggon.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Après la séance, le Conseil se forme en comité secret.

Séance du 12 *novembre* 1869.

Présidence de M. *Amédée-Durand,* vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Dubrueil* (L.), fabricant de clous dorés pour ameublements, fait connaître à la Société qu'il a perfectionné sa machine à estamper les têtes de clous dorés qui a été l'objet d'un rapport favorable au Conseil, et qu'avec quelques dispositions convenablement appropriées au mécanisme il exécute dans un même temps deux fois plus de têtes de clous que lorsque la machine a été visitée par le comité des arts mécaniques. Cette production dépasse actuellement 80,000 clous par journée de dix heures. (Arts mécaniques.)

M. *Boulanger*, ferblantier-lampiste, rue de l'École-de-Médecine, 61, annonce à la Société qu'il a perfectionné sa lampe de sûreté pour magasins de droguerie et de pétrole.

M. *de Martiny* (Henri), rue de l'Occident, 18, à Versailles, envoie à la Société des cuirs estampés de manières variées et disposés pour la confection de vêtements, draperies, ornements d'église, reliures, ameublements, et pour d'autres emplois divers. Il attire l'attention d'une manière particulière sur les procédés qu'il emploie pour cet estampage. (Arts économiques.)

M. *de Martiny* (Henri), présente, en même temps, un ventilateur perfectionné pour les mines. (Arts mécaniques.)

M. *Blanchard*, rue de Tilsitt, 16, à Paris, présente à la Société du phosphate ammoniaco-magnésien pour engrais. (Agriculture.)

MM. les *Secrétaires* signalent les publications suivantes dans la partie imprimée de la correspondance.

M. *Huzard* (J. B.). Manuel du petit éleveur de poulains dans le Perche. Paris, 1869, 1 vol. grand in-18.

M. *Huzard*, membre du Conseil, en faisant hommage à la Société de ce petit ou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vrage, résultat de ses recherches pendant un concours auquel il a assisté dans le département d'Eure-et-Loir, attire l'attention sur le but éminemment pratique qu'il s'est proposé en faisant cette publication. Il s'agissait de conseils à donner aux éleveurs; il s'est appliqué à les rendre simples et faciles à appliquer. Après avoir rappelé les conditions physiques dans lesquelles se trouve le *Perche*, les qualités, de tout temps appréciées, du *cheval percheron*, les soins à prendre pour le choix des étalons et des poulinières, et surtout l'importance de ces dernières bien supérieure à celle des étalons pour la bonne qualité des poulains, il traite successivement, et avec un détail minutieux, des *écuries,* de la *nourriture à donner aux poulinières,* des soins qu'*elles* et leurs *poulains* exigent; enfin des *poulains* chez *l'éleveur* et des *poulains de travail.*

M. *Blancard-Évrard* fait hommage à la Société d'encouragement de son ouvrage intitulé : *La photographie*, ses origines, ses progrès, ses transformations. Lille, 1869, 1 vol. in-4 avec 14 planches.

Nécrologie. — M. le *Président* annonce à l'assemblée la perte que la Société vient de faire par la mort de M. *Boullay*, le doyen des membres du Conseil.

Après avoir rappelé les travaux scientifiques de M. *Boullay*, ses recherches sur les éthers, ses travaux sur la *picrotoxine* qu'il trouva dans la coque du Levant, etc., et le bel établissement de pharmacie qu'il fonda à Paris dès 1799, qui firent admettre leur auteur à l'Académie de médecine et dans plusieurs sociétés savantes, et surtout les rapports importants qu'il a faits devant la Société d'encouragement, M. le *Président* exprime les regrets que cette perte inspire à tous ceux qui ont connu M. *Boullay*, et principalement aux membres du Conseil de la Société, dont il suivait encore les travaux, malgré l'âge avancé auquel il était parvenu.

Élection d'un membre adjoint au comité des arts économiques. — Le dépouillement du scrutin donne la majorité des suffrages à M. *Paliard,* architecte en chef de la Préfecture de police.

Rapports des comités. — *Sténographie.* — M. *Laboulaye* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur le sténographe-imprimeur de M. *Bryois.*

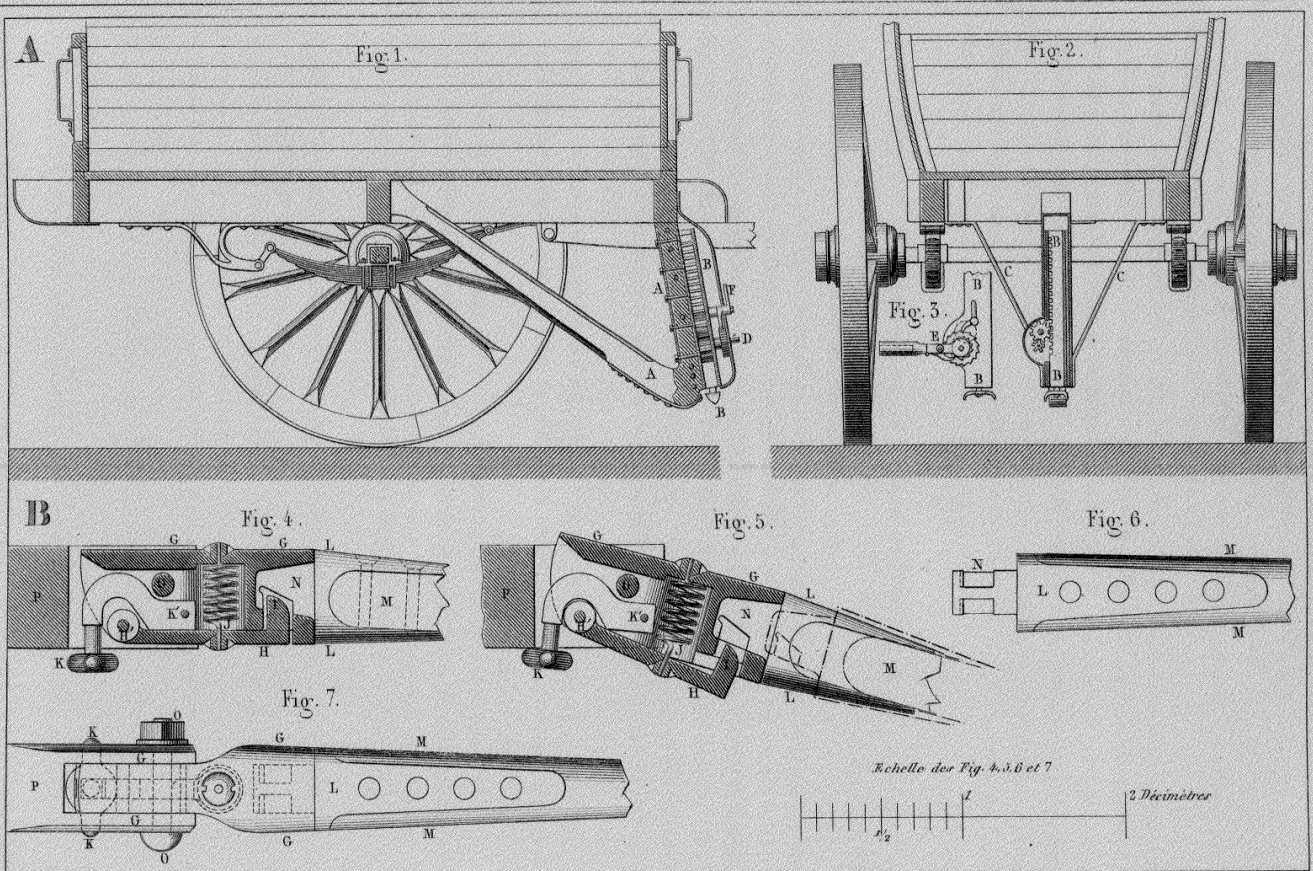
Le comité est d'avis qu'il y a lieu de remercier M. *Bryois* de sa communication et d'insérer le rapport relatif à son sténographe-imprimeur dans le *Bulletin* de la Société.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Nomination d'un membre de la Société. — M. *Radiguet,* constructeur-mécanicien, à Paris, est nommé membre de la Société par un vote au scrutin du Conseil.

Paris. — Imprimerie de madame veuve BOUCHARD-HUZARD, rue de l'Éperon, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



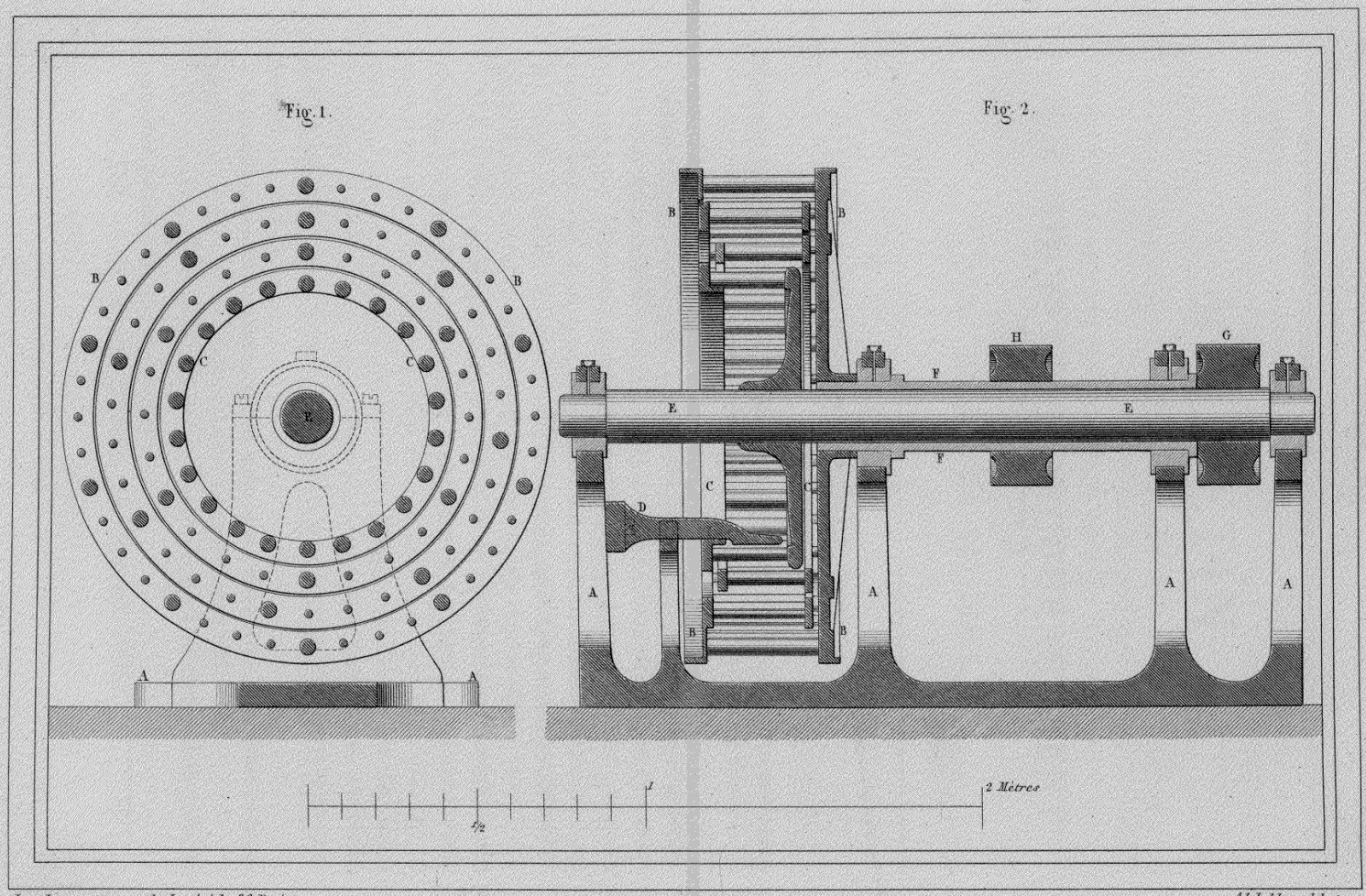
Imp Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

A CHAMBRIÈRE AVEC CRIC DE HAUSSE POUR VOITURES A DEUX ROUES, PAR M. LOILIER.

B SYSTÊME DE BRANCARD POUR VOITURES A QUATRE ROUES ET A UN CHEVAL, PAR M. LAPRÉE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



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

Ad. Leblanc del. et sc.

NOUVEAU SYSTÊME DE MACHINE A BROYER, PAR M. CARR.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

68e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XVI. — Décembre 1869.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

STÉNOGRAPHIE.

RAPPORT *fait par* M. CH. LABOULAYE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* STÉNOGRAPHE-IMPRIMEUR *imaginé par* M. H. BRYOIS, *à Paris.*

Messieurs, la sténographie se rapporte à un ordre de questions trop étrangères aux travaux habituels de la Société d'encouragement pour que nous venions vous entretenir d'un des nombreux systèmes qui sont proposés chaque jour. Ce n'est pas, en effet, un système de sténographie que M. Bryois a soumis à l'examen de la Société, mais bien un appareil mécanique destiné à rendre la sténographie plus rapide et plus sûre.

Si le problème de suivre la parole à l'aide de l'écriture était complétement résolu, il n'y aurait pas d'intérêt à chercher à modifier le système actuel; mais il est loin d'en être ainsi, et il est bien connu de tous ceux qui ont eu recours à des sténographes, qu'avec des efforts merveilleux et en dépensant beaucoup d'intelligence, peu d'entre eux arrivent à fournir une rédaction qui ne soit que médiocrement imparfaite de discours prononcés assez lentement.

L'insuffisance de la sténographie sera bien démontrée en relatant l'organisation du service qu'il a fallu adopter pour le Corps législatif.

Le nombreux personnel chargé de cette fonction se compose de près de quarante personnes, qui se divisent en :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° Rouleurs qui se relayent toutes les deux minutes;

2° Reviseurs qui sténographient un quart d'heure.

En d'autres termes, c'est avec la mémoire que l'on parvient à combler les lacunes de la sténographie, à reconstituer un discours à l'aide des indications incomplètes que l'on a pu tracer pendant que l'orateur parlait.

Sans entrer dans le détail des méthodes de la sténographie, disons en quelques mots en quoi elle consiste.

L'écriture ordinaire ne pouvant évidemment permettre de suivre la parole, c'est à la simplifier, à remplacer les signes longs à tracer par ceux qu'on peut obtenir le plus rapidement, que l'on s'est appliqué. On peut dire que les nombreux systèmes de sténographie (chaque sténographe modifie à sa convenance celui qu'il a appris) satisfont aux conditions suivantes :

1° Remplacement des figures des lettres par de petits traits droits, horizontaux ou inclinés, de traits demi-circulaires placés horizontalement ou verticalement, etc., pouvant tous être tracés rapidement.

2° Pour ne pas en multiplier le nombre, représenter par les mêmes signes les lettres dont les sons diffèrent peu, comme *p* et *b*, *q*, *k*, *gh*, etc.

3° Dans le système de Taylor, les voyelles sont supprimées et rétablies à la lecture, qui ne peut être faite qu'immédiatement et par l'écrivain seul, sous peine de devenir à peu près impossible. C'est ainsi qu'on arrive à écrire avec huit signes, mais avec tant de chances d'erreur, qu'il a fallu les augmenter par des boucles, des sécantes, des renforcements, etc., signes que chaque sténographe multiplie, en raison de ses habitudes et quand il en a le temps, pour faciliter la lecture.

Dans ces conditions de simplicité et de réduction de signes, des hommes très-exercés, très-actifs arrivent à des résultats notables sans doute, mais jamais à suivre un certain temps la parole d'un orateur qui parle un peu vite.

N'y aurait-il pas moyen d'accélérer la rapidité de la production des signes, insuffisante dans tous les systèmes de sténographie écrite pour suivre complétement la parole ? Ce serait évidemment un grand progrès à accomplir.

M. Bryois a eu l'heureuse idée de se servir, à cet effet, d'un clavier qui, pouvant être actionné par les dix doigts des deux mains, agissant presque simultanément, permet d'opérer comme avec dix plumes, et cela en conservant les caractères de l'écriture ordinaire qu'il n'y a plus nul intérêt à remplacer par d'autres signes, et, par suite, de produire de la sténographie lisible pour tout le monde.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La combinaison qu'il a adoptée à cet effet dans l'appareil qu'il a fait breveter depuis plusieurs années consiste en un système de touches permettant de pousser des tiges qui se rapprochent vers leurs extrémités gravées, de manière que leur ensemble formant une surface peu étendue, en hauteur surtout, représente assez bien un paquet de composition d'imprimerie. Le mouvement de chaque touche entraîne un cliquet, qui fait tourner un cylindre et avancer le papier que supporte celui-ci. Ce papier, recouvert d'un autre papier à décalquer enduit de noir, reçoit l'empreinte de chaque signe lors du mouvement de la touche correspondante, pendant que l'espacement des lignes successives empêche toute confusion.

Il nous paraît incontestable que M. Bryois est dans une voie excellente; la rapidité avec laquelle le pianiste qui exécute les morceaux les plus compliqués, touche un nombre de notes supérieur à celui des sons du discours, paraît assurer le succès du système dont nous parlons.

Il reste toutefois un point capital à examiner, qui nous paraît demander quelques essais, à savoir le nombre de touches le plus convenable. L'inventeur a été frappé de la répétition de certaines associations de lettres, comme les articles *le, la, les,* les finales *ien, ment, tion, teur,* etc., et, par suite, de l'avantage de toucher 3, 4 ou 5 lettres par un seul mouvement. Cette idée est séduisante, et, en s'y abandonnant, M. Bryois a porté à trois cents le nombre de ses touches; mais malgré un ordre logique de classement de ces signes, la complication du clavier nous paraît une cause de retards qui détruit, en grande partie pour le moins, les avantages apparents de cette disposition, tout en rendant la machine moins simple et plus coûteuse qu'elle ne serait avec un clavier alphabétique.

L'inventeur s'occupe à faire construire un appareil de ce genre, qui sera l'expression de l'autre système de composition possible, c'est-à-dire, qui ne comprendra qu'une vingtaine de touches actionnées par les dix doigts, afin de l'expérimenter concurremment avec le premier appareil.

Nous croyons que les praticiens se décideront alors à essayer ce genre d'appareils qui n'exige qu'un court apprentissage, et que l'expérience viendra indiquer les modifications secondaires qui assureront le succès d'une idée évidemment juste.

Dès aujourd'hui nous pouvons féliciter M. Bryois, qui n'est nullement sténographe de profession, qui appartient à une de nos grandes administrations, de ses efforts pour réaliser un utile progrès, et, en espérant qu'il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pourra bientôt nous présenter un appareil ayant un véritable succès industriel, nous vous proposons :

1° De remercier M. Bryois de sa communication;

2° D'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé Ch. Laboulaye, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 12 *novembre* 1869.

SAUVETAGE.

Rapport *fait par* M. Henri Peligot, *au nom du comité des arts économiques, sur les moyens proposés pour faciliter le* sauvetage des incendiés, *par* M. Charrière, *rue de l'École-de-Médecine,* 6.

Messieurs, vous avez renvoyé à l'examen de votre comité des arts économiques les moyens proposés par M. Charrière pour opérer le sauvetage des incendiés.

Ces moyens ont été indiqués par l'auteur dans une brochure qu'il a récemment publiée (1); de nombreuses figures, jointes au texte, font comprendre les divers procédés imaginés ou préconisés par M. Charrière, et nous dispensent de les décrire nous-même. Nous nous bornerons donc à spécifier le but que l'auteur s'est proposé d'atteindre, et à rechercher dans quelle mesure il a obtenu les résultats désirés.

M. Charrière voudrait introduire dans les maisons d'habitation des appareils simples et peu dispendieux, qui permissent, en cas d'incendie, à ceux qui les habitent d'opérer eux-mêmes leur sauvetage sans aucun secours extérieur.

Il arrive, en effet, trop fréquemment que, lorsqu'un incendie se déclare dans une maison, l'escalier se trouve envahi par les flammes et ne peut donner passage aux habitants. Le sauvetage doit alors forcément s'opérer par les fenêtres, et c'est, le plus souvent, en nouant des draps bout à bout et en les attachant aux barres d'appui de ces fenêtres qu'on parvient à se sauver.

---

(1) Chez Henri Plon, rue Garancière.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais ce moyen exige un temps assez long et n'offre qu'une sécurité relative. M. Charrière voudrait introduire dans chaque appartement une corde d'une longueur double de la hauteur de l'étage auquel il est situé, et un moyen d'attache de cette corde. C'est principalement sur les divers moyens d'attache qu'il appelle l'attention. Nous les indiquerons sommairement :

1° Un torchon ou une serviette (fig. 1). Les deux extrémités sont nouées ensemble. Le torchon est pressé entre le battant et le dormant de la croisée; le nœud sert à l'arrêter fortement; la corde est passée dans la boucle et fait deux tours.

2° Une plaque d'acier trempée à ressort (fig. 2 et 2 *bis*), munie de six

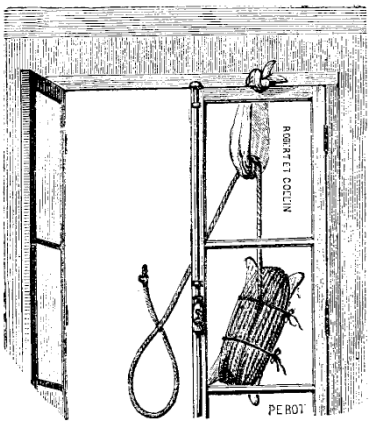


Fig. 1.

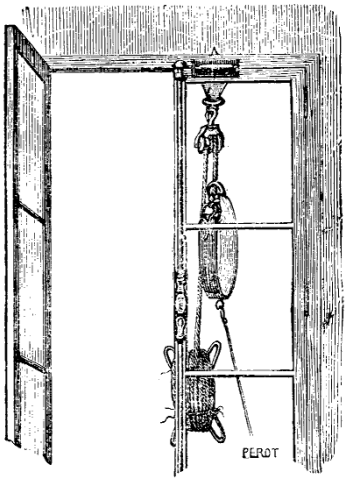


Fig. 2.

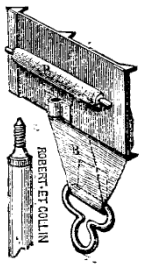


Fig. 2 *bis*.

pointes destinées à la maintenir contre le bois du bâti et du battant de la croisée; une double sangle traverse cette plaque, à laquelle elle est fixée par une tringle en fer. Les deux bouts de la sangle se réunissent sur un anneau en fer, auquel ils sont solidement fixés; cet anneau reçoit la poulie sur laquelle on enroule la corde de sauvetage.

3° Une barre de fer ou d'acier (fig. 3, page 710), un madrier garni de pitons de retenue, une chaîne en fer terminée par deux crochets. Tous ces appareils fonctionnent de la même manière.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On place la barre sur les deux battants de la croisée ouverte. Elle porte, en un point quelconque, un œil destiné à recevoir le crochet de la poulie. Si l'on emploie un madrier, il est muni d'un anneau. Si l'on se sert d'une chaîne, on passe le crochet de la poulie dans un des maillons.

4° Une corde nouée par ses deux extrémités (fig. 4). Le fonctionnement

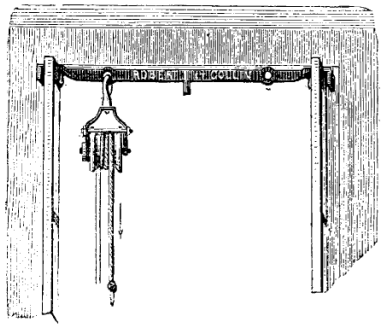


Fig. 3.

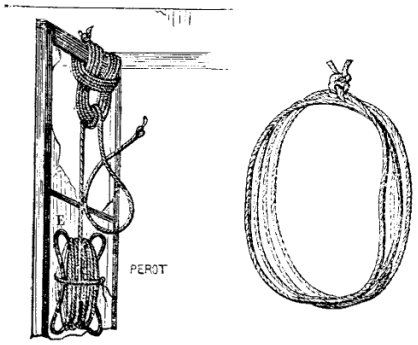


Fig. 4.

est le même que celui que nous avons indiqué d'abord (torchon ou serviette), à cette différence près qu'on peut aussi attacher directement la corde à la partie supérieure du battant, en cassant le carreau du haut de la croisée.

Un certain nombre d'autres modes d'attache ont été décrits par M. Charrière; nous n'avons voulu indiquer ici que les principaux, renvoyant, pour les autres, à la brochure qu'il a publiée.

M. Charrière appelle aussi l'attention sur le mode d'enroulement de la corde, sur le moyen de la faire parvenir aux habitants d'une maison incendiée, enfin sur la poulie dont il se sert pour faciliter le sauvetage.

La corde est enroulée sur une planchette de bois ou sur une tringle de fer (fig. 5), de façon qu'elle puisse se dérouler sans difficulté et sans s'emmêler.

La poulie est munie d'une roue dentée (fig. 6), calée sur l'axe, qui fait lui-même corps avec la poulie. Un rochet, muni d'un ressort, arrête le mouvement de la poulie dans le sens de la descente, de sorte que la poulie est dormante pour la descente, et mobile ou folle pour la montée, ce qui facilite les secours venant de l'extérieur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour faire parvenir du dehors la corde de sauvetage aux incendiés, M. Charrière emploie une corde de secours qu'il attache à la corde de sauvetage. Cette corde de secours porte à l'une de ses extrémités une balle en caoutchouc, qui permet de la faire parvenir facilement à l'étage incendié (fig. 7).

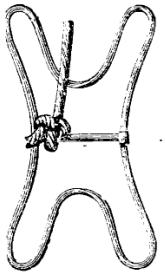


Fig. 5.

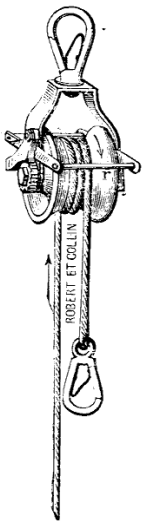


Fig. 6.

Fig. 7.

La brochure de M. Charrière donne sur tous ces appareils et sur leur emploi les détails les plus complets. Nous ne pousserons donc pas plus loin cette description.

Votre comité a assisté, à la caserne des sapeurs-pompiers de la rue du Vieux-Colombier, à l'expérimentation des moyens de sauvetage dont il vient d'être question. Toutes les manœuvres ont été faites avec facilité et rapidité.

Ainsi que nous l'avons dit en commençant ce rapport, le but que M. Charrière s'est proposé d'atteindre est principalement l'introduction, dans les appartements, d'appareils simples et peu embarrassants, pouvant, en cas de danger, servir au sauvetage des habitants.

Il considérerait comme particulièrement intéressant que ces engins fussent adoptés dans les établissements renfermant un grand nombre de personnes, et présentant, en cas de sinistre, un danger spécial, dans les lycées et les hôpitaux, ou les manufactures, par exemple.

Les moyens indiqués par M. Charrière sont simples et peu coûteux; leur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

efficacité ne saurait être douteuse, et nous ne pouvons que nous associer au désir qu'il exprime.

Votre comité a donc l'honneur de vous proposer, Messieurs :

1° De remercier M. Charrière de son intéressante communication;

2° D'insérer le présent rapport au *Bulletin*, avec les principaux dessins contenus dans la brochure de M. Charrière;

3° D'ordonner que copie de ce rapport soit adressée à M. le Ministre de l'intérieur et à M. le Ministre de l'instruction publique.

Signé Henri Peligot, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *août* 1869.

ARTS CHIMIQUES.

NOTE SUR LES LACS ALCALINS DE LA CALIFORNIE, PAR M. J. ARTHUR PHILLIPS.

Les sources alcalines et thermales abondent sur une grande partie du territoire de l'État de la Californie ; en même temps, dans plusieurs districts d'une certaine étendue, et particulièrement dans le voisinage du grand désert du Colorado, le sol présente cette particularité remarquable que, pendant les temps de sécheresse, il se couvre d'efflorescences blanches, formées en partie de différents sels de soude. Dans ces régions si riches en eaux minérales, les eaux potables sont malheureusement très-rares, et c'est à peine si l'on en rencontre une fois ou deux dans un trajet d'un jour entier.

L'auteur se propose, dans cette note, de décrire brièvement quelques-uns des lacs tels que ceux de Mono et d'Owen, où les eaux alcalines sont très-abondantes, ainsi que le lac Kaysa renommé pour le borax qu'il fournit.

Lac Mono.

Le lac Mono présente, de l'est à l'ouest, une longueur de 14 milles environ (22,50 kilom.), sur une largeur qui est, au maximum, de 9 milles (14,45 kilom.), du nord au sud, mais qui devait être autrefois plus considérable, si l'on en juge par les gradins parallèles laissés par les eaux en se retirant, et montrant indubitablement la place de ses anciennes rives. Ces traces sont surtout visibles dans une ravine située du côté sud-ouest, et qui est le produit d'érosions successives, ayant creusé le sable qui entoure le lac jusqu'à une profondeur de 60 à 100 pieds (18 à 30^{m}). On estime qu'autrefois le niveau des eaux a dû être au moins à 600 pieds (180^{m}) plus élevé qu'il ne l'est aujourd'hui, et il n'est pas improbable qu'il n'y ait eu, à cette époque, commu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nication avec les vallées de Carson et de Humboldt, circonstance qui devait alors constituer un des traits les plus caractéristiques de la géographie de cette contrée.

Les eaux du lac, dont la densité est très-élevée, sont fortement alcalines et salines ; elles font disparaître facilement les taches de graisse, et possèdent des qualités détersives beaucoup plus prononcées que les eaux de savon ordinaires. En addition au sel ordinaire (chlorure de sodium), elles renferment en fortes proportions des carbonate et sulfate de soude, et apparemment aussi une certaine quantité de chaux, car on trouve des amas de tuf calcaire le long des rives, et sur les gradins étagés au-dessus d'elles. Près de la rive nord existent de nombreuses sources dont les eaux très-calcaires, ont formé des dépôts abondants, concrétions qui s'élèvent parfois jusqu'à 6 et 10 pieds (1^{m},80 et 3^{m}) au-dessus du niveau du lac, en affectant la forme de gigantesques *fungus*.

Plusieurs îles existent au milieu du lac, dont la plus grande a 2,5 milles (un peu plus de 4 kilomètres) de longueur, et la plus petite un demi-mille (804^{m},50). Au nord de cette dernière, se trouve un groupe de petits îlots d'origine volcanique, tandis qu'au sud-est de la première on rencontre de nombreuses sources thermales, émettant des effluves de vapeur. Ces sources se répandent sur une trentaine d'acres de terre (environ 12 hectares), et coulent jusque dans le lac lui-même, dont les eaux, jusqu'à une distance considérable, accusent une élévation sensible de température. La vapeur et les gaz chauds qui s'échappent en même temps d'une centaine de fumerolles, en produisant un bruit qui s'entend souvent au loin, déposent autour de certaines ouvertures une espèce d'incrustation rougeâtre qui est probablement composée d'oxyde de fer ; la présence du soufre ne s'accuse d'aucune manière, ni par odeur, ni par dépôt. On remarque, dans la même île du côté nord, deux cratères bien définis s'ouvrant au milieu d'une roche basaltique ; aujourd'hui ils sont complétement remplis d'eau.

La plus petite île est entièrement formée d'une roche basaltique, très-dure et de couleur foncée ; à son extrémité ouest, on y aperçoit un cône d'une certaine élévation composé de la même roche, et dont le sommet est recouvert de cendre.

Des myriades d'oiseaux aquatiques affluent dans cette région pendant la saison de la ponte ; quant aux eaux du lac, à l'exception des larves d'une certaine mouche, elles sont complétement désertes. Ces larves, qui sont de petits vers blancs, foisonnent en si grande quantité, que les Indiens en font, sous le nom de *Koo-chah-bee*, un article important de consommation. Dans ce but, ils commencent par les mettre sécher au soleil, puis ils les frottent entre leurs mains, pour en détacher l'épiderme durci, qu'ils séparent ensuite au moyen d'un vannage dans des corbeilles plates. Après vannage, ils réduisent les vers en une espèce de pâte, et la font cuire dans les cendres chaudes.

Au sud du lac Mono s'étend une chaîne de volcans éteints. Dans toute cette région, l'obsidienne et la pierre ponce sont extrêmement abondantes, et le sol est tellement desséché, tellement pulvérulent, que le voyageur y enfonce à chaque instant jusqu'à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la cheville, inconvénient auquel il faut joindre celui de rencontrer difficilement la plus petite quantité d'eau potable.

Lac Owen.

Le lac Owen est situé à 100 milles environ (près de 161 kilom.) au sud-est du précédent, par 36° 20′ S. de latitude et 118° O. de longitude (méridien de Greenwich) ; sa longueur est de 22 milles (35,4 kilom.), et sa largeur d'environ 8 milles (12,85 kilom.). Il reçoit les eaux d'une rivière de même nom, qui prend sa source dans la Sierra-Nevada, non loin de celles du San Joaquin, et n'a pas de déversoir apparent; ses bords sont recouverts sur une grande épaisseur d'incrustations alcalines. Comme celles du lac Mono, ses eaux sont entièrement inhabitées, mais les Indiens viennent y faire également une ample moisson de larves, qu'ils font sécher pour leur provision d'hiver.

Ces eaux ont une pesanteur spécifique de 1,076, et contiennent 7128,24 grains de matière solide par gallon impérial (461^{gr},70 pour 4^{lit},54, soit 101^{gr},70 par litre). Cette matière solide se compose de 2942 grains (11^{gr},80) de chlorure de sodium, 956 grains (61^{gr},20) de sulfate de soude et 2914 grains (186^{gr},50) de carbonate de soude ; la différence s'applique à des sulfate et phosphate de potasse, à de la silice et à des traces de matières organiques, ainsi qu'à de l'iode qui existe en très-faibles proportions.

Les incrustations qu'on trouve sur les bords du lac, et qui s'y accumulent à certaines époques de l'année par centaine de tonnes, sont le produit d'efflorescences d'un blanc jaunâtre ; un échantillon soumis à l'analyse a donné les résultats suivants :

Chlorure de sodium.	2,14
Sulfate de soude.	3,10
Carbonate de soude.	46,10
Silice.	0,22
Potasse.	traces.
Eau et traces de matières organiques.	48,44
	100,00

Dans l'échantillon analysé, l'acide carbonique ne formait avec la soude qu'un monocarbonate; mais d'autres échantillons, recueillis sur d'autres points, ont accusé un excès notable d'acide carbonique.

A 20 milles (32,18 kilom.), au sud du lac Owen, est un étang dit *little lake* (petit lac), qui remplit indubitablement l'espace vide formé par le cratère d'un volcan éteint, et au voisinage duquel se trouvent plusieurs sources thermales remarquables. Le pays qui sépare cet étang du lac Owen est une plaine sablonneuse stérile, où l'on ne trouve pour toute végétation que quelques cactus et quelques touffes rabougries d'une sauge sauvage. La présence, à la surface du sol, de nombreux fragments d'obsidienne, de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pierre ponce et de tufs, et l'existence de nombreux cratères éteints qu'on aperçoit à distance, indiquent suffisamment la nature volcanique de toute cette région.

Lac Kaysa ou lac de borax.

La nappe d'eau à laquelle les Indiens donnent le nom de lac Kaysa est située dans e comté dit Lake County, à 110 milles de San Francisco (plus de 177 kilom.), un peu à l'est de Clear Lake, et à moitié chemin environ entre Cache Creek et Hawkin's Arm.

Ce lac, qui est séparé de Clear Lake par une chaîne de montagnes de peu d'élévation appartenant à la période crétacée, présente, dans les circonstances ordinaires, une longueur d'un mille environ (1609^{m}), sur une largeur moyenne d'un demi-mille (804^{m},50). Son étendue, néanmoins, varie considérablement à différentes époques de l'année, car ses eaux couvrent une plus large surface au printemps qu'en automne, et, comme on n'y remarque aucun courant, son alimentation doit être le résultat du drainage des montagnes environnantes, en même temps que de l'affluence des eaux provenant des sources qui existent probablement au fond du bassin. Ordinairement la profondeur de la nappe varie de 5 pieds (1^{m},50), en avril, à 2 pieds (0^{m},60) à la fin d'octobre.

On y trouve du borax sous forme de cristaux de différentes dimensions, empâtés au fond du bassin, dans une boue extrêmement onctueuse. C'est à la profondeur de 3,50 pieds (1^{m},05) qu'on en rencontre le plus ; mais un trou de sonde de 60 pieds (18^{m}), creusé vers le centre, a démontré la présence de ce sel sur toute cette hauteur.

C'est vers le centre du lac, et sur une région équivalente à peu près au tiers de la surface totale, que les cristaux sont le plus abondants; néanmoins sur les autres points la boue en fournit encore, et il n'est pas rare d'en trouver parfois des morceaux qui pèsent jusqu'à une livre (0^{k},453). Les plus gros cristaux sont, en général, découverts dans une argile bleuâtre, compacte, à la profondeur de 3 ou 4 pieds (0^{m},90 ou 1^{m},20) ; un peu au-dessus, on trouve des petits cristaux psesque purs, formant une couche de 2,5 pouces (0^{m},06), au milieu de laquelle apparaissent de temps en temps d'autres cristaux de plus forte dimension.

Les cristaux ne constituent pas, à eux seuls, toute la richesse du lac, car la boue est elle-même extrêmement boracique; suivant M. Oxland, cette richesse (cristaux compris) est de 17,73 p. 100, et suivant M. Moore de San Francisco, qui en a fait de nombreuses analyses, elle peut renfermer jusqu'à 18,86 p. 100 de borax. Du reste, ce n'est pas la boue seule qui contient le précieux sel ; tous les terrains environnants en sont plus ou moins imprégnés, ainsi que le constatent de nombreux puits creusés sur les bords du lac.

Le borax qu'on fabrique dans ce pays provient exclusivement des cristaux naturels qu'on retire, au moyen d'un simple lavage, de la boue qui les empâte ; celle-ci

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est ensuite rejetée dans le lac. Tout le travail est fait par des ouvriers chinois.

Jusqu'en 1866 l'extraction de la boue se faisait à bras au moyen de quatre caissons en tôle, ayant 6 pieds carrés de section ($0^{m2},55$) et 9 pieds de profondeur ($2^{m},70$) ; ces caissons, installés sur un radeau pourvu d'une toiture et muni, au centre, d'une ouverture de 15 pieds carrés environ ($1^{m2},40$), étaient suspendus au moyen d'un système de corde et de poulie. Le radeau parcourait la surface du lac en se mouvant toujours parallèlement à lui-même et en faisant de temps en temps des stations, pendant lesquelles on descendait les caissons qu'on laissait s'enfoncer par leur propre poids dans la boue. Quand ils étaient suffisamment remplis, on les hissait, et, après en avoir rejeté l'eau, on en transvasait la boue dans des baquets que des porteurs allaient vider dans de larges réservoirs rectangulaires ; là, cette boue était constamment remuée par des râteaux en même temps que lavée par un courant d'eau continu, amené du lac même par des pompes chinoises.

Aujourd'hui on a remplacé les caissons par des dragues, et la boue est lavée, comme auparavant, dans des réservoirs. La quantité d'eau employée au lavage est considérable (plus de 400,000 litres y sont affectés chaque jour) ; mais cette eau, en retournant au lac, entraîne une grande partie du sel, ainsi que le prouve sa densité, en sorte qu'on recueille à peine la moitié du borax amené par les dragues.

M. Phillips raconte que, à l'époque où il a visité cette localité (1866), la quantité de borax brut obtenue par jour s'élevait à peu près à 3000 livres (1 350 kilog.). Après lavage, on dissolvait les cristaux dans l'eau chaude, et on faisait recristalliser dans des récipients garnis intérieurement de feuilles de plomb ; puis les nouveaux cristaux étaient enfermés dans des boîtes contenant chacune 112 livres ($50^{k},80$). Cette opération de raffinage du sel donnait lieu finalement à une production journalière de 2 500 à 2 600 livres (1 125 à 1 170 kilog.), coûtant environ 18 liv. st. par tonne (soit 443 fr. par tonne de 1000 kilog.).

Les procédés qui viennent d'être décrits sont évidemment très-rudimentaires, et il est probable qu'on obtiendrait un rendement supérieur en soumettant la boue du lac à un lavage plus rationnel. La région boueuse du lac occupant une superficie qui dépasse de beaucoup 300 acres (121 hectares), si l'on admet que le tiers seulement de cette étendue qu'on exploite aujourd'hui est suffisamment riche pour supporter les frais du traitement imparfait qu'on fait subir à la matière, on est conduit par le calcul aux résultats suivants :

100 acres équivalant à 484 000 yards carrés (environ 404 624 mètres carrés), si l'on suppose que l'on exploite la boue jusqu'à 3,50 pieds ($1^{m},05$) de profondeur, on arrive à un cube total de près de 565 000 yards cubes (près de 425 000 mètres cubes). D'un autre côté, comme 1 yard cube ($0^{m3},764$) pèse une tonne (1 015 kilog.), il en résulte que le poids total de la boue, à l'état humide, sera de 565,000 tonnes (environ 600 000 tonnes), et, à l'état sec, de 226 000 tonnes (240 000 tonnes), en admettant une proportion de 60 pour 100 d'eau. Enfin, en attribuant à la richesse de la matière la moyenne des analyses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de MM. Oxland et Moore citées plus haut, moyenne s'élevant à 18,29 p. 100 de borax, on trouve que la masse totale de boue contiendrait 41 335 tonnes (43 896 tonnes) de sel ; mais, comme en pratique on n'obtient qu'un rendement de 12 p. 100, il ne faut compter que sur un chiffre de 27 120 tonnes (28 800 tonnes).

D'après M. S. M'Adam d'Edimbourg, la composition du borax brut du lac Kaysa est celle-ci :

Biborate de soude sec.	51,85
Eau de cristallisation.	45,44
Matière insoluble.	1,42
Sulfate de soude sec.	0,06
Chlorure de sodium sec.	0,08
Phosphate de soude sec.	1,15
	100,00

L'eau du lac a une pesanteur spécifique moyenne de 1,0274 ; voici les résultats de l'analyse qu'en a faite M. Moore :

	Par gallon impérial.	Par litre.
Chlorure de sodium.	1198,66 grains.	16,89 grammes.
— de potassium.	9,92 —	0,14 —
Iodure de magnésium.	0,22 —	0,003 —
Bromure de magnésium.	traces.	traces.
Bicarbonate de magnésie.	»	»
— de soude.	188,28 —	2,65 —
— d'ammoniaque.	traces.	traces.
Carbonate de soude.	578,65 —	8,15 —
Biborate de soude.	281,48 —	3,96 —
Phosphate d'alumine.	3,52 —	0,049 —
Sulfate de chaux.	traces.	traces.
Acide silicique.	2,37 —	0,033 —
Matières volatiles à la chaleur du rouge.	238,66 —	3,36 —
	2501,76 —	35,235 —

Dans l'analyse précédente, tous les sels sont donnés à l'état anhydre ; par conséquent, si l'on veut calculer le borax cristallisé, il faudra ajouter, aux 281,48 grains trouvés ci-dessus, les 47 pour 100 d'eau qu'il doit contenir. On voit, par là, que les eaux du lac sont elles-mêmes assez riches pour qu'on puisse en tirer parti, et l'on estime qu'elles pourraient fournir un supplément de plus de 6 000 tonnes de borax.

De tous les sels contenus dans ces eaux, le borax étant le moins soluble, il n'est pas étonnant qu'on l'y trouve au milieu de la boue à l'état de cristaux ; d'ailleurs, en plongeant dans le lac une simple baguette et en la retirant au bout de peu de temps, on peut se convaincre, à la vue des petits cristaux qui la recouvrent, que le phénomène est toujours en voie de formation. Quant à la production même du sel, ne peut-on pas supposer qu'elle est due à la décomposition du carbonate de soude par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'acide borique que dégagent les sources existant au fond du lac, décomposition que semble prouver l'acide carbonique qui s'échappe en abondance de la surface des eaux? Si cette supposition est vraie, il est plus que probable que, en exploitant avec modération le borax, on n'aura pas à craindre d'appauvrir le gisement, puisque tout le sel qu'on retire sera promptement remplacé par le travail continu que la nature opère.

La région qui vient d'être décrite n'est pas la seule qui contienne du borax; on en trouve encore dans les eaux d'un autre lac situé, dans une petite vallée, à quelques milles au nord-est de Clear Lake, et entouré d'une épaisse forêt de chênes et de pins. Le fond de ce lac, qui couvre une superficie de 20 acres environ (8 hectares), se compose d'une boue argileuse analogue à celle du lac Kaysa; mais on n'y trouve pas de cristaux, bien que les eaux soient très-chargées de borax en solution.

Enfin on trouve encore, au voisinage des deux lacs dont nous venons de parler, de nombreuses sources dont les eaux renferment une proportion plus ou moins forte du précieux sel.

Au nord-est du lac Kaysa, et à 1 mille environ des rives de Clear Lake, existe un gisement important de soufre qui laisse encore apercevoir l'action des sulfatares. Les roches volcaniques de ce district présentent de nombreuses traces de décomposition et accusent de larges fissures, d'où s'échappent constamment des jets de vapeurs d'eau et de soufre. Le dépôt de soufre, qu'on rencontre là, occupe une très-grande étendue; quant à son épaisseur, les travaux qu'on a faits jusqu'ici n'ont pas assez d'importance pour qu'on puisse se prononcer à cet égard.

Aujourd'hui on ne raffine encore que 6 à 8 tonnes de soufre par jour, opération qu'on pratique, par voie de distillation, dans de grandes cornues en fonte; le produit est employé à la fabrication de l'acide sulfurique, de la poudre et des allumettes chimiques.

Un phénomène intéressant à signaler est la présence du cinabre dans ce gisement; on le trouve dans une gangue quartzeuse, tantôt associé avec le soufre et tantôt complétement séparé.

En s'avançant à 2 milles plus loin, on rencontre encore un autre important dépôt de soufre situé dans la région qu'on désigne sous le nom de *Chalk Mountain* (montagne de craie), à cause de l'aspect blanc qu'elle présente et qu'elle doit aux phénomènes de décomposition de la roche. Enfin le soufre existe également sur la route de Colusa dans un endroit appelé, pour cette raison, *Sulphur Springs;* mais ici, comme à Chalk Mountain, le cinabre fait défaut.

A Chalk Mountain la roche est extrêmement fissurée, et, ainsi qu'on l'a dit, très-décomposée par l'action de la vapeur d'eau et des vapeurs acides; il y a, sur ce point, de nombreuses sources dont les eaux sont très-riches en acide carbonique.

En résumé, les matières volcaniques et les sources chaudes qu'on rencontre dans ce pays se trouvent sur une ligne qui, partant de Clear Lake à l'est, se dirige vers la vallée du Sacramento; mais le professeur Whitney considère les choses de plus loin, et il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

croit à la présence d'une vaste fissure qui s'étendrait depuis les Geysers jusqu'à la vallée du Sacramento, en traversant l'amas volcanique dont le mont Sainte-Hélène est le point culminant.

(M.)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Note sur les variations que subit la densité de l'acier et du bronze soumis à l'action successive du choc et de la chaleur et sur le bronze des instruments sonores, par M. Alfred Riche. — I. La trempe et le recuit produisent des effets tout à fait inverses sur l'acier et sur le bronze; tandis que la trempe diminue la densité du premier, elle augmente la densité du second. Le fait, dit l'auteur, n'a rien que de naturel, car la trempe durcit l'acier travaillé, tandis qu'elle adoucit le bronze. Quant au recuit, il augmente la densité de l'acier trempé, tandis qu'il diminue la densité du bronze trempé.

En présence de ces résultats, démontrés par plusieurs séries d'expériences, M. Riche a pensé qu'il n'était pas sans intérêt de déterminer si ces différences ont également lieu lorsqu'on soumet ces matières à l'action du marteau ou du balancier. Le tableau suivant montre les variations que subit la densité quand on soumet l'acier et le bronze à l'action successive du choc et de la chaleur (1) :

	ACIER		BRONZE	
	1	2	Trempe.	Recuit.
Densité initiale.	7,845	7,847	8,527	8,660
— après l'action du feu.	7,849	7,849	8,543	8,653
— après la première frappe.	7,839	7,843	8,771	8,738
— après la deuxième action du feu.	7,844	7,843	8,777	8,790
— après la deuxième frappe. . . .	7,838	7,839	8,871	8,833
— après la troisième action du feu.	7,844	7,845	8,877	
— après la troisième frappe.	7,837	7,841	8,918	
— après la quatrième action du feu.	7,849	7,854	8,927	
— après la quatrième frappe. . . .	7,849	7,849	8,937	
— après la cinquième action du feu.	7,844	7,845	8,945	

(1) Ces métaux étaient en disques pesant 80 à 150 grammes. On les frappait sous un balancier mû par quatre hommes. L'acier a été réduit. Le bronze a été trempé dans certaines expériences, recuit dans d'autres. Les matières étaient placées dans une même caisse en tôle, entourée de poussier de charbon.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On voit, par ces chiffres, que le choc agit d'une façon très-différente sur le bronze et sur l'acier. Il accroît considérablement la densité du premier, tandis qu'il amène une différence à peine sensible dans celle de l'acier ; il tendrait même à la diminuer. Si ce dernier effet se réalisait dans toutes les conditions de choc pour l'acier, on pourrait en conclure que le choc se comporte, dans ces deux circonstances, comme la trempe. Le fait n'est pas douteux, pour le bronze au moins, et, comme dans ce cas l'action de la chaleur et le choc tendent tous deux dans le même sens, la densité s'accroît considérablement; en effet, après cinq trempes, la densité s'est élevée de près du vingtième.

On comprend alors, d'une part, comment un bloc d'acier soumis à l'enfoncement pour en faire un coin subit trente et même soixante recuits sans s'altérer, et on peut s'expliquer, d'autre part, comment tous les efforts entrepris dans notre pays pour fabriquer les tamtams et les cymbales avec le métal des Chinois et des Turcs ont été sans résultat, car, une fois le métal coulé, on le porte au rouge, on le trempe, puis on le travaille au marteau *à froid,* toutes opérations qui contractent le métal et en amènent la rupture pendant le travail.

Pour réussir, il faudrait suivre minutieusement le mode de travail des Orientaux; or nous le connaissons parfaitement aujourd'hui, grâce à divers voyageurs, et surtout à M. Champion, préparateur au Conservatoire des arts et métiers, qui décrit cette fabrication avec les plus grands détails dans un ouvrage récent. Cette méthode est très-rationnelle ; toute la partie du travail qui a pour but d'amincir le métal coulé consiste en un martelage rapide, exécuté à une haute température. La dilatation produite par la chaleur contre-balance la contraction déterminée par le martelage. A cet égard, voici les expériences en grand faites par M. Riche :

II. Les analyses du métal des Chinois qui ont été faites par différents expérimentateurs, ayant montré que cette matière est formée d'étain et de cuivre, environ dans le rapport de 20 du premier pour 80 du second, on a coulé des barres de bronze à 21,5, 20,0 et 18,5 pour 100 d'étain ; puis on les a soumises à l'action du marteau, à des températures comprises entre le rouge-vif et la température ordinaire. A froid, le métal est cassant comme du verre; vers 300 à 350 degrés, on observe une amélioration sensible; au rouge sombre, on croirait avoir affaire à un métal entièrement différent, car il se travaille comme le fer ou le bronze d'aluminium. On voit le métal s'aplatir sans rompre sous les plus puissants marteaux, et on réduit sans difficulté des lames de 6 à 8 millimètres à l'épaisseur de 1 millimètre. Les feuilles obtenues ont l'aspect du métal des Chinois et elles sont douées d'une grande sonorité.

L'action du laminage est plus saillante encore, parce que, sous le marteau, le métal est si vite refroidi qu'il faut recuire d'instant en instant, ce qui allonge et complique le travail; tandis qu'au laminoir on peut donner des passes très-fortes et amincir la lame avec rapidité si l'on opère au rouge sombre; à froid, une seule passe suffit pour la réduire en écailles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cet alliage se coupe à chaud, comme le fer et l'acier ; il présente le grain fin et homogène de ce dernier. On le soude sans difficulté avec la soudure des bijoutiers.

Les quelques essais suivants semblent montrer que la densité n'éprouve, par le martelage et le laminage à chaud, que des modifications peu sensibles.

	Densité après coulée.	Densité après forgeage.
Bronze chinois rapporté par M. Champion.	»	8,948
Bronze à 21,5 pour 100 d'étain.	8,938	8,929
— 18,5 —	8,882	8,938
— 20,0 —	8,924 8,918 8,912	8,920

Ce dernier alliage était sous forme d'une lame de 6 millimètres après la coulée. On l'a laminée, puis forgée, de façon à réduire son épaisseur à 1 millimètre avant d'en prendre la densité. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences.* — Extrait.)

Sur la mine de cuivre du Phénix, au lac Supérieur (États-Unis), par M. Ch. T. Jackson. — La mine de cuivre du Phénix, découverte, en 1844, par M. Ch. T. Jackson, renferme aujourd'hui l'exploitation la plus prospère de toute la région du lac Supérieur, dans l'État du Maine. Au mois de juin 1869, une masse de cuivre d'une très-grande dimension, ayant $19^{m},50$ de long, $0^{m},96$ de hauteur, et $1^{m},20$ d'épaisseur à l'extrémité où elle a été mise à découvert par un coup de mine, a été en partie dégagée par une opération d'abatage ; c'est, de beaucoup, la plus grosse masse de cuivre natif qui ait jamais été découverte. Si l'épaisseur moyenne était de $1^{m},20$, et si la masse avait la pureté moyenne du cuivre de cette région, elle donnerait au moins 1 000 tonnes de cuivre raffiné, valant, à raison de $0^{f},20$ la livre ($0^{k},453$), 2 millions de francs.

Le gîte dans lequel se trouve cette masse constitue une véritable veine coupant à angle droit différents bancs de trapp, dont quelques-uns sont cuprifères, un banc épais de grünstein, un banc de conglomérat, et plusieurs bancs peu épais de nouveau grès rouge ou permien. Cette veine se dirige vers le nord 20° ouest et plonge vers l'est. La gangue est composée principalement de spath calcaire, de quartz et de prehnite, qui sont les gangues qu'on rencontre le plus souvent dans la contrée. Dans la galerie de 73 mètres, une ramification, qui avait été découverte précédemment à la surface, se réunit au gîte principal qui, à ce point, commence à produire de nouveau du cuivre massif. Dans la partie inférieure de la mine, où est la galerie de $109^{m},70$, le gîte, dans les portions qui ont été ouvertes, contient un grand nombre de petites masses de cuivre en même temps que la grande masse qui est située à 144 mètres au-dessous de la surface et à 195 mètres au sud du banc de grünstein.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Édouard H. Jackson, qui dirige les travaux avec beaucoup d'habileté et d'énergie, s'est servi, le premier, de nitroglycérine pour les coups de mine.

Un nouveau gisement de minerai d'étain a été récemment découvert sur le territoire de la ville de Winslow, situé dans le même État du Maine. Ce minerai a été trouvé par M. Daniel Moore, et a fourni, à l'essai, 46 pour 100 d'étain fin; après avoir été lavé et nettoyé au moyen des acides, il donnait même 75,5 pour 100.

Il y a plus de quarante petites veines, dont l'épaisseur varie de $0^m,006$ à $0^m,30$. Les roches avoisinantes sont un calcaire gris bleuâtre métamorphique, présentant des traces évidentes de stratification et un gneiss; le calcaire forme un des côtés de la masse de petites veines et le gneiss l'autre côté. Il y a aussi un dyke de trapp qui accompagne les veines stannifères, et qui renferme lui-même un peu de minerai d'étain. Les minéraux qui composent les veines sont le quartz, le mica argentin et le spath fluor. Le minerai d'étain est cristallisé, et se présente aussi à l'état amorphe, en nodules gros comme des noisettes ou des glands. (*Comptes rendus,* etc. — Extrait.)

Renseignements sur les mines et sur certaines industries de la Russie en 1867. — Les 1 043 mines d'or de l'empire, occupant 60 000 ouvriers, ont produit, en 1866, 26 560 kilog. de métal pur. La Sibérie seule renferme plus de 500 gisements aurifères, employant 34 000 personnes.

La production de l'argent est bien moindre, car les mines de l'Altaï, de Nertschinsk, du Caucase et des autres provinces n'ont fourni que 18 000 kilog.

Des sept mines de platine il a été extrait 1 712 kilog. de ce précieux métal.

Les diverses localités des monts Ourals et autres lieux ont livré 4 320 tonnes de cuivre d'excellente qualité.

Les ateliers de construction de machines et les fonderies occupent plus de 30 000 hommes.

La statistique des produits manufacturés du lin, du chanvre, du coton, de la soie; des tanneries, des fabriques de draps, de cristaux; des filatures, des ateliers de tissage et de teinture, embrasse plusieurs centaines de mille ouvriers des deux sexes.

Pour montrer le progrès des industries agricoles, il suffira de dire que, en 1867, les 262 fabriques de sucre de betterave ont produit 70 millions de kilog. de sucre, et les 4 500 distilleries, 3 400 000 hectolitres d'eau-de-vie. Parmi les dix gouvernements producteurs de sucre, tels que Kiew, Tchernigow, Toula, Kharkow et la Podolie, celui de Kiew occupe le premier rang, et compte 67 fabriques occupant 27 000 ouvriers.

Les progrès de la viticulture sont très-marqués dans les provinces méridionales, et spécialement en Crimée, où d'habiles vignerons français ont parfaitement acclimaté les meilleurs cépages venus de la Bourgogne et du Bordelais.

Les plantations de tabac acquièrent un grand développement, et ont livré au com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

merce, en 1867, plus de 382 000 quintaux métriques. Les meilleures qualités proviennent de la Bessarabie, de l'Ukraine, de la Wolhynie et de la Tauride ; la production a triplé en cinq ans. (*Journal officiel de l'Empire.*)

Statistique des industries textiles dans le Royaume-Uni de la Grande-Bretagne et de l'Irlande. — Le nombre total des fabriques établies dans les divers comtés du Royaume-Uni s'élève, pour les industries textiles, au chiffre de 6 403, et la population des ouvriers qui les dessert à celui de 854 243 individus, dont 160 034 enfants au-dessous de 18 ans.

Dans cette énumération le coton est au premier rang : 401 064 ouvriers manipulent sans cesse ce précieux produit dans 2 549 fabriques.

La laine, qui vient ensuite, divisée en laine filée et laine cardée, est travaillée principalement dans les riches plaines du Yorkshire ; ses fabriques, au nombre de 1 414, occupent 262 264 personnes.

La soie, dont la fabrication prend chaque jour une nouvelle importance, met en mouvement 978 168 dévidoirs desservis par 41 017 ouvriers, sur lesquels il faut compter 3 000 jeunes filles au-dessous de 18 ans et 2 464 femmes au-dessus de cet âge.

Quant au lin et au chanvre, leur fabrication ne peut être comparée ni par le nombre des fabriques ni par leur importance à celle des trois autres produits. Toutefois il est à remarquer que les ouvriers occupés aux diverses préparations que subit le lin sont dans une proportion de 70 pour 100 supérieure en nombre à celle des ouvriers cotonniers.

La bonneterie, la passementerie et les dentelles sont généralement en progrès. La fabrication de cette dernière branche d'industrie est, d'ailleurs, spécialement protégée par la Reine et les dames de la cour, où il ne se porte que des dentelles anglaises dites *point d'Honiton.*

La force motrice totale employée dans toutes les industries textiles est représentée par 372 577 chevaux-vapeur ; sur ce chiffre, l'industrie du coton en absorbe, à elle seule, une grande partie.

Le nombre de 854 243 ouvriers donné plus haut se décompose comme suit :

Enfants au-dessous de 13 ans	du sexe masculin. . .	41 515
	du sexe féminin. . .	43 948
Ouvriers de 13 à 18 ans.		74 571
Ouvriers au-dessus de 13 ans.		479 596
Ouvriers au-dessus de 18 ans.		214 613
Total.		854 243

(*Annales du commerce extérieur.*)

Progrès des voies et moyens de communication en France. — Il résulte de documents officiels que les progrès des voies et moyens de communication

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en France depuis 1851, c'est-à-dire dans une période de dix-huit ans, ont été comme suit :

	1851	1869
Longueur des chemins de fer.	3 546 kilom.	16 260 kilom.
— des routes impériales.	30 653 —	37 990 —
— des routes départementales. . .	42 000 —	48 180 —
— des chemins vicinaux de grande communication.	47 925 —	74 771 —
— des rivières classées.	9 551 —	9 623 —
— des canaux.	4 902 —	5 077 —
— du réseau télégraphique. . . .	2 123 —	37 151 —
Nombre des bureaux de poste.	3 670	5 080
— de lettres.	165 000 000	323 525 195

(Extrait des *Annales des ponts et chaussées.*)

De l'influence de la lumière solaire sur les huiles de pétrole.— Des expériences récemment faites par M. Grotowsky ont démontré que, lorsque les huiles de pétrole sont exposées, dans certaines conditions, à la lumière solaire, elles absorbent une certaine quantité d'oxygène de l'air, et le convertissent en ozone, phénomène déjà observé pour quelques autres hydrocarbures par MM. Shoenbein, Kuhlmann et Phipson.

D'après M. Grotowsky, il ne se forme aucune combinaison chimique entre l'huile et l'ozone ; ce dernier reste en liberté, et oxyde fortement tout ce qui est soumis à son contact.

L'odeur des huiles est complétement modifiée lorsqu'elles contiennent de l'ozone ; l'auteur établit qu'elles ne peuvent être brûlées que difficilement, et qu'elles attaquent rapidement le bouchon du récipient qui les renferme, lorsque ce bouchon est en liége. Si ce récipient est en verre, la couleur de ce verre exerce une grande influence sur l'absorption de l'oxygène. Ainsi, dans du verre blanc, les huiles décolorées, exposées à la lumière du soleil, deviennent jaunes, se chargent fortement d'ozone, augmentent de densité et brûlent avec une grande difficulté ; les pétroles d'Amérique sont surtout dans ce cas. Il est donc essentiel de les mettre dans des récipients métalliques, et, au cas où ces huiles sont renfermées dans du verre, il faut, autant que possible, les tenir à l'abri de la lumière solaire. (*Journal of the Franklin institute.*)

Sur une bobine d'induction colossale. — L'institut polytechnique de Londres possède un grande bobine d'induction qui a 3 mètres de longueur. Le noyau en fil de fer ne pèse pas moins de 46 kilog. ; il est entouré d'un fil de 3446 mètres de longueur sur $0^m,0024$ de diamètre, et dont le poids est de 54 kilog. Le fil induit présente un développement de 241 004 mètres sur un diamètre de $0^m,0004$.

La bobine est excitée par une pile de 40 éléments de Bunsen ; elle donne des étin-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

celles de $0^m,737$ qui paraissent avoir $0^m,019$ de diamètre, et percent une épaisseur de $0^m,127$ de verre. Trois décharges suffisent psur charger une batterie de 40 pieds carrés ($3^{m2},60$). (*Annales de Poggendorf* et *Annales de chimie et de physique.*)

État du commerce de l'indigo dans l'Inde anglaise. — A part les quantités fournies par les indigoteries de Bombay, et qui peuvent s'élever à 15 ou 20 000 *maunds* (560 000 à 750 000 kilog.), le Bengale produit, année moyenne, 100 000 maunds (3 750 000 kilog.) d'indigo représentant une valeur de 50 à 60 millions de francs.

L'exportation de l'année 1866-67 a été de 3 856 870 kilog. au prix de 41 073 122 francs; mais ces chiffres, accusés par la Douane, ne paraissent pas très-sûrs, car ils feraient revenir le kilog. à 12 francs, tandis qu'il n'a jamais coûté moins de 15 fr. 50 et s'est même élevé plus haut.

L'indigotier est cultivé principalement dans le haut Bengale, aux environs de Behar et de Benarès, ainsi que dans les provinces du nord-ouest. La province de Madras en contient également quelques plantations. De même que pour le thé, les plantations d'indigo sont presque toutes entre les mains de propriétaires européens; quelques-unes d'entre elles appartiennent même à des sociétés par actions; mais, là aussi, ce système a donné de médiocres résultats et n'a jamais présenté les mêmes avantages que les exploitations individuelles. De toutes manières, la culture de l'indigo exigeant une grande mise de fonds expose l'entrepreneur à de nombreux risques, et c'est là ce qui explique l'abstention des indigènes toujours prudents outre mesure.

La récolte commence au mois de juin et se continue jusque dans le courant de septembre. Les premiers envois paraissent sur le marché de Calcutta vers la fin de novembre; mais il est rare que, dès le milieu du mois d'octobre, les négociants ne sachent pas à quoi s'en tenir sur la qualité et les quantités de la production de l'année. Les courtiers de la place, qui entretiennent des relations avec les planteurs, ont une telle habitude de ce genre d'appréciation, qu'ils se trompent rarement d'un vingtième sur le résultat définitif de la récolte.

La qualité de l'indigo est très-variable et exige une grande pratique de la part des courtiers qui sont chargés d'en classer et d'en estimer les envois faits aux bureaux d'enchères par les planteurs. Un bon connaisseur d'indigo est à peu près sûr de s'enrichir promptement, et certaines maisons donnent 12 000 et 15 000 francs par an à des commis, dont l'unique emploi est de vaquer aux achats qui durent à peine deux mois dans l'année.

Le commerce de l'indigo ne donne lieu à aucune opération à terme; les ventes se font aux enchères publiques dans un local spécial. La marchandise, divisée en petits cubes, est emballée dans des caisses en bois, pesant de 120 à 150 kilog. bruts, et qui sont mises en vente par lots de 10 caisses autant qu'elles peuvent s'assortir en qualité et en marque.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La majeure partie des exportations a lieu par navires anglais. La France figure à peine dans ce mouvement pour un cinquième, car les négociants préfèrent tirer du marché de Londres les indigos dont ils ont besoin. (*Annales du commerce extérieur.*)

(M.)

Sur la distillation des liquides dont l'ébullition est accompagnée de soubresauts, par M. le Dr Pellogio. — Après les belles expériences de M. Dufour sur plusieurs phénomènes que l'on observe pendant l'ébullition de divers liquides, et la publication de la théorie de M. Boutan sur ce sujet, M. le professeur Brugnatelli m'invita, dit l'auteur, à reprendre cette question, dans la vue de parvenir à quelques applications utiles. J'entrepris donc d'étudier l'ébullition des liquides sujets à des soubresauts, et je choisis l'alcool méthylique (esprit-de-bois), l'acide sulfurique et les résidus de la distillation du pétrole.

Je me proposais d'examiner si l'air dissous dans ces liquides exerçait une influence marquée sur les circonstances de leur ébullition, comme semble l'indiquer la théorie de MM. Dufour et Boutan, de constater, dans ce cas, les effets de cette influence; et, si le cas l'exigeait, de construire un appareil propre à favoriser l'ébullition, afin de voir si un arrangement convenable empêcherait les soubresauts ou du moins les diminuerait assez pour en annuler les plus graves inconvénients.

Après de nombreux essais inutiles que je passe sous silence, je suis parvenu à des dispositions qui réalisent très-simplement la dernière hypothèse.

J'ai employé une cornue tubulée et munie d'une allonge. Dans la tubulure était fixé un tube de verre du plus grand diamètre intérieur possible; on l'avait fait plonger dans le liquide presque jusqu'au fond de la cornue; en dehors, il était courbé à angle droit et effilé de manière à se terminer par un tube presque capillaire, qui conservait la communication entre l'intérieur et l'atmosphère. Si la nature du liquide ne permet pas que l'on ajuste ce tube au moyen d'un bouchon, il faut le choisir tel, qu'il emplisse seul la tubulure et luter le joint avec un peu d'argile.

L'auteur a fait bouillir, dans cet appareil, de l'alcool méthylique anhydre; et, craignant que le calme de la distillation ne fût dû à l'absence complète d'eau, il a répété l'expérience sur 200 grammes environ d'esprit-de-bois du commerce; mais, dans les deux cas, la distillation a été parfaitement tranquille.

Il a pris alors une cornue, contenant environ 2 litres, et l'a emplie aux deux tiers d'acide sulfurique concentré; il a placé dans la tubulure un tube qui ne laissait pas sensiblement de vide; il a luté le joint avec un peu d'argile et a commencé la distillation sur un feu nu de charbon. Même dans ces circonstances défavorables, l'ébullition très-vive n'a fait observer aucune secousse. On a seulement entendu, au moment où elle allait commencer, un léger murmure qui n'a eu aucune suite. L'ébullition s'est continuée avec beaucoup de tranquillité; la plupart des bulles, partant du fond, s'élevaient en cercle autour du tube. En disposant l'appareil, il faut avoir soin de ne pas

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

laisser tomber de la terre dans la cornue; car cette terre pourrait s'y diviser beaucoup et donner lieu à de fortes secousses.

L'auteur a fait une troisième expérience avec un mélange composé de 2/3 de résidu de la distillation du pétrole et 1/3 d'eau, placé dans une cornue d'environ 1 litre. Pour faire voir combien est dangereuse la distillation d'un semblable composé, il suffit de dire qu'en la conduisant à la manière ordinaire on a vu un seul soubresaut faire sortir la cornue du fourneau, soulever une grande partie du liquide et la lancer dans le laboratoire. En employant l'appareil décrit, on a observé, au contraire, une distillation tout à fait paisible, même lorsque l'ébullition était fort vive.

De ces résultats l'auteur croit pouvoir conclure que les dispositions décrites seront sans doute utiles dans toutes les distillations difficiles, et s'est décidé à les publier, sans chercher actuellement à en établir la théorie.

Il croit donc avoir résolu une partie du problème; mais, en ce qui concerne l'explication de l'influence de l'air ambiant, il se réserve de revenir sur cette question, lorsqu'il aura terminé des expériences dont il s'occupe, et dont il espère obtenir des résultats concluants. (*Zeitschrift für analytische Chemie,* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Instruction officielle prussienne sur la conservation et l'usage de la nitroglycérine. — L'administration supérieure des mines, de Dortmund (Prusse), a publié récemment et fait distribuer à tous les fonctionnaires des mines de ce district l'instruction suivante sur l'usage et le traitement de la nitroglycérine (dite, en Allemagne, *huile explosible de Nobel*).

La nitroglycérine doit être traitée avec plus de précaution encore que la poudre à tirer. Il faut notamment se garder de la soumettre, liquide ou solidifiée, au choc d'un marteau; d'exposer à des secousses les vaisseaux qui la contiennent, ou de s'en approcher avec une lumière non renfermée dans une lanterne. Cette matière, fort vénéneuse, ne nuit pas seulement à l'intérieur, mais attaque même la peau par son simple contact. Sa combustion incomplète donne aussi naissance à des produits dangereux, mais on peut y obvier par une ventilation active.

Lorsque l'on n'a pas à sa disposition de galeries ou de tranchées à ciel ouvert, abandonnées et isolées des travaux d'exploitation, il convient de l'emmagasiner à la surface du sol en observant les précautions et les mesures de sûreté, que l'expérience a fait adopter comme utiles pour la poudre à tirer et surtout pour les autres composés facilement explosibles. Si l'on manquait de magasins fermés et bien à l'abri du feu, on devrait conserver de préférence sous l'eau les vases contenant la nitroglycérine, vases qu'en toutes circonstances il faut disposer de telle sorte que leur ouverture soit tournée en haut, et qu'ils ne puissent ni tomber ni être atteints par la chute de quelque objet.

Pour la fermeture de ces vases, on ne doit employer que des bouchons de liége non

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

serrés dans le goulot. Les bouchons de verre doivent être rejetés. Quand on ouvre les vases, on doit retirer les bouchons avec ménagement, en évitant soigneusement de donner des secousses au liquide.

On ne doit opérer qu'avec précaution le versement de la nitroglycérine d'un vase dans un autre. On se sert, pour cela, d'un entonnoir et d'un bouchon de liége traversé par un tube d'écoulement; on soulève le vase au moyen d'un levier ou d'une grue, et l'on doit éviter attentivement de répandre du liquide. Si cependant cet accident arrive, il faut recueillir avec précaution, au moyen d'une éponge, d'un chiffon, d'une poignée d'étoupe, la quantité tombée, et enterrer le tout, après avoir essuyé la place.

Pour liquéfier la nitroglycérine que le refroidissement a solidifiée, on enlève le bouchon et l'on place le vase dans de l'eau tiède où on le laisse jusqu'à ce que toute la matière soit redevenue fluide.

Il est extrêmement dangereux de verser de la nitroglycérine liquide dans laquelle il s'en trouve une portion à l'état solide.

Pour ramener à l'état explosif la nitroglycérine rendue inexplosible par l'alcool méthylique, on la mêle avec deux ou trois fois son volume d'eau, et l'on voit la glycérine se séparer et se déposer sans altération au fond du vase. On se sert, pour cela, d'un vaisseau dit *de séparation,* que fournit M. Nobel, et qui est soulevé par une grue propre à opérer la décantation. Il est à propos de ne faire cette opération que sur la quantité nécessaire pour la tâche de la journée. A cause de la facilité avec laquelle s'enflamment l'alcool méthylique et ses vapeurs, on ne doit jamais faire ce travail à la lumière.

Les bouteilles dans lesquelles l'huile explosive est livrée aux ouvriers sont en fer-blanc ou en verre, et doivent, dans le dernier cas, être couvertes d'une enveloppe protectrice portant deux vides longitudinaux situés aux extrémités d'un même plan diamétral.

Afin de rendre le transport sûr et commode, on fixe ces bouteilles sur un baudrier en cuir embrassant leur fond.

Pour introduire la nitroglycérine dans les trous de mine, on doit la renfermer préalablement dans des cartouches solides et ne la verser jamais immédiatement dans ces trous. Les cartouches peuvent être en verre, en fer-blanc, en caoutchouc, en gutta-percha. Si l'on veut les faire en papier, il faut que ce papier soit très-fort, ou bien que l'on colle l'une sur l'autre assez de feuilles pour que le carton qui en résulte ne cède pas facilement à la pression du doigt. Le diamètre de ces cartouches doit avoir $0^{m},018$ de moins que celui de la partie la plus profonde du trou de mine. Avant d'y verser la nitroglycérine, il faut s'assurer, en soufflant dedans, qu'elles ne laissent aucun jour. En les remplissant, on doit agir avec précaution, et essuyer soigneusement le liquide superflu qui a pu couler au dehors.

Les cartouches chargées sont assujetties dans les trous avec des tampons introduits lentement et sans rudesse. On achève de bourrer les trous avec un pilon en bois ma-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nœuvré avec précaution, et l'on évite tout choc sensible. La matière la plus convenable pour le remplissage est l'eau, le sable versé sans effort, ou la terre grasse.

Pour mettre le feu aux mines, on emploie des fusées de sûreté, munies, à leur extrémité inférieure, d'une capsule fulminante, ou d'une petite cartouche en bois ou en papier collé, pleine de poudre de chasse.

La capsule ou la cartouche d'amorce doit être fixée à l'extrémité de la mèche, au moyen d'une matière dont le ramollissement n'exige pas l'application du feu, par exemple, avec de la cire ou de la poix. Plus la capsule ou la petite cartouche descend profondément dans la nitroglycérine, plus la combustion est complète.

L'extrémité supérieure de la fusée est fixée dans le trou de mine avec de la terre grasse.

Si un coup vient à rater ou à faire long feu, les ouvriers doivent se tenir à l'écart pendant au moins un quart d'heure. Lorsque la charge n'est pas partie, et qu'il est resté une portion de la fusée, on ne doit creuser le trou voisin qu'à $0^m,200$ au moins de distance, surtout si le rocher paraît présenter des fentes qui puissent mettre le nouveau trou en communication avec celui qui n'a pas fait explosion.

Pour la répartition des doses attribuées aux divers chantiers, on recommande de délivrer aux ouvriers, quand ils commencent leur travail, la quantité seulement nécessaire pour la tâche de chaque équipe, quantité qui ne doit même jamais dépasser 1 kilogramme, et qui doit être contenue dans des vases soigneusement surveillés ou dans des cartouches bien bouchées avec du liége.

Pendant le travail, on doit conserver les cartouches ou les bouteilles, préférablement dans une caisse en bois fixe et bien fermée que l'on établit solidement à 30 mètres au moins des mines, afin de la soustraire à l'influence des commotions.

Les dispositions suivantes sont très-convenables pour cette caisse : $0^m,150$ à $0^m,200$ de longueur, $0^m,125$ à $0^m,150$ de largeur, $0^m,150$ de hauteur. On y place un double fond en fer-blanc percé de trous, et porté sur des pieds de $0^m,150$ de hauteur. Sur cet autre fond, couvert d'une doublure élastique et molle, on dispose les cartouches que l'on fait passer dans les trous d'une planchette fixée dans le haut de la caisse.

Le couvercle, susceptible d'être fermé, est muni d'une poignée. A l'extérieur de la caisse sont peints les mots : *Huile explosible,* une tête de mort, et trois croix.

Lorsque les bouteilles ou les cartouches qui contiennent l'huile explosible sont rangées pour la distribution, elles doivent être disposées sur une couche élastique de sciure de bois, de paille ou de foin, dans une grande caisse en bois, fermée par un couvercle, et portant les indications mentionnées.

Il est fort à propos de la poser sur une planche portée par des ressorts. Quand un ouvrier vient faire une demande, on doit lui rappeler toutes les recommandations et surtout lui prescrire de placer doucement sur le sol la quantité qu'on lui délivre.

Les bouteilles et les autres objets auxquels adhère de la nitroglycérine, et que l'on

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

veut mettre hors d'état de nuire, peuvent être brûlés à feu nu, ou enterrés à $0^m,600$ ou $0^m,900$ de profondeur; le dernier moyen est préférable.

La nitroglycérine altérée ne doit pas être employée pour l'exploitation, ni conservée plus longtemps; il faut l'enterrer. L'altération se manifeste par la couleur verte du liquide et par le dégagement de vapeurs d'un brun rouge. On la prive de ses dangereuses propriétés en l'enfouissant profondément et en la couvrant de terre. (*Berggeist* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Procédé pour la dorure du verre et l'exécution des instruments d'optique, par M. Wernicke et par M. le professeur Böttger. — On a publié, depuis une dizaine d'années, pour argenter le verre, plusieurs méthodes applicables à divers usages, notamment à la fabrication des miroirs d'optique. On commence aussi, sur la proposition de M. Foucault, à déposer sur les objectifs des télescopes, pour affaiblir l'éclat des rayons solaires, une couche très-mince et transparente d'argent, et ce moyen est employé déjà dans plusieurs observatoires.

Mais les propriétés chimiques de l'argent réduisent la durée des services des verres ainsi préparés, parce que ce métal est promptement terni par les gaz étrangers qui se trouvent mêlés à l'air atmosphérique.

On s'est donc efforcé de substituer l'or à l'argent pour cet usage; mais l'expérience a prouvé que les méthodes proposées jusqu'alors donnaient des résultats incertains.

Occupé de travaux sur l'optique, M. Wernicke a découvert depuis quelque temps un procédé facile, commode et qui n'échoue jamais.

On obtient ainsi une couche d'or brillante et bien adhérente, en préparant trois solutions qui se conservent longtemps et qu'il suffit de mêler dans des proportions déterminées avant d'opérer.

1° *Solution de chlorure d'or dans de l'eau, contenant* 1 *gramme d'or, dans* 120 *centimètres cubes.* — On dissout l'or dans la moindre quantité possible d'eau régale; on fait évaporer sur un bain de sable l'acide excédant, et l'on ajoute ensuite assez d'eau pour obtenir un volume de 120 centimètres cubes. Il n'est pas nécessaire de chauffer le chlorhydrate d'or chargé d'acide, jusqu'à le réduire à l'état de chlorure, parce qu'un petit excès d'acide chlorhydrique n'a pas d'importance. Mais il faut que l'or soit absolument exempt des métaux que le liquide réducteur pourrait précipiter en même temps, et notamment d'argent. Si le sel d'or contient seulement des traces de chlorure d'argent, la majeure partie de l'or se dépose sous forme pulvérulente, et le reste donne un miroir d'une mauvaise couleur qui se détache promptement du verre.

2° *Solution de soude, à la densité de* 1,06. — Cette solution peut n'être pas pure. L'auteur a employé la soude caustique, à la chaux, du commerce, qui contient du chlore et de l'acide sulfurique, avec autant de succès que la soude chimiquement pure.

3° *Solution réductrice.* — On mêle 50 grammes d'acide sulfurique 66 degrés, avec

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

40 grammes d'alcool et 35 grammes d'eau. On ajoute 50 grammes de peroxyde de manganèse, réduit en poudre fine; on fait distiller, à une douce chaleur, sur un bain de sable, et l'on conduit la vapeur dans un récipient contenant 50 grammes d'eau froide. On continue la distillation jusqu'à ce que le volume de cette eau ait doublé. Le liquide obtenu contient de l'aldéhyde mêlé d'un peu d'éther acétique et d'éther formique; on le décompose avec 100 centimètres cubes d'alcool, et 10 grammes de sucre de canne interverti par l'acide azotique, et l'on complète le mélange en y ajoutant assez d'eau distillée, pour porter le volume à 500 centimètres cubes. On prépare le sucre en faisant fondre 10 grammes de sucre ordinaire de canne, dans 70 centimètres cubes d'eau, en ajoutant $0^{gr},5$ d'acide azotique, à 1,34 de densité, et en faisant bouillir le tout pendant un quart d'heure.

Cette liqueur réductrice, conservée dans des flacons bien bouchés, est d'un bon usage pendant plusieurs mois.

Pour exécuter un miroir plan ou courbe, on mêle dans un vase convenable, en verre, un volume de la solution de soude, avec quatre volumes de la solution d'or, et l'on ajoute 1/35 ou tout au plus 1/30 de la solution réductrice. Le mélange prend promptement une couleur verte due à l'or qui se sépare; on le met aussitôt en contact avec le verre que l'on veut dorer, disposé de telle sorte que l'or s'y porte de bas en haut. La rapidité de la dorure dépend de la température. A une chaleur moyenne de $18°,75$ C., la couche commence à se former au bout de 30 minutes; après 1 heure 1/2, elle est transparente et d'une magnifique couleur verte; enfin, après 2 heures 1/2 ou 3 heures, elle est tellement épaisse, qu'elle est à peine transparente et ne laisse passer qu'une lumière d'un vert très-sombre. De 56 à 62 degrés 1 dixième C., on obtient le même résultat en 15 ou 20 minutes; à 75 degrés C., il faut encore moins de temps. Cependant il n'est pas convenable d'opérer à une trop haute température, parce que l'or, dans ce cas, paraît adhérer moins fortement au verre.

C'est entre les limites mentionnées que se trouve le maximum de perfection sous le rapport de l'éclat et de l'adhérence.

Il peut arriver que la chaleur fasse dégager en bulles la petite quantité d'air retenue par les liquides, et il en résulte, dans la couche métallique, de petites lacunes que l'on aperçoit, non par réflexion, mais par transparence. Il convient donc, lorsque l'on veut opérer à chaud, d'élever presque au degré de l'ébullition la solution alcaline d'or, avant d'y ajouter le liquide réducteur.

La couche métallique, quelque voie que l'on ait prise pour l'obtenir, est ensuite lavée soigneusement avec de l'eau, placée obliquement debout contre un mur sur du papier à filtre, la surface dorée étant disposée par-dessous, puis séchée à la température ordinaire. Elle est alors d'un poli parfait.

La préparation du verre peut être exécutée, comme celle de l'argent, par les moyens que M. Quincke a publiés dans les *Annales de Poggendorf,* tome CXXXIX, page 44

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et suivantes. Mais, dans la plupart des cas, on peut se contenter d'un simple nettoiement avec une solution de soude suivie de l'alcool. Il faut toujours se garder d'employer un acide quelconque; car la couche d'or se détacherait plus tard avec facilité.

Depuis la publication du travail précédent de M. Wernicke, M. le professeur Böttger, après avoir reconnu que le procédé de l'inventeur donne les résultats les plus satisfaisants, s'est occupé de le simplifier, dans l'intérêt des personnes qui ne sont pas très-familières avec les opérations chimiques, et il a inséré ses observations dans son recueil intitulé : *Böttger's polytechnisches Notizblatt.*

Plusieurs expériences lui ont démontré l'utilité et le succès des modifications qu'il propose, et qui lui ont permis d'obtenir en quelques minutes la dorure du verre, à la température ordinaire; ainsi il a vu se former une couche du plus bel éclat en cinq minutes, à partir du mélange des solutions.

Il n'a rien changé à la concentration du chlorure d'or, où il recommande seulement de réduire le plus possible l'excès d'acide.

Il prépare la solution de soude en plaçant 6 grammes de soude caustique dans 100 centimètres cubes d'eau. Il obtient la solution réductrice en mêlant 2 grammes de sucre ordinaire d'amidon, avec 24 centimètres cubes d'eau, 24 centimètres cubes d'alcool à 80 centièmes, et 24 centimètres cubes d'aldéhyde du commerce à 0,870 de densité. Il est bon de ne préparer la solution réductrice que pour un seul jour, parce que, si on la conserve plus longtemps, elle perd de son efficacité.

Si l'on veut ensuite obtenir une couche brillante d'or métallique dans un vase creux, dans une boule, dans un cylindre en verre, il suffit de remplir à moitié cet objet du mélange des trois liqueurs, et de mettre toutes ses parois en contact avec ce mélange durant cinq minutes, en l'agitant de manière à mouiller constamment toute sa surface intérieure.

Pour cela, on verse dans un vase convenable 4 volumes de la solution d'or, 1 volume de la solution de soude caustique et 1/16 de volume de la solution réductrice; on mêle promptement le tout dans la capacité que l'on veut dorer, préalablement bien nettoyée, et l'on a soin d'agiter l'objet de manière à en bien mouiller toutes les parois. Si c'est un verre plan que l'on veut dorer d'un côté, on se borne à le tremper de niveau dans le bain, en le maintenant horizontalement à la surface, et on le fait seulement osciller assez pour enfoncer sa tranche dans le liquide, que l'on ne doit pas laisser monter sur la seconde surface. L'opération ne dure encore que cinq minutes environ.

Ce procédé est non-seulement très-rapide et très-certain, mais encore très-économique; car il ne consomme que l'or déposé sur le verre. Le reste se précipite sous forme de flocons que l'on recueille sur un filtre : on les fait rougir légèrement après les avoir bien lavés et séchés, et on les emploie comme or fin, pour préparer de nouvelle dissolution.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on veut, dans certains cas, obtenir une couche d'une épaisseur inaccoutumée, on peut répéter, autant qu'on le souhaite, l'application du procédé. (*Poggendorff's Annalen,* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

(V.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 26 novembre 1869.

Présidence de M. le sénateur *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — M. *Samain,* mécanicien, à Blois, présente à la Société une presse formée par la réunion de sa presse à genou et de sa presse à écrou sans frottement, qui offre pour avantages d'avoir une course indéterminée, une manœuvre très-rapide, et d'être simple et facile à construire. (Arts mécaniques.)

M. *Verrine,* ingénieur municipal de la ville de Caen, rue Saint-Jean, hôtel Maillard, fait connaître à la Société le projet qu'il a dressé d'un compteur à eau analogue aux compteurs à gaz, dans lequel le gaz est remplacé par le liquide à jauger et l'eau servant d'obturateur par du mercure.

Le même ingénieur fait aussi hommage à la Société d'une disposition circulaire de la règle à calcul qu'il dit avoir inventée, et dont il envoie un spécimen correspondant à une longueur de règle de $0^m,50$. (Arts mécaniques.)

M. *Planche,* ingénieur, à Imphy, envoie les dessins et la description d'un tube indicateur du niveau de l'eau pour les chaudières verticales, où la position de ce niveau est signalée par la dénivellation des surfaces d'une colonne de mercure placée au bas d'un tube en U. Un appareil de ce genre est, dit-il, placé à Imphy depuis deux mois, et ses indications sont très-sensibles et très-sûres. (Arts mécaniques.)

M. *Smitter* (L.), mécanicien, rue des Rigoles, 41, à Paris, demande l'examen d'un frein de sûreté pour chemins de fer qu'il a inventé, et dont il présente un modèle à la Société. (Arts mécaniques.)

M. *Bomblin* (A. J.), fabricant d'échelles, rue de Flandre, 43, à Paris, demande un rapport sur ses échelles à coulisse, qui lui ont valu diverses récompenses aux expositions de Paris, 1867, et du Havre, ainsi qu'aux concours d'Aubervilliers et de Rennes. (Arts économiques.)

MM. *Saintgeot* et comp., chez M. *Poncel* (Charles), gérant, rue du Pont-Neuf, 22, sollicitent l'examen de la Société pour l'emploi de matières destinées à la désincrustation et à l'entretien de la propreté des chaudières. (Arts mécaniques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. *Chauvain* (L.) et *Fabre,* marchands de vins et liqueurs, à Cette (Hérault), demandent l'examen des produits de leur fabrication. (Arts chimiques.)

M. *Martin* (Ursin) annonce qu'il a fabriqué de nouveaux échantillons de porcelaine poreuse pour filtres, et qu'il se met à la disposition de la Société pour leur examen. (Arts économiques.)

M. *Grimbert* (Albert), à Saint-Pol-sur-Ternoise, demande l'expédition du rapport qu'il a sollicité sur son régulateur du feu. Un de ses appareils peut servir, dit-il, à combattre le feu grisou. (Arts économiques.)

MM. les *Secrétaires* signalent les ouvrages suivants parmi les publications qui forment la partie imprimée de la correspondance :

MM. *Delesse* et *de Lapparent.* Revue géologique pour 1866 et 1867, Paris, 1869, 1 vol. in-8°; Dunod, éditeur.

ÉLECTION D'UN MEMBRE ADJOINT AU COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES. — Le scrutin donne pour résultat la nomination de M. *de la Gournerie.*

COMMUNICATIONS. — *Sonde électrique.* — M. *Tresca* présente, au nom de M. *Trouvé,* physicien, rue Thérèse, n° 6, un perfectionnement qu'il a apporté à sa sonde exploratrice électrique pour les blessures d'armes à feu.

La Société se rappelle cet appareil, qui lui a été soumis par son inventeur dans la séance du 13 mars 1868; il se compose d'une petite pile zinc et charbon au bisulfate de mercure, d'un trembleur très-petit, qui est mis en mouvement quand le circuit est fermé, et d'une sonde contenant un appareil révélateur flexible ou non flexible formé de deux tiges métalliques isolées l'une de l'autre et terminées par des pointes aiguës qui peuvent être mises au contact du corps dur reconnu par la sonde. Lorsque ce corps est métallique, le circuit est fermé entre les pointes des tiges, et le trembleur, par son mouvement et son bruit, en donne connaissance à l'expérimentateur.

M. *Trouvé* a modifié ses appareils et est parvenu à faire connaître si le métal est mou comme le plomb ou l'étain, ou bien s'il est dur comme le fer; pour cela, il tire parti de ce que les pointes de l'appareil révélateur entrant dans un corps mou maintiennent le courant fermé, malgré les petites oscillations qu'on peut donner à l'appareil, tandis que, si le corps étranger est un métal dur, ces oscillations détachent les pointes du contact et elles deviennent intermittentes. Des appareils qui aimanteraient fortement ces pointes permettraient de distinguer le fer des métaux non magnétiques, et enfin une tarière très-petite et convenablement disposée ferait connaître, par l'enlèvement d'une petite quantité de matière, la nature d'un corps qui ne serait pas métallique.

Tous ces instruments, combinés avec un soin et une intelligence remarquables, sont renvoyés à l'examen du comité des arts économiques.

Purification des eaux d'usines. — M. *Gerardin,* professeur au collége Chaptal, fait à la Société une communication sur les moyens qu'il a employés pour faire cesser l'insalubrité de la rivière du Croult qui traverse Gonesse et Saint-Denis (Seine),

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et qui est devenue infecte depuis que des féculeries y jettent leurs eaux de vidange.

Le Croult prend sa source à Louvres (Seine-et-Oise), traverse Gonesse, Arnouville, Garges et Dugny. A Dugny (Seine), il reçoit la Morée venant du Tremblay (Seine-et-Marne), et il se sépare en deux bras. La branche orientale se dirige vers la Courneuve, et entre à Saint-Denis, près du fort de l'Est. La branche occidentale prend le nom de Rouillon. Elle passe à Stains et arrive à Saint-Denis par la double couronne du Nord et le grand barrage. Près de Stains, le Rouillon reçoit la Mollette venant du Bourget et de Bondy. Le Croult et le Rouillon font de nombreux circuits dans Saint-Denis pour desservir 250 établissements industriels occupant plus de 3000 ouvriers. Ils se rejoignent aux moulins Gémeaux, près de la Briche, et se jettent dans la Seine, près du canal Saint-Denis.

Au début de ses recherches, M. *Gerardin* posa en principe de *regarder comme infectes les eaux dans lesquelles les herbes et les coquilles ne peuvent pas vivre.*

Cette base étant acceptée, il fut facile de reconnaître, en novembre 1868, que le Croult était infect à partir de Gonesse, et que la première cause de l'infection était due aux eaux d'une féculerie de pommes de terre.

D'après les analyses de M. Payen, confirmées par l'expérience journalière des féculiers, les pommes de terre renferment 75 pour 100 de jus contenant 7 pour 100 d'albumine.

En sortant de l'usine, les eaux qui entraînent les jus sont rousses, limpides, inodores. Par l'agitation elles forment des mousses persistantes d'albumine coagulée. C'est dans cet état qu'elles s'écoulent à la rivière.

Après avoir reçu l'eau de la féculerie, la rivière dépose partout, sur son passage, des masses blanchâtres poisseuses, sans consistance. La surface se couvre d'écumes blanches persistantes. La vase est noire et très-odorante. L'eau exhale une forte odeur d'hydrogène sulfuré.

M. *Gerardin* a reconnu que les masses blanches déposées ainsi par les eaux sont *les barégines* caractéristiques des eaux sulfureuses des Pyrénées. Les savants qui voudraient étudier ces barégines en trouveront actuellement une station très-remarquable dans la fausse rivière du jardin de M. Reisler, propriétaire de l'amidonnerie de Stains, à 2 kilomètres du grand barrage de Saint-Denis.

Quand les travaux de féculerie cessent, les barégines se putréfient, et sous cette influence les infusoires se développent en abondance.

Au mois de juin, on fait le curage du Croult et de ses affluents. La vase est fortement colorée par le sulfure de fer. Après le curage, les herbes commencent à pousser. Mais, à la fin d'août, la féculerie reprend et ramène les eaux infectes, les émanations méphitiques, les plaintes fondées et les procès ruineux.

M. *Gerardin* pensa que le meilleur moyen de remédier à cette insalubrité était de détruire l'albumine des eaux de féculerie par l'action simultanée de l'air, de l'argile et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des ferments organiques qu'un sol cultivé renferme toujours; en un mot, qu'il convenait de faire passer les eaux sur un sol bien drainé.

L'expérience a été faite à la féculerie de Gonesse, appartenant à M. *Boisseau*. Cette féculerie exploite, par jour, 400 hectolitres de pommes de terre pesant 28 000 kilog. et renfermant 21 000 kilog. de jus entraîné par 130 000 litres d'eau. Ces eaux sont répandues sur un terrain de 5 000 mètres de surface où ont été placés des drains à 2 mètres de distance les uns des autres, et à 70 centimètres de profondeur.

Cette disposition a parfaitement réussi. Maintenant *les herbes poussent dans le Croult depuis Louvres jusqu'à Saint-Denis. Les limnées, les planorbes habitent sur ces herbes. Les barégines ont disparu.* L'eau n'a plus l'odeur de l'hydrogène sulfuré. Le Croult est certainement dans des conditions de salubrité satisfaisantes à son entrée à Saint-Denis. Il n'en est pas de même du Rouillon et de la Mollette, qui sont encore infectés par les féculeries de Stains et du Bourget.

M. le *Président* remercie M. *Gerardin* de cette intéressante communication; il rappelle que la faculté de nourrir des mollusques aquatiques et une végétation herbacée avait été la base des cahiers des charges préparés par la ville de Paris, et était à Londres le moyen pratique employé pour reconnaître la désinfection des eaux des égouts. Il ordonne le renvoi de cette communication aux comités des arts économiques et des arts chimiques.

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil :

MM. *Jouglet* père, agriculteur, à Craonne; *Charpentier,* licencié en droit, à Paris.

Le Conseil se forme en comité secret.

Séance du 10 décembre 1869.

Présidence de M. le sénateur *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — M. *Roskopf,* fabricant d'horlogerie, à *Chaux-de-Fond* (Neuchâtel), donne divers renseignements sur les *montres d'ouvriers* qu'il fabrique. Depuis que la Société a bien voulu donner son approbation à ces appareils, il les a sans cesse perfectionnés sans augmentation de prix. Les diverses parties de la boîte ont été améliorées; le mouvement a été perfectionné par l'addition du plateau de sûreté Bréguet; on a supprimé le renversement extérieur, et adopté un métal plus dur pour les goupilles de l'ancre, etc. La fabrication augmente toujours et s'élèvera à vingt mille avant la fin de l'année courante. (Arts mécaniques.)

M. *Dumont,* rue Grégoire-de-Tours, 20, à Paris, entretient la Société d'un système de récipients pour éviter les coups de bélier des robinets. (Arts mécaniques.)

M. *Cambon,* rue Rollet, 28, à Paris, annonce à la Société que, avec la scie à ruban qu'il emploie et qui a été approuvée par la Société, il obtient des résultats toujours

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

meilleurs : avec une machine et trois hommes de peine, il débite, en dix heures de travail, 42 000 kilog. de bois. (Arts mécaniques.)

MM. *Jacquet* (A.) et *Hauteur,* rue Lafayette, 211, à Paris, présentent à la Société leurs appareils de chauffage par réflexion et leurs appareils de cuisine. Ils demandent à exposer devant la Société les avantages de leur système, qui leur permet de rivaliser de prix avec le chauffage au coke et, pour la cuisine, avec celui du charbon de Paris. (Arts économiques.)

M. l'abbé *Moigno* fait hommage à la Société de la collection des opuscules qu'il a publiés sous le titre d'*actualités scientifiques,* et il demande que le Conseil veuille bien en faire l'objet d'un examen et d'un rapport. (Arts économiques.)

MM. les *Secrétaires* signalent les ouvrages suivants parmi les publications imprimées qui sont parvenues à la Société :

Le docteur *Robert* (Eugène). Préservation de la pierre de l'action dégradante des cryptogames par les sels de cuivre. Brochure in-8°.

Société industrielle de Reims. Manifestation en faveur de la liberté commerciale, 1869. Brochure in-8°.

NÉCROLOGIE. — M. le *Président* annonce à la Société la perte qu'elle vient de faire par la mort de M. le docteur *Duchesne,* membre du comité des arts économiques, membre de l'Académie de médecine et du Conseil d'hygiène et de salubrité. M. *Duchesne* faisait partie du Conseil depuis plus de dix ans ; il était l'un des membres les plus actifs et les plus zélés du comité dont il faisait partie, et le *Président* est certain d'être l'interprète des sentiments de tous les membres de l'assemblée, en exprimant les regrets que leur inspire la perte du collègue bienveillant, éclairé et dévoué aux intérêts de la Société, qui avait acquis la sympathie de tous les membres du Conseil. Il demande qu'une notice biographique de M. *Duchesne* soit insérée au *Bulletin.* (Voir cahier de novembre, p. 685.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — M. *Le Roux* fait, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur les diverses applications de très-petites piles électriques, qui sont dues à M. *Trouvé,* physicien, rue Thérèse, 6. Le comité propose de remercier M. *Trouvé* de l'intéressante communication qu'il a faite à la Société, et d'insérer le rapport au *Bulletin,* avec la gravure des principaux appareils de M. *Trouvé.* (Approuvé.)

COMMUNICATIONS. — *Machinerie des théâtres.* — M. *Queruel* (A.), rue de Turin, 29, à Paris, qui s'était occupé, dès 1854, de la construction des navires à vapeur avec condenseurs à surface et de la marche de leurs machines à l'eau distillée, entretient la Société des machines de théâtres et des combinaisons qu'il a proposées pour résoudre les divers problèmes que la mise en scène exige sur nos grands théâtres.

Les machines dont on se sert à présent sur les théâtres datent, dit-il, de deux siècles, et ont été imaginées par le marquis *de Sourdeac.* Elles sont donc bien loin de présenter l'application des nombreux perfectionnements que la mécanique a obtenus depuis cette époque ; de plus, la scène des théâtres s'est agrandie : des effets nouveaux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sont devenus nécessaires, et une modification profonde de ces mécanismes est à présent indispensable; c'est dans ce but que l'Administration a ouvert un concours sur cette question, au sujet de l'installation du nouvel Opéra. Ce concours a été l'origine des recherches de M. *Queruel.*

Pour réaliser tous les tableaux variés qu'exige la représentation théâtrale, la scène doit présenter des dimensions qui soient dans les rapports suivants : largeur, **100** parties; — hauteur du cadre, **90**; — largeur de la scène derrière le cadre, **220**; — longueur de la scène d'avant en arrière à partir du cadre, **200**; — profondeur du sous-scène, **100**; — hauteur de la scène depuis le plancher jusqu'au gril, **230**. Le plancher de la scène a une pente de **5** pour **100** de l'arrière à l'avant. Il est divisé par tranches transversales parallèles au cadre : les plus larges tranches portent le nom de *rues;* les plus étroites, celui de *petites rues:* entre elles sont des incisions parallèles de **4** centimètres de largeur qu'on nomme *costières.* Chacune d'elles est bordée par deux lambourdes à feuillure, sur lesquelles sont placées les *trappes* par lesquelles les rues et les petites rues sont recouvertes et qui glissent en travers parallèlement au cadre, lorsqu'il est nécessaire de faire, sur la scène, une ouverture dans le plancher.

Ces lambourdes du plancher sont supportées par des poteaux méplats de **2** mètres, qui reposent sur des sablières, lesquelles font partie d'un plancher analogue à celui de la scène, dit le *premier dessous,* et ce dernier est porté par des poteaux semblables reposant sur des sablières du fond, nommé le *second dessous;* enfin toute cette charpente est supportée par un nombre considérable de poteaux.

Deux modes sont employés pour la plantation des décors. L'un, le *système anglais,* consiste en cinq ou six séries de coulisses mobiles placées au plafond de la scène, dans les rainures desquelles la partie supérieure des décors est engagée; ils sont ainsi tenus verticalement, et voyagent transversalement à la scène. Ce système est simple, mais les décorations coupées en plusieurs morceaux se raccordent mal, et l'effet qu'elles produisent est monotone et mauvais. La seconde méthode, dite *le système français,* emploie des mâts qui prennent leur point d'appui sur la scène, et qui supportent les décors; il peut opérer par plantation oblique ou parallèle, et permet soit d'orner la décoration de plusieurs incidents, soit de faire aisément des changements à vue dans tous les sens. C'est dans les rainures des costières que marchent les chariots mobiles supportant les mâts; c'est aussi sur les feuillures des lambourdes que glissent les bandes des *trappes* du plancher, lorsqu'il est nécessaire de faire une ouverture du sol sur la scène soit pour l'élévation de décorations par les petites rues, soit pour des apparitions de personnages par les grandes rues. Enfin, pour terminer cette description, il faut ajouter que les mouvements de terrains, coteaux, chemins dans les rochers, etc., sont formés par de petites charpentes mobiles qu'on apporte et assemble sur la scène pendant les entr'actes, et qui causent beaucoup de perte de temps et d'embarras.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette description montre que la charpente du sous-scène est formée de fermes longitudinales parallèles au cadre, qui n'ont entre elles aucune liaison et ne sont nullement contreventées. Chacune d'elles constitue une tranche isolée sans autre point d'attache que ses extrémités aux parties latérales de l'espace libre derrière le rideau, et c'est cependant sur ces fermes que reposent toutes les pièces en mouvement des décors et que s'exercent les efforts violents des moteurs du mécanisme : on comprend aisément que ces fermes soient déviées fréquemment et soient l'objet de réparations continuelles, qu'elles causent même des ébranlements regrettables dans les murs de l'édifice.

M. *Queruel* croit qu'on ne pourra éviter ces inconvénients qu'en faisant en fer la construction des fermes qui supportent les costières; il est d'avis qu'il faut leur donner une grande rigidité et propose de soutenir les lambourdes des *costières* par des poutres tubulaires d'une dimension suffisante, soit au niveau du plancher lui-même, soit à celui du premier dessous. Ces poutres seront soutenues par une ferme en fonte, mais elles doivent être tronçonnées par parties de 2 mètres, et la charpente en fer qui les supporte doit être amovible jusqu'au premier dessous en employant les moyens nécessaires pour donner une grande rigidité à tous les assemblages. Cette disposition permettra de supprimer, au besoin, une partie du plancher de la scène sans nuire à la stabilité des autres parties, afin de produire des excavations inférieures, ou vallées, dont on a éprouvé plusieurs fois l'utilité. Son plancher pourra, ainsi, être abaissé de 2 mètres et élevé de 4 mètres au-dessus de son niveau ordinaire, et ses diverses parties devront pouvoir prendre toutes les hauteurs, les inclinaisons et toutes les directions utiles.

Pour opérer ces mouvements, M. *Queruel* se sert de traverses tubulaires en fer parallèles au cadre de la scène, placées dans les dessous et qui sont horizontalement assemblées sur la tête du piston d'un élévateur hydraulique qui donnera la force motrice nécessaire pour opérer tous les mouvements d'ascension ou d'abaissement. Sans décrire les organes de cet appareil moteur, son inventeur insiste sur la facilité qu'il peut donner pour tous les mouvements de la scène; il fait remarquer, comme détail, le système funiculaire à poulies par lequel il répartit également les poids qui sont supportés par les divers points de ces traverses mobiles. Il termine en montrant, sur un modèle au vingtième exécuté avec un grand soin, que, par les procédés qu'il indique, on peut rendre très-prompts et très-sûrs tous les mouvements de décors qu'exige la représentation théâtrale.

M. le *Président* remercie M. *Queruel* de cette présentation et en renvoie l'examen au comité des arts mécaniques, après avoir entendu les réserves de M. *Tresca* en ce qui concerne le concours ouvert pour la scène du grand Opéra, auquel M. *Queruel* a présenté ses appareils.

Chauffage au gaz. — M. l'abbé *Moigno* développe devant la Société les avantages

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui résultent des appareils pour le chauffage au gaz par réflexion qui ont été présentés par MM. *Jacquet* et *Hauteur*.

Ces fabricants ont installé dans la salle, entre autres appareils qui fonctionnent d'une manière remarquable, une grande cheminée d'appartement où le gaz brûle à la partie supérieure en flammes renversées avec un double foyer au-dessus du brûleur pour absorber toutes les émanations provenant de la combustion. Le foyer, qui n'est pas en vue, renvoie sa chaleur et sa lumière réfléchies par une série de miroirs en cuivre rouge dont l'effet est complet et qui échauffent la pièce par réflexion et l'air qui les environne par contact. La consommation du gaz pour le grand modèle présenté n'est que de 500 litres par heure, et, tout compte fait, la dépense qu'elle cause n'est pas beaucoup plus élevée que celle du chauffage au coke.

M. l'abbé *Moigno* attire surtout l'attention de la Société sur les nombreuses formes que MM. *Jacquet* et *Hauteur* ont données à leurs appareils pour l'usage domestique; ce sont des plaques pour fers à repasser, des réchauds de formes très-variées, des rôtissoires, grilloirs, coquilles ne brûlant que de 200 à 400 litres de gaz par heure et permettant de faire la cuisine sans odeur aucune et sans tous les débris qui résultent de l'emploi du charbon. Il voit, dans ces appareils élégants et éminemment économiques, un moyen de rendre plus grande l'intervention des dames dans les détails de leur ménage et de faire disparaître les inconvénients qui résultent de l'exiguïté toujours croissante des appartements. (Renvoi au comité des arts économiques.)

NOMINATION DE MEMBRES. — M. *Duchesne* (Léon), docteur en médecine, présenté par MM. *Chevallier* et *Lissajous,* est nommé, à l'unanimité, membre de la Société par un vote exceptionnel du Conseil.

Le Conseil se forme en comité secret.

Séance du 24 décembre 1869.

Présidence de M. le sénateur *Dumas,* président.

NÉCROLOGIE. — M. le *Président* annonce à la Société la perte qu'elle a faite de M. *Tulpin,* l'un de ses membres les plus distingués. M. *Tulpin* (Alexandre-Marie-Fortuné), ingénieur-mécanicien, membre des sociétés industrielles de Mulhouse et de Rouen, a créé une série complète de machines d'une importance remarquable pour l'industrie des tissus, et a reçu, à ce sujet, l'approbation hautement exprimée du Conseil de la Société.

M. le *Président* fait connaître une autre perte non moins regrettable, celle de M. *Bougon* (Pierre-Louis-Toussaint), l'un des membres les plus anciens de la Société, maire de Chantilly, ancien manufacturier, et membre du jury dans les diverses Expositions qui ont eu lieu en France.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CORRESPONDANCE. — M. *Jaubert* (Léon), rue des Écoles, 40, présente un système nouveau d'embrayage extensible agissant sans choc. Ce système est fondé sur le même principe que l'embrayage conique; mais, par l'emploi de bras élastiques et de portées flexibles, il évite les inconvénients résultant des changements brusques de vitesse. (Arts mécaniques.)

M. *Tardani* (Gaetano), professeur, à Rome, rue Saint-Georges, 1, dans le Velabre, adresse, pour le concours sur la production d'acide sulfurique dépouillé d'arsenic, un mémoire rédigé en italien. (Renvoyé au comité des arts chimiques pour la commission des prix.)

M. le docteur *Sacc* envoie à la Société un mémoire sur la fabrication de l'encre à écrire et sur les inconvénients que les encres ordinaires du commerce, à bon marché, présentent pour la durée des écritures. Après des recherches très-variées, il propose une formule pour la composition d'une encre solide. Il met à digérer, pendant vingt-quatre heures, à une douce chaleur, d'une part 250 grammes de noix de galle en poudre avec un demi-litre d'alcool à 82 degrés, et, d'autre part, 90 grammes de sulfate ferreux et 90 grammes de gomme arabique avec 1 litre et demi d'eau pure; les deux liqueurs, obtenues par expression à travers un linge, sont mélangées, mises à déposer pendant huit jours et passées dans une toile. Cette encre, dit-il, ne dépose pas et ne moisit pas; elle est plus stable qu'aucune de celles qu'on emploie. (Comité des arts chimiques.)

M. *Savournin* (A.), entrepreneur de canalisation, rue Impériale, 34, à Marseille, envoie une note sur les avantages du caoutchouc vulcanisé pour la garniture des joints parallèles des tuyaux dans le système Dussart. (Arts mécaniques.)

M. *Méheust* (P.) fait hommage à la Société d'un exemplaire de ses Éléments d'agriculture. Paris, 1869, un vol. in-18.

M. *Sageret* (Ernest), ingénieur, fait aussi hommage à la Société de l'ouvrage qu'il a publié sous le titre : *Du progrès maritime,* étude économique et commerciale. Paris, 1869, un vol. in-8°. (Renvoi au comité du commerce.)

ÉLECTION D'UN MEMBRE ADJOINT AU COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES. — Le scrutin, ouvert pour cette élection, donne pour résultat la nomination de M. *Homberg,* inspecteur général des ponts et chaussées, en retraite.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Lampe-modérateur.* — M. *Priestley* fait, au nom du comité des arts économiques, un rapport verbal sur un petit perfectionnement que M. *Richner* a apporté à la lampe-modérateur ordinaire.

Lorsque cette lampe a besoin d'être remontée, on ne s'aperçoit de cette circonstance que par l'affaiblissement de la lumière, et quelquefois on est averti trop tard. M. *Richner* a placé à côté du bec un petit timbre qui est frappé par un déclic mis en mouvement par deux taquets situés à l'extrémité de la tige de la crémaillère, lesquels n'agissent que quelques minutes l'un après l'autre. Ce double appel avertit de la nécessité de re-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

monter le ressort. Le mécanisme est simple et augmente très-peu le prix de la lampe. Le comité des arts économiques pense que, dans certains cas, il peut rendre quelques services, et propose de remercier l'auteur de cette communication.

Le Conseil approuve ces conclusions.

Liens pour bottelage. — M. *Huzard* fait, au nom du comité d'agriculture, un rapport sur les liens en corde goudronnée avec crochets en fonte de M. *Leblanc Winckler,* à Altkirch. Il propose de remercier M. *Leblanc Winckler* de sa communication et d'insérer le rapport au Bulletin.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

ÉLECTIONS ANNUELLES. — M. le *Président* ouvre un scrutin pour les élections générales annuelles. Il rappelle que ces élections ont pour objet de renouveler le bureau du Conseil en entier et un tiers des membres des comités, ainsi que de pourvoir aux vacances qui ont eu lieu dans l'année.

A la fin de la séance, le scrutin est dépouillé et donne les résultats suivants :

Bureau. — MM. le sénateur *Dumas*, président; le baron *Séguier* et *Balard*, vice-présidents; le baron *Dupin* (Charles), secrétaire général; *Combes* (Ch.) et *Peligot* (Eugène), secrétaires adjoints; *Laboulaye* (Ch.) et *Becquerel* (Edmond), censeurs; *Goupil de Préfeln*, trésorier.

Commission des fonds. — MM. *Legrand, Devinck* et *Calon* (Paul) sont réélus; M. le comte *des Fayères* est élu en remplacement de M. *Hurteaux*, démissionnaire.

Comité des arts mécaniques. — MM. *Tresca, Bois* (Victor) et *Phillips* sont réélus.

Comité des arts chimiques. — MM. *Frémy, Leblanc* et *Barreswil* sont réélus.

Comité des arts économiques. — M. *Jamin* et M. *de Luynes* sont élus en remplacement de MM. *Herpin* et *Molinos,* qui sont nommés membres honoraires sur leur demande; M. *Peligot* (Henri) est élu en remplacement de M. *Becquerel* (Edmond), nommé censeur, et M. *Blanchet* est élu en remplacement de M. *Duchesne*, décédé.

Comité d'agriculture. — MM. *Moll, Boitel* et *Chatin* sont réélus.

Comité du commerce. — MM. *Rondot* (Natalis), *Milliet* (Gratien) et *Christofle* (Paul) sont réélus.

COMMUNICATIONS. — *Sténographie mécanique.* — M. *Gensoul* fait faire, par M. *Lambrigot*, ingénieur, avenue de Breteuil, 74, une communication à la Société, sur une *presse sténographique* destinée à écrire mécaniquement avec une vitesse analogue à celle de la sténographie la plus rapide, et pouvant s'appliquer avec avantage aux transmissions télégraphiques.

Il fait connaître l'état actuel de la sténographie et les obstacles que son perfectionnement rencontre. Il explique pourquoi l'inventeur a été amené à tracer les syllabes au lieu des lettres et à employer, pour cela, des caractères nouveaux. Il donne la description du clavier de M. *Gensoul* qui est formé de trois parties, une pour chaque main avec un petit clavier intermédiaire pour les pouces. Les touches de ces claviers

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

font marquer des signes spéciaux à l'encre d'imprimerie, sur une bande de papier qui se déroule d'une manière continue. Comme le mouvement des doigts convenablement exercés et employés sur un clavier est bien plus rapide que celui de la plume, que même l'exécution des morceaux de musique sur le piano montre que ce mouvement est plus rapide que celui des lèvres pour prononcer des syllabes, M. *Gensoul* est certain d'obtenir par son appareil une vitesse plus grande que par les procédés sténographiques ordinaires, et d'approcher, autant que possible, de celle de la parole.

M. *Lambrigot* dit ensuite quelques mots sur l'application que ce clavier pourrait avoir comme composteur de dépêches télégraphiques, et il se met à la disposition de la Société pour donner tous les renseignements et faire toutes les expériences qu'on pourrait désirer. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

Force motrice de la marée. — M. *Tommasi* (Ferdinand) expose devant la Société les procédés qu'il propose, pour employer la force motrice de la marée à une distance arbitraire du bord de la mer, au moyen d'un appareil qu'il nomme *flux-moteur*.

Il fait remarquer l'importance de la force mécanique non utilisée qui réside dans le flux et dans le reflux. Il décrit ensuite son appareil qui a pour résultat immédiat de comprimer de l'air par la pression en sens divers qui résulte de l'ascension et de la descente des eaux de la mer. Cet air est ensuite conduit au lieu où on veut employer la force motrice, et forme à la fois un mode de transmission et un moyen d'emmagasiner et de conserver la force. M. *Tommasi* montre, sur un modèle exécuté avec un grand soin, comment l'oscillation d'une colonne d'eau peut produire tous les effets qu'il a annoncés. Il termine en énumérant les diverses industries qui peuvent tirer parti de ce nouveau moteur, dont l'importance trop méconnue est supérieure à celle du mouvement des vents et de plusieurs autres forces naturelles dont on a cependant tiré un très-grand profit. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

Tôle et fonte émaillée. — M. *Pâris*, fabricant d'émaux au Bourget, près Paris, présente à la Société les nouveaux produits qu'il a obtenus par l'application de ses émaux sur la fonte et le fer, et sur lesquels M. le *Président* donne quelques explications.

Les métaux émaillés ne peuvent pas être soumis à de trop grandes variations de température sans que des gerçures et des éclats de l'émail ne se manifestent à la longue. Cet effet se produit surtout pour le fer et la fonte, parce que l'adhérence de l'émail est souvent empêchée par la production, au feu, d'une petite quantité d'oxyde de fer qui s'interpose entre le métal et le verre dont il est recouvert. M. *Pâris* est parvenu à vaincre cette difficulté ; les pièces de fonte et de fer émaillées, qu'il présente en grand nombre à la Société, résistent aux différences de température les plus grandes qu'on puisse produire par une exposition libre à toutes les variations de l'atmosphère. Il montre que cette propriété permettra de faire, à bas prix, des tableaux d'église, des statues polychromes, des vases et une foule d'ornements décoratifs, pour lesquels la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faïence n'offre pas assez de solidité et de durée, et qui seront tout à fait inaltérables.

M. *Chevallier,* membre du Conseil, cite l'exemple qu'il a encore sous les yeux de la durée de la tôle émaillée par les procédés de M. *Pâris;* il a depuis dix ans, dans son laboratoire, de simples tuyaux émaillés qui ont parfaitement résisté jusqu'ici sans altération, ce que ne font pas les tuyaux en tôle ordinaire qui finissent, au bout de peu de temps, par s'oxyder et se percer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE

DES NOUVEAUX MEMBRES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS ADMIS EN 1869

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MM.

Beauchamp, ingénieur civil, à Paris.
Chameroy, ingénieur civil, à Paris.
Coez, manufacturier, à Saint-Denis.
Collin (*Alfred*), négociant, à Paris.
Compagnon, maire de Manzat (Puy-de-Dôme).
Delaurier, ingénieur civil, à Paris.
Desforge et *Festugière*, maîtres de forges, à Paris.
Directeur de la poudrerie, à Constantine (Algérie).
Directeur de la poudrerie, à Saint-Chamas (Bouches-du-Rhône).
Dubrueil, fabricant de clous dorés, à Paris.
Dumaine, libraire, à Paris.
Durand (*Eugène*), manufacturier, à Lyon.
Durand-Claye (*Alfred*), ingénieur des ponts et chaussées, à Paris.
Everling, directeur de la *Revue de la papeterie*, à Paris.
Garcerie, directeur des contributions indirectes, à Grenoble.
Gournerie (*de la*), professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers.
Goux, ingénieur civil, à Paris.
Groualle, avocat à la Cour de cassation, à Paris.
Grouillard, mécanicien, au Creusot (Saône-et-Loire).

MM.

Guillochon, attaché au chemin de fer d'Orléans, à Paris.
Hamon, directeur de la Société des plombs doublés d'étain, à Paris.
Hardy, directeur du potager impérial de Versailles.
Homberg, inspecteur général des ponts et chaussées en retraite, à Paris.
Jarry, fumiste des chemins de fer et de l'administration, à Angers.
Joffroy (*Alexis*), vice-président de la chambre des industries diverses de Paris.
Jonglet, ingénieur civil, à Paris.
Jonguet (*Félix*), directeur des forges et fonderies de Bességes.
Manceaux, libraire, à Paris.
Martin-Sabon, ingénieur des arts et manufactures, à Paris.
Mesnard, fabricant de bourrelets flexibles, à Paris.
Michaud, fabricant de cuirs, à Autun.
Nick, constructeur-mécanicien, à Paris.
Paliard, architecte en chef de la préfecture de police, à Paris.
Pelouze (*Eugène*), chimiste, à Paris.
Piet et *Bellan*, constructeurs-mécaniciens, à Paris.
Piombo (*Francesco*), à Trapani (Sicile).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM.

Prillieux, propriétaire-agriculteur, à Paris.
Quarré, libraire, à Lille.
Ravel, fabricant de draps, à Barrème.
Rennes, manufacturier, à Paris.
Revon (Pierre), banquier, à Gray.
Rollet, maire d'Étrochy.

MM.

Rous (Ermond), mécanicien, à Paris.
Sapin et *comp.*, négociants, à Limoges.
Tailfer, ingénieur civil, à Paris.
Tellier, ingénieur civil, à Paris.
Troost, professeur à la faculté des sciences, à Paris.
Villière, mécanicien, à Vire (Calvados).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA SOIXANTE-HUITIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

A.

Agnus. Nouvelle baratte à beurre, 249.

Agudio. Système de locomoteurs pour gravir les fortes rampes, 48 (pl. 401 et 402).

Alcan. Rapport sur l'appareil à laver la laine de M. *Ravel*, 135 (pl. 407).

— Rapport sur les nouvelles dispositions de métier à faire les gazes façonnées de M. *Parant*, 193.

— Rapport sur la machine à égloutronner la laine de M. *Malteau*, 385 (pl. 414).

— Rapport sur le procédé de M. *Leduc* consistant à appliquer la force centrifuge à la fabrication du vin et du cidre, 461.

— Rapport sur les débrayeurs électriques pour métiers à tisser de MM. *Radiguet* et *Lecène*, 513 (pl. 421).

— Observations sur le china-grass, 559.

Allaire (*O.*). Huile pour graissage des machines, épurée par un procédé spécial, 636.

Anguier. Petit appareil de photographie optique dit *kinescope*, 200.

Arnodin (*F.*). Bateau remorqueur empruntant sa puissance au courant de la rivière pour la remonte des bateaux, 381, 588.

Artur. Observations sur l'attraction capillaire, 631.

Aubert (*Louis*). Vernis au tampon pour la chaussure, 508.

Audouin (*P.*). Emploi de l'hydrate d'alumine ou bauxite pour la fabrication des creusets très-réfractaires, 317.

B.

Baillargé (*A. J.*) et *J. Monthelier.* Procédés de dessiccation des bois, 65.

Barral. Communication sur le procédé de conservation des viandes de M. *Gorges*, 568.

Barreswil. Rapport sur le procédé de teinture en gris solide de MM. *Bretonnière* et *comp.*, 335.

Barveaux (*G.*). Biscuits fabriqués avec la pomme de terre, 66.

Bastié. Tour permettant d'obtenir des prismes, 563.

Bastié (*E.*). Application du papier bleu sensible n'exigeant pas de fixage pour la reproduction de dessins de machines et autres, 556.

Baude. Note sur le livre de M. *Jacqmin* intitulé : *De l'exploitation des chemins de fer et des tarifs de transport des marchandises*, 90.

— Communication sur l'emploi de la contre-vapeur comme frein dans les trains de chemin de fer, 383, 595 (pl. 426).

— Rapport sur une chambrière, avec cric de hausse,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour voitures à deux roues, imaginée par M. *Loilier*, 645 (pl. 428).
Baude (*E.*). Dépôt d'une somme adressée au nom de la classe 65 de l'Exposition de 1867 pour la fondation d'un prix, 382.
Bell et *Black*. Perfectionnements hygiéniques dans la fabrication des allumettes chimiques, 309.
Bergstræsser. Sur la fabrication de l'alcool de maïs, 628.
Berjot (*F.*). Extrait de légumes pour potages, etc., 636.
Berthault (*J.*). Améliorations des vins blancs par la méthode d'endosmose, 701.
Bertsch. Réclamation au sujet de la machine diélectrique de M. *Carré*, 127.
— Rapport sur l'appareil de photographie optique dit *kinescope* imaginé par M. *Anguier* et construit par M. *Langlois*, 200.
Betz-Penot. Système d'engraissement des veaux, 145.
Beuchot. Machine opérant à bon marché la traction sur les canaux de navigation, 702.
Billet (*Émile*). Culture du cresson sur grande échelle, 84 (pl. 404).
Bisschop (*A. de*). Moteur à air chaud perfectionné, 567.
Black et *Bell*. Perfectionnements hygiéniques dans la fabrication des allumettes chimiques, 309.
Blampoix (*B.*). Procédé pour guérir la nouvelle maladie de la vigne par injection de vapeur, 699.
Blancard-Évrard. La photographie, ses origines, ses progrès, etc., 704.
Blanchard. Préparation d'un phosphate ammoniaco-magnésien pour engrais, 703.
Blouin. Nouveau système de crémones pour la fermeture des croisées, 570.
Bœttger. Réactif très-sensible pour les alcalis et les terres alcalines, 190.
— Préparation facile et prompte d'un vernis de copal, 190.
— Bain propre à platiner le cuivre, le laiton, etc., 248.
— Procédé éprouvé pour faire adhérer la peinture à l'huile sur le zinc, 697.
— Procédé pour la dorure du verre et l'exécution des instruments d'optique, 730.
Bois (*Victor*). Rapport sur une machine à apprêter les chapeaux de M. *Cornemuse*, 524.
— Rapport sur un appareil dit multiplicateur inexplosible, pour chaudières à vapeur, de M. *Petitpierre*, 456.
— Rapport sur l'indicateur perpétuel pour les levées de boîtes aux lettres, imaginé par M. *Rollet*, 583 (pl. 425).
— Rapport sur une nouvelle fermeture applicable aux sacs de dépêches, imaginée par MM. *Duvé* et *Lemaire*, 650.
Bolley. Détermination quantitative de la proportion des corps gras neutres contenus dans les savons, 506.
Bolley et *Suida*. Sur le siége des propriétés hygrométriques de la soie, 310.
Bomblin (*A. J.*). Échelles à coulisse, 733.
Bon (*A.*). Pierres artificielles plus dures que le strass ordinaire, 508.
Borel-Tissot (*F. L.*). Appareil pour utiliser la force attractive des électro-aimants, 125.
Boucher (*E.*) et *Roseleur*. Leur procédé d'étamage galvanique, 591.
Boucherie. Fabrication de l'engrais animal phosphato-chloruré, 277.
Boudet (*Pierre*). Appareils destinés à prédire l'état de l'atmosphère vingt-quatre heures à l'avance, 64, 128.
Bougault (*E.*). Fermeture hermétique des vases de verre et de porcelaine, 556.
Bougon (*P.*) (membre de la Société). Sa mort, 740.
Bouilhet (*H.*). Rapport sur l'appareil de chauffage à alcool à flamme forcée de M. *Lang*, 465 (dessin sur bois).
— Rapport sur les procédés employés par Mme Ve *Delong* pour le repercage et le découpage des métaux, 527.
— Rapport sur les procédés d'étamage et de zincage galvaniques de M. *Maistrasse-Dupré*, 590.
Bouis. Sa nomination comme membre adjoint au comité des arts chimiques, 639.
Boullay (doyen du Conseil). Nouvelle de sa mort, 704.
Bourbouse. Appareil d'éclairage à l'air comprimé pour éclairer les projections faites au tableau dans les cours publics, 511.
Boutelou et *Piau*. Compteur à eau, 316.
Brachet. Nouvel oculaire du système à cône tronqué pour microscopes, etc., 125.
Bradfort (*J. M.*). Utilisation des cendres d'anthracite (envoi pour un des concours), 66.
Branche (*H.*). Machine à percer et à aléser, 317.
Bréguet. Rapport sur les burins de forme nouvelle de M. *Henri Robert*, 80 (dessins sur bois).
— Rapport sur les vis sans fin à filets convergents de M. *Delaître*, 577 (pl. 424).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Breton (frères). Leur appareil magnéto-électrique, **252**.
Breton-Laugier. Fabrication perfectionnée du vinaigre de vin, **638**.
Bretonnière et *comp*. Procédé pour la teinture en gris solide, **335**.
Bréval. Presse à sécher la tannée, **9** (pl. **400**).
Brunner. Préparation du bronze de chrome, **627**.
Bryois (*H.*). Sténographe-imprimeur, **705**.
Buchner. Recherches de l'acide oxyphénique dans le vinaigre de bois, **247**.
Buquet (*A.*). Notes et documents sur la traction à vapeur sur les rivières et les canaux, **126**.
Burel. Planimètre réducteur, **579** (pl. **424**).

C.

Callon. Rapport sur l'appareil de sûreté pour les puits de mines de M. *A. Mathieu*, **273** (pl. **410**).
Cambon. Application de la scie à ruban au sciage du bois à brûler, **641** (pl. **427**).
Cardon. Création, en **1811**, à Senlis, des premières fosses pour la culture du cresson, **85**.
Carr. Machine à broyer le charbon et les minerais, **656** (pl. **429**).
Carré. Pile et régulateur de lumière électrique, **69** (dessins sur bois et pl. **403**).
— Machine diélectrique, **126**.
Champion (*P.*). Ouvrage sur les industries de la Chine, **702**.
Champonnois et *Savalle*. Travail des sucres par la méthode du sucrate de chaux, **564**.
Charpentier (*A.*). Double treuil pour monter les matériaux des maisons en construction, **697**.
Charrière. Moyens de sauvetage dans les incendies, **632**, **708** (dessins sur bois).
Chatin. Rapport sur les cressonnières de M. *Émile Billet*, **84** (pl. **404**).
— Rapport sur les conditions de la production truffière et sur les procédés de culture de M. *Rousseau*, **163**, **224**, **369**, **468** (pl. **419** et **420**).
Chayaux. Appareil pour mesurer l'intensité de la lumière, **698**.
Chenal (*J.*). Système de siphon-pompe, **567**.
Chevallier. Rapport sur une nouvelle méthode d'épuration des huiles végétales pour l'éclairage de M. *Michaud*, **195**.
— Observations au sujet des tôles émaillées, **744**.
Childers (*H.*). Fondation à Nice d'une fabrique de passementeries faites avec la fibre du china-grass, **558**.
Clarke. Son appareil magnéto-électrique, **289**.
Cloez. Sa nomination comme membre adjoint au comité des arts chimiques, **635**.
Cochot (*A.*). Système de tiroir équilibré, **129** (dessin sur bois).
Cohn (*H.*). Verres de lunettes en mica pour les ouvriers, **504**.
Colombe (*Second*). Serpentin pour le chauffage des vins et autres liquides, **249**.
Combes (*Ch.*). Sur l'application de la théorie mécanique de la chaleur aux machines à vapeur locomotives et autres, à haute pression, avec ou sans condenseur, dans la marche ordinaire et dans la marche à contre-vapeur, **13**.
— Rapport sur le tiroir équilibré de M. *A. Cochot*, **129** (dessin sur bois).
— Paroles prononcées sur la tombe de M. *Rivot*, **244**.
— Observations sur l'emploi de la contre-vapeur dans les locomotives, **383**.
— Sur l'application de la théorie mécanique de la chaleur aux machines à vapeur locomotives et autres dans la marche à contre-vapeur; influence des proportions relatives d'eau et de vapeur amenées de la chaudière aux tuyaux d'échappement, **402**.
— Rapport sur les perfectionnements apportés par M. *Portail* aux systèmes d'échaufaudage et d'outillage employés dans le creusement des puits, **449** (pl. **417**).
Corenwinder. Composition de la cendre des cosses de bananes, **678**.
Cornemuse. Machine à apprêter les chapeaux, **524**.
Cousin (*C.*). Moyen d'éviter les explosions des mines, **630**.

D.

Daxhelet (*A.*). Cours de chimie inorganique d'après la théorie de *Gerhardt*, **317**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Declercq (*Ch.*). Appareil portatif pour la photographie, **508**.
Dedun (*H.*). Système d'enseignement de la musique, **564**.
Delaître. Tour à faire les vis sans fin à filets convergents, 577 (pl. 424).
Delaurier. Nouvelle pile électrique à deux liquides, **634**.
Delong (M^me^ V^e^). Procédés pour le reperçage et le découpage des métaux, 527.
Deloris (*B.*). Emploi de la plombagine pour diminuer les frottements secs, 65.
Demonfaucon. Système de tire-cartouche, 655 (dessin sur bois).
Denans (*J. B.*). Joints perfectionnés pour tuyaux, **65**.
Deprez. Note sur les appareils de distribution à deux tiroirs pour machines à vapeur, **534** (dessins sur bois).
Descloiseaux et *Lamy*. Études chimiques, optiques, etc., 635.
Deupès (*L.*). Méthode d'enseignement de l'écriture, **317**.
Devedeix, *Houzeau* et *Holden*. Procédé d'épuration des eaux d'égouts de la ville de Reims, **251**.
Didiot (*H.*). Nouvelle forme d'appareil pour faire l'eau de Seltz, 66.
Dienheim. Ravivage des limes au moyen d'un bain électrique, 510.
Dollfus-Hausset. De l'instruction populaire en Europe, **66**.
Doray. Emploi de la lanterne magique avec lampe à pétrole pour l'enseignement dans les cours publics à l'aide de projections, 510.
Dormoy (*E.*). Topographie du bassin houiller de Valenciennes, 509.
Dotézac et *Forcioli*. Procédé pour empêcher l'oxydation des cuirasses de navires, **567**.
Douville. Robinets pour les tonneaux d'arrosement, **64**.
Dubois-Raymond. Son appareil électro-médical, **359**.
Dubrueil. Machines à fabriquer les clous dorés pour meubles, **257** (pl. 408 et 409); perfectionnements, **703**.
Dubrunfaut. Sur la présence des glucoses dans les sucres bruts et raffinés de betteraves, 310.
— Méthode d'épuration des sirops et des mélasses au moyen de l'osmogène, 337 (pl. 413).
— Les râpes, les presses et leurs produits, **564**.
— La Genèse agricole, *ib.*
Duchenne. Son appareil magnéto-électrique, **294**, **360**.
Duchesne (*A.*). Études sur le protoxyde d'azote, **126**.
Duchesne et *Tresca*. Rapport sur la fabrique de chocolat de M. *Ménier*, à Noisiel, **321** (pl. **411** et 412).
Duchesne (membre du Conseil). Nouvelle de sa mort, 685, 737.
Dujardin. Machine à visser, **125**.
Dumas (sénateur). Paroles prononcées à l'occasion de la mort de M. *Eugène Pihet*, **63**.
— Discours prononcé dans la séance générale de la Société de protection des apprentis et des enfants employés dans les manufactures, **116**.
— Paroles prononcées à l'occasion de la souscription pour la statue de *Vauquelin*, **125**.
— Discours prononcé dans la séance de distribution des prix de l'Association polytechnique, 300.
— Communication sur l'emploi, fait par M. *Audouin*, de la bauxite pour la fabrication des creusets très-réfractaires, emploi déjà indiqué auparavant par M. *A. Gaudin*, **317**.
— Communication sur la méthode de M. *Ponsard* pour la production de la fonte sans haut-fourneau, 637.
— Communication sur la fabrication perfectionnée de vinaigre de vin de M. *Breton-Laugier*, 638.
— Communication sur les résultats pratiques de l'application du procédé de conservation des vins de M. *Pasteur*, 640.
— Communication sur l'organisation de l'enseignement du dessin dans les écoles municipales de Paris, **701**.
— Paroles prononcées en séance au sujet de la mort de M. *Duchesne*, 737.
Duméry. Rapport sur les machines à fabriquer les clous dorés pour meubles de M. *Dubrueil*, **257** (pl. 408 et 409).
— Rapport sur les mouvements d'horlogerie se remontant sans clef de M. *Robert Houdin*, **452** (pl. 418).
— Rapport sur l'application de la scie à ruban, faite par M. *Cambon* pour le sciage du bois à brûler, **641** (pl. 427).
Du Moncel (le comte *Th.*). Communication relative au câble transatlantique, **253**.
— Notice sur le câble transatlantique, **556**.
Dumont. Système évitant les coups de bélier des robinets, 736.
Dupin (baron *Charles*). Médaille frappée à son effigie, **66**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Duport (*L.*). Foyer fumivore, **634**.
Dupré (*Athanase*). Théorie mécanique de la chaleur, **570**.
Dupuis (*Ch.*). Pompe à vapeur à action directe, **381**.
Durand-Claye (*Alfred* et *Léon*). Sur l'épuration des eaux des égouts de la ville de Paris, **560**, **565**.
Durand (*Y.*). Burette pour le graissage des machines, **632**.
Duvé et *Lemaire*. Nouvelle fermeture applicable aux sacs de dépêches, **650**.

E.

Elliot et *Russel*. Appareil pour la fabrication de la soude artificielle, **437**.
Entraygues. Fabrication de conserves alimentaires, **698**.

F.

Farcot. Sa nomination comme membre du comité des arts mécaniques, **571**.
— Communication sur la burette de graissage de M. *Y. Durand*, **632**.
Flachat (*Eugène*) et *Noisette*. Application de l'asphalte coulé sur les planchers pour empêcher la propagation du feu en cas d'incendie, **307**.
Fleury (*A. L.*). Nouveau procédé pour extraire l'aluminium de ses minerais, **446**.
Fontaine. Réclamation de priorité au sujet de la fabrication de la poudre de guerre à base de picrate de potasse, **122**.
Forcioli et *Dotézac*. Procédé pour empêcher l'oxydation des cuirasses de navires, **567**.
Fouré (*Léon*). Tour à quatre perles pour faciliter l'exécution des tissus légers, **64**.
Fourgeau. Nouveau système de couvertures pour les bâtiments, **64**.
Fréminville (*de*). Rapport sur les réas ligno-métalliques de MM. *Nick* et *comp.*, **75**.
— Rapport sur le projet de remorqueur hydraulique pour la navigation fluviale de M. *Arnodin*, **588**.
Frère (*G.*). Appareil pour la pêche à la ligne dormante, **698**.
Frésénius. Analyse des pyrites sulfureuses de la compagnie Sicilia en Westphalie, **123**.
Fuchs (*H.*). Méthode mécanique pour préparer le bronze en poudre pour couleurs, **623**.

G.

Gaiffe. Son appareil magnéto-électrique, **293**, **364**.
Gasparin (*Paul de*). Études sur la composition des terres arables, **611**.
Gaudin (*A.*). Ses recherches sur la bauxite comme matière réfractaire, **318**.
Gauthier (*A.*). Amélioration dans la culture de la pomme de terre, **66**.
Gélibert. Résultats obtenus dans l'enseignement du dessin par l'emploi de son perspectomètre, **283**.
Gensoul. Clavier permettant d'écrire mécaniquement avec une vitesse égale à celle de la parole, **742**.
Gerardin. Procédé d'épuration des eaux de la rivière du Croult, à Saint-Denis (Seine), **734**.
Girard. Sa turbine, à l'usine de M. *Ménier*, à Noisiel, **332** (pl. **411**).
Giraud. Machine pour améliorer le labourage, **702**.
Glépin. Fonçage des puits de mines dans les terrains ébouleux et aquifères, **700**.
Godchaux. Cahiers de dessin à bon marché, **83**.
Golay. Machine à diamant pour rhabiller les meules de moulins, **66**, **67**.
Gonon (*Eugène*). Moulage du bronze à cire perdue, **126**, **318**.
Gorges. Procédé de conservation des viandes, **568**.
Gougy. Emploi de l'air comprimé pour élever la bière des caves, **315**.
Gournerie (*de la*). Son entrée au comité des arts économiques, **734**.
Grothe. Emploi du china-grass pour le brochage des tissus-nouveautés, **246**.
Grotowsky. De l'influence de la lumière solaire sur les huiles de pétrole, **724**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Grouillard (*Pierre*). Graisseur automatique des cylindres et tiroirs de locomotives, **125**.
Grunbert (*Albert*). Appareil de chauffage, **64**.
Gruner. Note sur les appareils de cinglage et d'étirage construits, à l'usine de Crewe (Angleterre), par M. *Ramsbottom*, **112** (pl. **405**).
— Mémoire sur l'état actuel de la métallurgie du plomb, **699**.
Guillelmot. Allumettes chimiques au phosphore amorphe, **250**.
Guillemin (*A.*). Ouvrage intitulé *le Soleil*, 630.
Gutmann (*J.*). Machine à coudre faisant les boutonnières, **570**.

H.

Haustein. Sur l'utilisation de l'acide sulfurique contenu dans les eaux de lessivage provenant de la fabrication de l'outremer artificiel, **191**.
Hauteur et *A. Jacquet*. Appareils de chauffage au gaz par réflexion, **737**, **739**.
Hautrive (*J.*). Procédé de métallisation du bois, des pierres, etc., **317**.
Heuzé. Communication sur la matière employée pour faire les brosses de chiendent, **68**.
Holden, *Devédeix* et *Houzeau*. Procédé d'épuration des eaux d'égouts de la ville de Reims, **251**.
Homberg. Son entrée au comité des arts économiques, **741**.
Houdin (*Robert*). Mouvements d'horlogerie se remontant sans clef, **452** (pl. **418**).
Houzeau, *Devédeix* et *Holden*. Procédé d'épuration des eaux d'égouts de la ville de Reims, **251**.
Huzard. Rapport sur un brancard de M. *Laprée*, se détachant automatiquement et destiné aux voitures à quatre roues et à un cheval, **647** (pl. **428**).
— Manuel de l'éleveur de poulains dans le Perche, **703**.

J.

Jackson (*Ch. T.*). Sur la mine de cuivre du Phénix au lac Supérieur (États-Unis), **721**.
Jacqmin. De l'exploitation des chemins de fer et des tarifs de transport des marchandises, **90**.
Jacquet (*A.*) et *Hauteur*. Appareils de chauffage au gaz par réflexion, **737**, **739**.
Jacquinet (*Remi*). Graphomètre rapporteur, **317**.
Jamin. Rapport sur la pile et le régulateur électrique de M. *Carré*, **69** (dessin sur bois et pl. **403**).
— Communication sur la machine diélectrique de M. *Carré*, **126**.
Jaubert (*L.*). Nouveau système d'embrayage extensible agissant sans choc, **741**.
Joffroy (*A.*). Présentation du lait condensé de la compagnie *anglo-swiss-condensed-milk*, **630**.
Jordan. État de la sidérurgie en **1867**, **638**.
Joule et *Thomson*. Expériences sur la détente des gaz, **672**.
Joyot. Moyens proposés pour fabriquer à la barre les rubans, velours, unis et façonnés, **563**.

K.

Kastenbein et *Stœhlin*. Machine à composer et à distribuer les caractères typographiques, **507**.
Kletzinsky. Préparation du bronze d'étain, **626**.
Kolb (*J.*). Recherches sur le blanchiment des tissus, **544**.
Kopp (*E.*). Fabrication de la purpurine commerciale, **443**.
Kuhr. Préparation d'une encre pour marquer le linge, **189**.

L.

Laboulaye. Rapport sur l'abaque de M. *Michel Rous*, **137** (pl. **407**).
— Observations sur l'emploi de la contre-vapeur dans les trains de chemins de fer, **383**.
— Rapport sur le tire-cartouche de M. *Demonfaucon*, **655** (dessin sur bois).
— Rapport sur le sténographe-imprimeur de M. *Bryois*, **705**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lacave. Système de transport dans les terrains peu consistants, **64**.
Lagravère (*A.*). Travail de l'amalgamation américaine au Cerro de Passo (Pérou), **567**.
Lamy (*A.*). Note sur la fabrication de la soude au four tournant, **435** (dessins sur bois et pl. **416**).
— Sa nomination comme membre du comité des arts chimiques, **571**.
— Sur un nouveau pyromètre fondé sur la loi de dissociation découverte par M. *Sainte-Claire Deville*, **617**.
— Observations au sujet de l'alcoomètre de MM. *Musculus, Valson* et *comp.*, **631**.
— et *Descloiseaux*. Études chimiques, optiques, etc., **635**.
Laneuville (*A.*). Cannettes garnies de dés en caoutchouc pour métiers à tisser, **555**.
Lang. Appareil de chauffage à alcool à flamme forcée, **465** (dessin sur bois).
Langlois. Petit appareil de photographie optique, dit *kinescope*, **200**.
Langlois (*V.*). Chaudière à vapeur à tubes mobiles, **563**.
Laprée. Brancard se détachant automatiquement pour voitures à quatre roues et à un cheval, **647** (pl. **428**).
Lavollée (*C.*). Note sur les omnibus à Paris et à Londres, **61**.
Le Blanc (*Jules*). Système de câble textilo-dynamique, **64**.
Leblanc (*Nicolas*). Son invention de la soude artificielle, **436**.
Lecène et *Radiguet*. Débrayage électrique des métiers à tisser, **513** (pl. **421**).
Le Chatelier. Mémoire sur la marche à contre-vapeur des locomotives, **508**.
— Son procédé de clarification des eaux d'égouts par l'emploi du sulfate d'alumine, **562**.
— Supplément à son mémoire sur la marche à contre-vapeur des machines locomotives, **699**.
Lecœuvre. Rapport sur la presse à sécher la tannée de M. *Bréval*, **9** (pl. **400**).
— Rapport sur le planimètre réducteur de M. *Burel*, **579** (pl. **424**).
Leduc. Application de la force centrifuge à la fabrication du vin et du cidre, **461**.
Lefèvre (*A. V.*). Alimentation automatique des chaudières et appareil pour la distribution de la vapeur avec détente prolongée, **65**.
Lefort (*J.*). Sur l'emploi du goudron végétal dans la teinture, **247**.
Legras (*L.*). Appareil pour la conservation des viandes et autres denrées alimentaires, **507**.
Lehmann. Machine à air dilaté, **570**.
Lemaire. Rapport sur les résultats obtenus dans l'enseignement du dessin par l'emploi du perspectomètre de M. *Gélibert*, **283**.
Léon (ing. en chef). La monnaie internationale et le système métrique, **702**.
Leperdrieux (*F.*) et *Letellier*. Pompe à chapelet vertical pour les mines, **567**.
Le Roux (*F. P.*). De l'induction et de ses applications à la construction des appareils électro-médicaux, **202**, **285**, **346** (dessins sur bois).
— Communication sur la soude électrique pour blessures de M. *Trouvé*, **633**.
Letellier et *F. Leperdrieux*. Pompe à chapelet vertical pour les mines, **567**.
Letheby. Emploi de l'essence de térébenthine pour prévenir les fâcheux effets des vapeurs phosphorées dans la fabrication des allumettes chimiques, **309**.
— Conférences sur les aliments, **702**.
L'Héritier (l'abbé). Perfectionnements à la pile de *Daniell*, **701**.
Liecke (*W.*). Note sur la gomme du Pérou, nouvel épaississant propre à l'impression des tissus, **627**.
Lienard (*Jacquemain*). Système de comptabilité, **570**.
Limousin. Procédé permettant d'employer un nombre illimité de fers dans le tissage des étoffes en relief, **381**.
Lissajous. Rapport sur les cahiers de dessin à bon marché de M. *Godchaux*, **83**.
— Communication sur l'appareil d'éclairage à l'air comprimé employé par M. *Bourbouse* pour projeter des figures sur le tableau dans les cours publics, **511**.
— Rapport sur le télégraphe imprimeur de M. *Rémond*, **520** (pl. **422**).
— Notice sur la vie et les ouvrages de *Foucault*, **630**.
— Paroles prononcées sur la tombe de M. *Duchesne*, **685**.
Loilier. Chambrière, avec cric de hausse, pour voitures à deux roues, **645** (pl. **428**).
Luynes (*Victor de*). Note sur la méthode de M. *Dubrunfaut* pour l'épuration des sirops et des mélasses au moyen de l'osmogène, **337** (pl. **413**).
— Rapport sur l'instrument présenté par MM. *Musculus, Valson* et *comp.* pour évaluer l'alcool contenu dans le vin et autres liqueurs, **631**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M.

Macabier. Alimentateur automoteur pour chaudières à vapeur, 637.
Maistrasse-Dupré. Procédé d'étamage et de zincage galvaniques, 590.
Malteau (*A.*). Machine à égloutronner la laine, 385 (pl. 414).
Mangon (*Hervé*). Rapport sur la fabrication de l'engrais animal phosphato-chloruré de M. le docteur *Boucherie*, 277.
— Analyse des truffes, 487.
— Nouvelles expériences sur les limons charriés par les cours d'eau, 497.
Martin (*U.*). Filtres en biscuit de porcelaine pour fontaines de petits ménages, 698.
Martiny (*H. de*). Fabrication de cuirs estampés, 703.
Masson. Fabrication du papier avec la pulpe de betterave, 567.
Mathieu (*Amédée*). Appareil de sûreté pour les puits de mines, 273 (pl. 410).
Méheust (*P.*). Éléments d'agriculture, 741.
Ménier. Sa fabrique de chocolat à Noisiel, 321 (pl. 411 et 412).
Michaud (*C.*). Nouvelle méthode d'épuration des huiles végétales pour l'éclairage, 195.
Michaud. Procédés pour la fabrication des cuirs, 699.
Mildé (*Ch.*). Régulateur d'horlogerie à force constante et à moteur électrique, 555.
Milly (*A. de*). Emploi de l'acide sulfurique pour la saponification dans la fabrication des bougies, 508.
Moigno (l'abbé). Saccharimétrie, etc., 315.
— Mélanges de physique et de chimie pures appliquées, 509.
— Traduction des conférences sur les aliments de M. *Letheby*, 702,
— Actualités scientifiques, 737.
Mongruel. Conserves de soupe aux choux, 699.
Monié. Hygromètre à cheveu, 382.
Monthelier (*J.*) et *A. J. Baillargé*. Procédés de dessiccation des bois, 65.
Montrichard (*de*). Système de pompe à vapeur à piston mercuriel, 565.
Moore (*Daniel*). Nouveau gisement de minerai d'étain découvert près du lac Supérieur (États-Unis), 722.
Morin. Son appareil électro-médical, 362.
Mougin-Rusand (*P.*). Notice sur les grandes œuvres de l'imprimerie, 66.
Mounié. Machine pour le lavage et le frottage des appartements, 64.
Musculus, *Valson* et *comp*. Instrument pour évaluer l'alcool contenu dans le vin et autres liqueurs, 631.
Mutti (*Pietro*). Machine à brillanter le riz, 125.
Muytjens (*G. H.*). Frein automoteur pour charrettes et camions, 555.

N.

Naudet. Construction d'un nouvel hygromètre à cheveu, 382.
Nicaise. Machine hydraulique élévatoire, 314.
Nick et *comp*. Réas ligno-métalliques, 75.
Noisette et *Eug. Flachat*. Application de l'asphalte coulé sur les planchers pour empêcher la propagation du feu en cas d'incendie, 307.
Nordenskjold. Nouveau minéral contenant du thallium, 124.
Nourrigat (*Émile*). Fondation d'une société coopérative de sériciculture pour la commande de graines au Japon, 250.

O.

Ordinaire de Lacolonge. Recherches théoriques et expérimentales sur le ventilateur à force centrifuge, 509.
— Des moyens proposés pour faire contribuer la traction à l'adhérence des locomotives, 570.

P.

Page. Son appareil magnéto-électrique, 291.
Paliard. Son entrée au comité des arts économiques, 704.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Parant (*E.*). Nouvelle disposition de métier à faire les gazes façonnées, **193**.
Páris. Nouveaux produits en fer et fonte émaillés, **743**.
Pasteur. Résultats des observations faites en sériciculture sur la maladie des morts-flats, soit héréditaire, soit accidentelle, **540**.
— Note sur la sélection des cocons faite par le microscope pour la régénération des races de vers à soie, **612**.
— Résultats pratiques de l'application de son procédé de conservation des vins, **640**.
Pattinson. Mécanisme employé dans la fabrication de la soude artificielle, **437**.
Payen. Analyse des truffes et des champignons, **486**.
— Sur la désinfection des oxydes dans les usines du gaz d'éclairage, **602**.
— De la potasse et de la soude dans les plantes et dans les terres en culture, **676**.
Peligot (*Eugène*). Communication sur le procédé d'épuration des eaux d'égouts de la ville de Reims, proposé par MM. *Houzeau*, *Devédeix* et *Holden*, **251**.
— Observations sur une note de M. *Velter* relative à l'emploi du sel marin en agriculture, **605**.
Peligot (*Henri*). Rapport sur les appareils siphoïdes à récipient d'eau de M. *Vigneulle-Brepson*, 530 (pl. **423**).
— Rapport sur les procédés de sauvetage dans les incendies, proposés par M. *Charrière*, 708 (dessins sur bois).
Pellogio. Sur la distillation des liquides dont l'ébullition est accompagnée de soubresauts, **726**.
Pernet (*C.*). Fabrication d'eaux gazeuses, **699**.
Perrier (*O.*). Appareil pour le chauffage des vins, **567**.
Perpignan. Procédé pour faire des courroies inextensibles, **698**.
Peschell. Système de ferrure pour les chevaux, **65**.
Petitgand (*E.*). De la production du cuivre dans le monde entier en 1866, **447**.
Pettenkoffir. Recherches sur le vinaigre de bois, **247**.
Phillips (*J. Arthur*). Note sur les lacs alcalins de la Californie, **712**.
Piau et *Boutelou*. Compteur à eau, **316**.
Pihet (*Eugène*), membre du comité des arts mécaniques. Nouvelle de sa mort, **63**.
— Rapport sur la serrure à secret de M. *Yvernel*, **132** (pl. **406**).
— Rapport sur les machines à tarauder de M. *Denis Poulot*, **388** (dessins sur bois et pl. **415**).
Piot (*A.*). Appareil de décortication du blé, **634**.
Pixii. Construction du premier appareil magnéto-électrique, **285**.
Planche. Nouveau genre de tube indicateur de niveau pour chaudières verticales, **733**.
Ponsard. Production de la fonte sans haut-fourneau, **637**.
Porlier. Sa nomination de membre adjoint au comité d'agriculture, **639**.
Portail. Perfectionnements à l'échafaudage et à l'outillage pour le creusement des puits ordinaires, **449** (pl. **417**).
Poulot (*Denis*). Machine à tarauder, **388** (dessins sur bois et pl. **415**).
Priestley. Rapport verbal sur la lampe-modérateur ordinaire perfectionnée de M. *Richner*, **741**.
Puscher (*E.*). Mémoire sur l'emploi de l'ammoniaque caustique pour la recherche des couleurs cuivreuses arsenicales, **556**.
— Préparation de l'iodure de plomb cristallisé comme couleur de bronze, **627**.

Q.

Queruel (*A.*). Modifications à la machinerie des théâtres, **737**.
Quichenot. Système de chalumeau et de lampe-forge au pétrole pour produire de hautes températures pour petits ateliers, **559**.

R.

Radiguet et *Lecène*. Débrayage électrique des métiers à tisser, **513** (pl. **421**).
Raffos (*F. M.*). Machine automatique pour fabriquer le chocolat, **65**.
Rakowski (*C.*). Appareil pour brûler les essences de pétrole, **313**.
Ramon de la Sagra. Communication sur le china-grass, **558**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ramsbottom. Appareils de cinglage et d'étirage du fer construits à l'usine de Crewe (Angleterre), 112 (pl. 405).
Ravel (*A.*). Appareil pour le lavage de la laine, 135 (pl. 407).
Ravenack. Fermeture hermétique pour portes et fenêtres, 382.
Redwood. Sur une nouvelle falsification du sous-nitrate de bismuth, 501.
Regnault. Machine à coudre avec navette à mouvement rotatif continu, 701.
Regnault (*V.*). Mémoire sur la détente des gaz, 658.
Rémond. Télégraphe imprimeur, 520 (pl. 422).
Renault. Filtration des eaux par absorption au moyen d'appareils en terre cuite, 314.
Rennes (*A.*). Fabrication mécanique de la brosserie, 66.
Riche (*A.*). Sur les variations que subit la densité de l'acier et du bronze soumis à l'action successive du choc et de la chaleur, et sur le bronze des instruments sonores, 719.
Richner. Perfectionnements à la lampe-modérateur ordinaire, 741.
Rimbaud (*C.*). Enduit sur le plâtre pour peintures décoratives, 630.
Ritter (*G.*). Deuxième rapport sur la distribution des eaux de Neuchâtel (Suisse), 317.
Rivot. Nouvelle de la mort de M., ingénieur en chef des mines, membre de la Société, 244.
Robert (*Eug.*). Préservation de la pierre de l'action dégradante des cryptogames, 737.
Robert (*Henri*). Burins de formes nouvelles, 80 (dessins sur bois).
— Méthode pour obtenir l'heure avec la plus grande précision au moyen de l'anneau astronomique ou cercle zénithal, 681 (dessin sur bois).
Robert (*Houdin*). Mouvements d'horlogerie se remontant sans clef, 452 (pl. 418).
Rollet. Indicateur perpétuel pour les boîtes aux lettres, 583 (pl. 425).
Rondot (*Natalis*). Le commerce et le prix des fils et tissus en 1867, 66.
Roseleur et *Boucher*. Leur procédé d'étamage galvanique, 591.
Roskopf. Perfectionnements à ses montres à bon marché, 736.
Rostaing. Système de joints en toile métallique plombée, 64.
Rous (*Ermond*). Nouveau système d'essieux pour les machines locomotives, 64.
Rous (*Michel*). Système d'abaque, 137 (pl. 407).
Rousseau. Procédés de culture de la truffe, 163, 224, 369, 468 (pl. 419 et 420).
Roussin. Méthode pour découvrir le phosphate de chaux employé pour falsifier le sous-nitrate de bismuth, 502.
Roux et *comp*. Aspirateur fumi-purificateur, 64.
Roy (*Gustave*). Dépôt fait à la Société pour la fondation d'un prix de l'industrie cotonnière, d'une somme envoyée par les exposants de la classe 27 de l'Exposition de 1867, 313.
Ruhmkorff. Appareil électro-médical pour le service des hôpitaux, 355.
Ruolz (*de*). Son procédé d'étamage galvanique, 591.
Rusiès (*G.*). Moyen de reconnaître à temps les inhumations prématurées, 630.
Russel et *Elliot*. Appareil pour la fabrication de la soude artificielle, 437.

S.

Sacc. Eléments d'analyse chimique qualitative, 699.
— Formule pour la préparation d'une encre à écrire solide, 741.
Sagerot (*E.*). Du progrès maritime, 741.
Sainte-Claire Deville (*H.*). Expériences sur le chauffage au pétrole, 572.
— Phénomène de la dissociation découvert par lui, 617.
Saintgeot et *comp*. Désincrustation des chaudières à vapeur, 733.
Saloschin (*E.*). Sur l'emploi du sulfate de soude dans la teinture, 694.
Samain. Nouvelle machine hydrostatique, 382.
— Perfectionnements à sa presse à genou, 733.
Sanderson. Système de moulin à vent, 698.
Savalle et *Champonnois*. Travail des sucres par la méthode du sucrate de chaux, 564.
Saxton. Son appareil magnéto-électrique, 288.
Schutzenberger (*P.*). Sur l'application des extraits de garance dans l'impression des tissus et sur le rôle joué par les divers pigments de la garance, 441.
Séguier (baron). Paroles prononcées à l'occasion de la mort de M. *Eugène Pihet*, 63.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Siersch. Sur l'action du zinc et de l'oxyde de zinc sur le sel marin, **189.**
Smitter (*L.*). Frein pour chemins de fer, **733.**
Société académique de Saint-Quentin. Prix mis au concours pour **1870** et **1871**, **699.**
Société impériale d'agriculture de Moscou. Envoi de son journal, **557.**
Soudan (*J.*). Mire nouvelle à deux réglettes pour les nivellements, **567.**
Stanley Jevons. Sur l'épuisement probable des mines de houille de l'Angleterre, **547.**
Stevenson et *Williamson.* Procédé de fabrication de la soude au four tournant, **435** (dessin sur bois et pl. **416**).
Stœhlin et *Kastenbein.* Machine à composer et à distribuer les caractères typographiques, **507.**
Stohmann. Préparation d'un pain de bonne qualité avec la farine de seigle et des plantes légumineuses, **188.**
Stölzel. Sur un mordant propre à produire le mat à la surface du laiton, **505.**
Suida et *Bolley.* Sur le siége des propriétés hygrométriques de la soie, **310.**

T.

Tisserand (*E.*). Rapport sur le système d'engraissement des veaux de M. *Betz-Penot*, **145.**
Tisserant. Sur le china-grass en Prusse, **246.**
Tellier (*Ch.*). Procédé de conservation de la viande dans l'air froid, **65.**
Tertenoit. Tampons pour empêcher les accidents provenant de la rupture des essieux de waggons de chemins de fer, **382.**
Thomson et *Joule.* Expériences sur la détente des gaz, **672.**
Tillmanns. De l'influence de l'alcool impur sur les couleurs d'aniline, **688.**
Tommasi (*F.*). Emploi du flux et du reflux de la mer pour emmagasiner de l'air comprimé, **743.**
Touzet (*L.*). Appareils pour l'apprêt mécanique de la chaussure, **65.**
Tresca. Communication sur l'ouvrage de M. *Glépin* traitant du fonçage des puits de mines à travers les terrains ébouleux et aquifères, **700.**
— Communication sur la sonde électrique de M. *Trouvé*, **734.**
Tresca et *Duchesne.* Rapport sur la fabrique de chocolat de M. *Ménier* à Noisiel, **321** (pl. **411** et **412**).
Tripier. Son appareil électro-médical, **357.**
Troost. Communication sur l'emploi du pétrole pour le chauffage, **571.**
Trouvé. Sa trousse électrique, **368**, **734.**
— Sonde électrique pour blessures, **633**, **734.**
Tulpin (*A.*) (membre de la Société). Sa mort, **740.**
Turenne (*H.*). Procédés pour le plombage du zinc, **382.**

V.

Vaillant (le maréchal). Résultats de deux petites éducations de vers à soie provenant de graines étudiées par M. *Pasteur*, **614.**
Valson, *Musculus* et *comp.* Instrument pour évaluer l'alcool contenu dans le vin et autres liqueurs, **631.**
Varley. Système adopté sur le câble transatlantique pour la transmission du courant, **253.**
Vauquelin. Souscription pour l'érection de sa statue, **125.**
Velter. De l'emploi du sel marin en agriculture, **605.**
Verrine. Projet de compteur à eau et règle à calcul circulaire, **733.**
Versmann. Préparation du bronze de tungstène pour couleurs, **625.**
Vésian (*de*). Système de baromètre indiquant s'il est en voie de monter ou de descendre, **698.**
Vigneulle-Brepson. Appareils siphoïdes à récipient d'eau, **530** (pl. **423**).
Vinaugé. Bougeoir à courant d'air, **249.**
Vullierod. Perfectionnements à l'installation de la scie sans fin, **314.**

W.

Wagner (*R.*). Sur la fabrication des couleurs dites bronzes en poudre, **620.**
Wernicke et *Bœttger.* Procédé pour la dorure du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

verre et l'exécution des instruments d'optique, 730.
Williamson et *Stevenson*. Procédé de fabrication de la soude au four tournant, 435 (dessin sur bois et pl. 416).
Wimmel. Sur la température de fusion des corps gras, 554.
Wöhler. Préparation du bronze de chrome, 627.

Y.

Yvernel (*A.*). Système de serrure à secret, 132 (pl. 406).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE

ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA SOIXANTE-HUITIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

A.

Abaque. Système d', imaginé par M. *Michel Rous* ; rapport de M. *Laboulaye*, 137 (pl. 407).

Acide chlorhydrique. Application des propriétés antiseptiques de l', pour la fabrication de l'engrais animal phosphato-chloruré de M. le docteur *Boucherie*, 277.

Acide sulfurique. Sur l'utilisation de l', contenu dans les eaux de lessivage provenant de la fabrication de l'outremer artificiel, par M. *Haustein*, 191.

— Emploi de l', pour la saponification dans la fabrication des bougies, par M. *A. de Milly*, 508.

Acier. Sur les variations que subit la densité de l', et du bronze soumis à l'action successive du choc et de la chaleur, par M. *A. Riche*, 719.

Agriculture. Améliorations dans la culture de la pomme de terre, par M. *A. Gauthier*, 66.

— Culture du cresson, par M. *Émile Billet;* rapport de M. *Chatin*, 84 (pl. 404).

— Procédé de culture de la truffe, par M. *Rousseau;* rapport de M. *Chatin*, 163, 224, 369, 468 (pl. 419 et 420).

— Résultats des essais d'emploi des produits fournis par les eaux des égouts de Paris; communication de MM. *Alfred* et *Léon Durand-Claye*, 562, 565.

— Observations sur une note de M. *Velter* relative à l'emploi du sel marin en, par M. *E. Peligot*, 605.

— De la potasse et de la soude dans les plantes et dans les terres en culture, par M. *Payen*, 676.

— Machine pour améliorer le labourage, par M. *Giraud*, 702.

Air. Communication sur l'emploi de l', comprimé pour élever la bière des caves dans les lieux où on la consomme, par M. *Gougy*, 315.

— Moteur à, chaud perfectionné, par M. *A. de Bisschop*, 567.

— Machine à, dilaté, par M. *Lehmann*, 570.

— Emploi du flux et du reflux de la mer pour emmagasiner de l', comprimé, par M. *F. Tommasi*, 743.

Alcalis. Réactif très-sensible pour les, et les terres alcalines, par M. *Böttger*, 190.

Alcool. Sur la fabrication de l', de maïs, par M. *Bergstræsser*, 628.

— Instrument pour évaluer l', contenu dans le vin et autres liqueurs, par MM. *Musculus, Valson* et *comp.*; rapport de M. *de Luynes* et observations de MM. *Artur* et *Lamy*, 631.

— De l'influence de l', impur sur les couleurs d'aniline, par M. *Tillmanns*, 688.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Allumettes chimiques. Envoi de nouvelles, au phosphore amorphe, par M. *Guillelmot*, 250.
— Perfectionnements dans la fabrication des ; avantages hygiéniques de ce perfectionnement, par MM. *Bell* et *Black*, 309.
Alumine. Emploi de l'hydrate d', ou *Bauxite* pour faire des creusets et briques possédant au plus haut degré le caractère réfractaire, par M. *Audouin;* communication de M. *Dumas*, 317.
— Procédé de clarification des eaux d'égouts par l'emploi du sulfate d', par M. *Le Chatelier*, 562.
Aluminium. Nouveau procédé pour extraire l', de ses minerais, par M. *A. L. Fleury*, 446.
Ammoniaque. Réactif très-sensible pour trouver les plus légères traces d', dans le gaz de houille, par M. *Böttger*, 190.
— Mémoire sur l'emploi de l', caustique pour la recherche des couleurs cuivreuses arsenicales, par M. *E. Puscher*, 556.
Aniline. De l'influence de l'alcool impur sur les couleurs d', par M. *Tillmanns*, 688.
Anthracite. Utilisation des cendres d', par M. *J. M. Bradfort* (envoi de concours), 66.
Appareils. Nouvelle forme d', pour faire l'eau de Seltz, par M. *H. Didiot*, 66.
— régulateur de lumière électrique et pile, par M. *Carré;* rapport de M. *Jamin*, 69 (dessins sur bois et pl. 403).
— pour utiliser la force attractive des électro-aimants, par M. *F. L. Borel-Tissot*, 125.
— de lavage pour la laine, par M. *A. Ravel ;* rapport de M. *Alcan*, 135 (pl. 407).
— Nouvel, pour fabriquer le beurre, par M. *Agnus*, 249.
— Sur les, électro-médicaux, par M. *Le Roux*, 202, 285, 346 (dessins sur bois).
— Construction d', siphoïdes à récipient d'eau, par M. *Vigneulle-Brepson;* rapport de M. *Henri Peligot*, 530 (pl. 423).
— Appareil pour mesurer l'intensité de la lumière, par M. *Chayaux*, 698.
Apprenits. Société de protection des, et des enfants employés dans les manufactures. Discours prononcé par M. *Dumas* dans la séance générale de la Société, 116.
Apprêt. Appareil pour l', mécanique de la chaussure, par M. *J. Touzet*, 65.
Arrosement. Robinets pour les tonneaux d', par M. *Douville*, 64.
Asphalte. Application de l', coulé sur les planchers pour empêcher la propagation du feu en cas d'incendie, par MM. *Eugène Flachat* et *Noisette*, 307.
Association polytechnique. Discours prononcé par M. *Dumas* dans la séance de distribution des prix, 300.
Atmosphère. Appareils destinés à prédire l'état de l', vingt-quatre heures à l'avance, par M. *Boudet* (*Pierre*), 64.

B.

Baromètre. Système de, indiquant s'il est en voie de monter ou de descendre, par M. *de Vésian*, 698.
Bateau Système de, remorqueur où la puissance pour la remonte est empruntée au courant de la rivière, par M. *F. Arnodin*, 381.
Bâtiments. Nouveau système de couverture pour les, par M. *Fourgeau*, 64.
Betteraves. Fabrication du papier avec la pulpe des, par M. *Masson*, 567.
Beurre. Nouvel appareil pour fabriquer le, par M. *Agnus*, 249.
Bibliographie. Notice sur les grandes œuvres de l'imprimerie, par M. *P. Mougin-Rusand*, 66.
— De l'instruction populaire en Europe, par M. *Dollfus-Hausset*, *ib.*
— Le commerce et le prix des fils et tissus en 1867, par M. *Natalis Rondot*, *ib.*
— De l'exploitation des chemins de fer et des tarifs de transport des marchandises, par M. *Jacqmin ;* note de M. *Baude*, 90. — Première partie. Considérations générales sur l'importance des transports à exécuter et sur l'organisation de l'exploitation des chemins de fer en France, 92. — Deuxième partie. Exploitation technique, 95. — Troisième partie. Exploitation commerciale, 99. — Quatrième partie. Recettes et dépenses de l'exploitation, 101. — Cinquième partie. Résultats généraux produits par l'exploitation des chemins de fer, 103. — Documents officiels, 106.
— Études sur le protoxyde d'azote, par M. *A. Duchesne*, 126.
— Notes et documents sur la traction à vapeur sur les rivières et les canaux, par M. *A. Buquet*, 126.
— Saccharimétrie, etc., par M. l'abbé *Moigno*, 315.
— Deuxième rapport sur la distribution des eaux de Neuchâtel (Suisse), par M. *G. Ritter*, 317.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

— Cours de chimie inorganique d'après la théorie de *Gerhardt*, par M. *A. Daxhelet*, 317.
— Mémoire sur la marche à contre-vapeur des locomotives. par M. *Le Chatelier*, 508.
— Topographie du bassin houiller de Valenciennes, par M. *E. Dormoy*, 509.
— Recherches théoriques et expérimentales sur le ventilateur à force centrifuge, par M. *Ordinaire de Lacolonge*, 509.
— Mélanges de physique et de chimie pure appliquées, par M. l'abbé *Moigno*, 509.
— Notice sur le câble transatlantique, par M. le comte *Th. du Moncel*, 556.
— Journal de la Société impériale d'agriculture de Moscou, 557.
— Les râpes, les presses et leurs produits, par M. *Dubrunfaut*, 564.
— La Genèse agricole, par *le même, ibid.*
— Travail des sucres par le méthode du sucrate de chaux par MM. *Savalle* et *Champonnois*, 564.
— Travail de l'amalgamation américaine au Cerro de Passo (Pérou), par M. *A. Lagravère*, 567.
— Des moyens proposés pour faire contribuer la traction à l'adhérence des locomotives, par M. *Ordinaire de Lacolonge*, 570.
— Théorie mécanique de la chaleur, par M. *Athanase Dupré*, 570.
— Rapport officiel autrichien sur l'Exposition de 1867, 630.
— Notice sur la vie et les ouvrages de *L. Foucault*, par M. *Lissajous*, 630.
— Le Soleil, par *A. Guillemin, ibid.*
— Études chimiques, optiques, etc., par MM. *Lamy* et *Descloiseaux*, 635.
— État de la sidérurgie en 1867, par M. *Jordan*, 638.
— Mémoire sur l'état actuel de la métallurgie du plomb, par M. *Gruner*, 699.
— Éléments d'analyse chimique qualitative, par M. *Sacc, ibid.*
— Supplément à son mémoire sur la marche à contre-vapeur des machines locomotives, par M. *Le Chatelier, ibid.*
— La monnaie internationale et le système métrique, par M. *Léon*, 702.
— Conférences sur les aliments, par M. *Letheby* (trad. de M. l'abbé *Moigno*), *ibid.*
— Ouvrage sur les industries de la Chine, par M. *P. Champion, ibid.*
— Manuel de l'éleveur de poulains dans le Perche, par M. *Huzard*, 703.
— La photographie, ses origines, ses progrès, etc., par M. *Blancard-Évrard*, 704.
— Actualités scientifiques, par M. l'abbé *Moigno*, 737.
— Préservation de la pierre de l'action dégradante des cryptogames, par M. *Eug. Robert*, 737.
— Éléments d'agriculture, par M. *P. Méheust*, 741.
— Du progrès maritime, par M. *E. Sagerot, ibid.*
Bismuth. Sur une nouvelle falsification du sous-nitrate de, par M. *Redwood*, 501.
Blanchiment. Recherches sur le, des tissus, par M. *J. Kolb*, 544.
— Procédés de, pour les toiles de lin, les tissus de coton et les fils de coton, pratiqués à la blanchisserie modèle de la Couronne, à Sohlingen (Hanovre), 690.
Blé. Appareil de décortication du, par M. *A. Piot*, 634.
Bois. Procédés de dessiccation des, par MM. *A. J. Baillargé* et *J. Monthelier*, 65.
— Application de la scie à ruban au sciage du, à brûler, par M. *Cambon;* rapport de M. *Duméry*, 641 (pl. 427).
Boîtes aux lettres. Indicateur perpétuel pour les levées des, par M. *Rollet;* rapport de M. *V. Bois*, 583 (pl. 425).
Borax. Sur le lac Kaysa ou lac de, de la Californie, par M. *J. Arthur Phillips*, 715.
Bougies. Saponification sulfurique substituée à la saponification alcaline dans la fabrication des; par M. *A. de Milly*, 508.
Brancard. Système de, se détachant automatiquement pour voitures à quatre roues et à un cheval, par M. *Laprée;* rapport de M. *Huzard*, 647 (pl. 428).
Bronze. Moulage du, par le procédé à cire perdue, par M. *Gonon*, 126, 318.
— Sur les variations que subit la densité de l'acier et du, soumis à l'action successive du choc et de la chaleur, par M. *A. Riche*, 719.
Brosses. Fabrication mécanique des, par M. *A. Rennes*, 66, 569.
— Communication sur la matière employée pour faire les, de chiendent, par M. *Heuzé*, 68.
Broyage. Machine opérant rapidement le, du charbon et des minerais, par M. *Carr*, 656 (pl. 429).
Burins. Système de, de formes nouvelles, par M. *Henri Robert*; rapport de M. *Bréguet*, 80 (dessins sur bois).
Bulletin bibliographique, 254, 575.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C.

Câble. Système de, dit *textilo-dynamique*, par M. *Jules Le Blanc*, 64.
— Sur le, transatlantique français, 306.
Calcul. Abaque pour l'enseignement du, par M. *Michel Rous;* rapport de M. *Laboulaye*, 137 (pl. 407).
— Disposition circulaire de la règle à, par M. *Verrine*, 733.
Cartouche. Système de tire-, par M. *Demonfaucon;* rapport de M *Laboulaye*, 655 (dessin sur bois).
Chaleur. Sur l'application de la théorie mécanique de la, aux machines à vapeur locomotives et autres à haute pression, avec ou sans condenseur, dans la marche ordinaire et dans la marche à contre-vapeur, par M. *Ch. Combes*, 13.
— Sur l'application de la théorie mécanique de la, aux machines à vapeur locomotives et autres dans la marche à contre-vapeur; influence des proportions relatives d'eau et de vapeur amenées de la chaudière aux tuyaux d'échappement, par M. *Combes*, 402.
Chalumeau. Système de, et de lampe-forge au pétrole pour produire de hautes températures pour petits ateliers, par M. *Quichenot*, 559.
Chambrière. Système de, avec cric de hausse, pour voitures à deux roues, par M. *Loilier*; rapport de M. *Baude*, 645 (pl. 428).
Champignons. Analyse des, par M. *Payen*, 486.
Chapeaux. Machines à apprêter les, par M. *Cornemuse;* rapport de M. *V. Bois*, 524.
Chaudières à vapeur. Système pour l'alimentation automatique des, par M. *A. V. Lefèvre*, 65.
— Multiplicateur inexplosible pour, par M. *Petitpierre;* rapport de M. *V. Bois*, 456.
— Système de, à tubes mobiles, par M. *V. Langlois*, 563.
— Alimentateur automoteur pour, par M. *Macabier*, 637.
— Nouveau genre de tube indicateur de niveau pour les, verticales, par M. *Planche*, 733.
— Matières destinées à la désincrustation des, par MM. *Saintgeot* et *comp.*, 733.
Chauffage. Appareil de, par M. *Grunbert* (*Albert*), 64.
— Serpentin pour le, des vins et autres liquides, par M. *Second-Colombe*, 249.
— Appareil de, à alcool à flamme forcée, par M. *Lang;* rapport de M. *H. Bouilhet*, 465 (dessins sur bois).
— Appareil pour le, des vins, par M. *O. Perrier*, 567.
— Emploi du pétrole pour le; communication de M. *Troost*, 571.
— Appareils de, au gaz par réflexion, par MM. *A. Jacquet* et *Hauteur*, 737, 739.
Chaussure. Appareils pour l'apprêt mécanique de la, par M. *J. Touzet*, 65.
— Vernis au tampon pour la, par M. *Louis Aubert*, 508.
Chaux. Méthode de M. *Roussin* pour découvrir le phosphate de, employé pour falsifier le sous-nitrate de bismuth, 502.
Chemins de fer. Note sur le système de locomoteur pour gravir les fortes rampes, imaginé par M. *Agudio*, 48 (pl. 401 et 402).
— De l'exploitation des, et des tarifs de transport des marchandises, par M. *Jacqmin;* note de M. *Baude*, 90.
— Tampons pour empêcher les accidents provenant de la rupture des essieux de waggons de, par M. *Tertenoit*, 382.
— Sur la contre-vapeur dans les trains de; communications de MM. *Baude, Combes, Laboulaye*, 383, 595 (pl. 426).
— Frein pour, par M. *L. Smitter*, 733.
Chevaux. Système de ferrure pour, par M. *Peschell*, 65.
China-grass. Sur le, en Prusse, par M. *Tisserant*, 246.
— Communication sur le, par M. *Ramon de la Sagra*, 558; observations de M. *Alcan* à ce sujet, 559.
Chocolat. Machine automatique pour fabriquer le, par M. *F. M. Raffos*, 65.
— Fabrique de, de M. *Ménier*, à Noisiel; rapport de MM. *Tresca* et *Duchesne*, 321 (pl. 411 et 412).
Chrome. Bronze de, pour couleur, par MM. *Vöhler* et *Brunner*, 627.
Cidre. Application de la force centrifuge à la fabrication du, et du vin, par M. *Leduc;* rapport de M. *Alcan*, 461.
Clous. Nouvelles machines à fabriquer les, dorés pour meubles, par M. *Dubrueil*; rapport de M. *Duméry*, 257 (pl. 408 et 409); perfectionnements, 703.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comptabilité. Système de, par M. *Jacquemain-Liénard*, 570.
Compteurs. Système de, à eau, par MM. *Piau* et *Boutelou*, 316.
— Projet de, à eau analogues à ceux pour le gaz, par M. *Verrine*, 733.
Concours. (Voy. **Prix**.)
Conseil d'administration. Décision du, relativement à la nomination de membres adjoints, 3, 69, 129, 631, 635, 639, 704, 734, 741.
— Liste des membres titulaires, des adjoints et des membres honoraires composant le, arrêtée dans la séance du 8 janvier 1869, 3.
— Renouvellement annuel des membres du, 742.
Conservation. Procédé de, de la viande dans l'air froid, par M. *Ch. Tellier*, 65.
— Appareil pour la, des viandes et des autres denrées alimentaires, par M. *L. Legras*, 507.
— Procédés de, des viandes fraîches, par M. *Gorges;* communication de M. *Barral*, 568.
— Résultats pratiques de l'application du procédé de, des vins de M. *Pasteur;* communication de M. *Dumas*, 640.
— Instruction officielle prussienne sur la, et l'usage de la nitroglycérine, 727.
Conserves alimentaires. Fabrication de, par M. *Entraygues*, 698.
— Conserves de soupe aux choux, par M. *Mongruel*, 699.
Copal. Préparation facile et prompte d'un vernis de, par M. *Böttger*, 190.
Couleurs. Procédé pour la teinture en, grise solide, par MM. *Bretonnière* et *comp.*; rapport de M. *Barreswil*, 335.
— Sur la fabrication des, dites bronzes en poudre, par M. *R. Wagner*, 620; méthodes mécaniques, 623; méthodes chimiques, 624; succédanées, 625.
— De l'influence de l'alcool impur sur les, d'aniline par M. *Tillmanns*, 688.
Courroies. Procédé pour faire des, inextensibles, par M. *Perpignan*, 698.
Couture. Machine pour faire la, des boutonnières, par M. *J. Gutmann*, 570.
— Machine pour la, mécanique, dont la navette a un mouvement rotatif continu, par M. *Regnault*, 701.
Couverture. Nouveau système de, pour les bâtiments, par M. *Fourgeau*, 64.
Cresson. Culture du, par M. *Émile Billet;* rapport de M. *Chatin*, 84 (pl. 404).
Cric. Chambrière avec, de hausse, pour voitures à deux roues, par M. *Loilier;* rapport de M. *Baude*, 645 (pl. 428).
Croisées. Nouveau système de crémones pour la fermeture des, par M. *Blouin*, 570.
Creusets. Emploi de l'hydrate d'alumine, ou *Bauxite* pour fabriquer des, et briques possédant au plus haut degré la qualité réfractaire, par M. *Audouin;* communication de M. *Dumas*, 317.
Cuirs. Procédés pour la fabrication des, par M. *Michaud*, 699.
— Fabrication des, estampés, par M. *H. de Martiny*, 703.
Cuivre. De la production du, dans le monde entier en 1866, par M. *E. Petitgand*, 447.
— Sur la mine de, du Phénix au lac Supérieur (États-Unis), par M. *Ch. T. Jackson*, 721.

D.

Débrayage. Système de, électrique des métiers à tisser, par MM. *Radiguet* et *Lecène;* rapport de M. *Alcan*, 513 (pl. 421).
Dépêches. Nouvelle fermeture applicable aux sacs de, par MM. *Duvé* et *Lemaire;* rapport de M. *V. Bois*, 650.
Désinfection. Procédé de, des eaux des égouts de la ville de Reims, par MM. *Houzeau*, *Devédeix* et *Holden;* communication de M. *E. Peligot*, 251.
— Procédé de, des eaux des égouts de Paris; communications de MM. *Alfred* et *Léon Durand-Claye*, 560, 565.
— Sur la, des oxydes dans les usines du gaz d'éclairage, par M. *Payen*, 602.
— Méthode de, des eaux de la rivière du Croult à Saint-Denis (Seine), par M. *Gerardin*, 734.
Dessiccation. Procédés de, des bois, par MM. *A. J. Baillargé* et *J. Monthelier*, 65.
Dessin. Cahiers de, à bon marché, par M. *Godchaux*; rapport de M. *Lissajous*, 83.
— Résultats obtenus dans l'enseignement du, par l'emploi du perspectomètre de M. *Gélibert;* rapport de M. *Lemaire*, 283.
— Application du papier bleu sensible n'exigeant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas de fixage, pour la reproduction de, de machines et autres, par M. *E. Bastié*, 556.
— Organisation de l'enseignement du, dans les écoles municipales de Paris; communication de M. *Dumas*, 701.
Détente. Mémoire sur la, des gaz, par M. *V. Regnault*, 658.
Discours. Prononcé par M. *Dumas* dans la séance générale de la Société de protection des apprentis et des enfants employés dans les manufactures, 116.
— prononcé par M. *Dumas* dans la séance de distribution des prix de l'Association polytechnique, 300.
Dissociation. Sur un nouveau pyromètre fondé sur la loi de, découverte par M. *A. Sainte-Claire Deville*, par M. *A. Lamy*, 617.
Distillation. Sur la, des liquides dont l'ébullition est accompagnée de soubresauts, par M. *Pellogio*, 726.
Dorure. Procédé pour la, du verre et l'exécution des instruments d'optique, par M. *Böttger*, 730.

E.

Eaux. Sur l'utilisation de l'acide sulfurique contenu dans les, de lessivage provenant de la fabrication de l'outremer artificiel, par M. *Haustein*, 191.
— Procédé d'épuration des, des égouts de la ville de Reims, par MM. *Houzeau, Devédeix* et *Holden;* communication de M. *E. Peligot*, 251.
— Filtration des, par absorption au moyen d'appareils en terre cuite, par M. *Renault*, 314.
— Sur l'épuration des, des égouts de la ville de Paris; communication de MM. *Alfred* et *Léon Durand-Claye*, 560, 565.
— Procédé de désinfection des, de la rivière du Croult à Saint-Denis (Seine), par M. *Gerardin*, 734.
Eaux gazeuses. Nouvelle forme d'appareil pour faire les, par M. *H. Didiot*, 66.
— Fabrication d', par M. *C. Pernet*, 699.
Ébullition. Sur la distillation des liquides dont l', est accompagnée de soubresauts, par M. *Pellogio*, 726.
Échelles. Système d', à coulisse, par M. *A. J. Bomblin*, 733.
Éclairage. Bougeoir à courant d'air, par M. *Vinaugé*, 249.
— Appareil d', pour brûler les essences de pétrole, par M. *C. Rakowski*, 313.
— Perfectionnement à la lampe-modérateur ordinaire, par M. *Richner;* rapport de M. *Priestley*, 741.
Écriture. Système pour l'enseignement de l', par M. *L. Deupès*, 317.
Égouts. Purification des eaux des, de la ville de Reims, par MM. *Houzeau, Devédeix* et *Holden ;* communication de M. *E. Peligot*, 251.
— Sur l'épuration des eaux des, de la ville de Paris par MM. *Alfred* et *Léon Durand-Claye*, 560, 565.
Élections des membres titulaires, des adjoints et des membres honoraires du Conseil d'administration pour 1869, 3, 67.
Électricité. Régulateur d', et pile, par M. *Carré*; rapport de M. *Jamin*, 69 (dessins sur bois et pl. 403).
— Appareil pour utiliser la force attractive des électro-aimants, par M. *F. L. Borel-Tissot*, 125.
— Machine diélectrique, par M. *Carré*; communication de M. *Jamin*, 126; réclamation de M. *Bertsch* à cet égard, 127.
— De l'induction et de ses applications à la construction des appareils électro-médicaux, par M. *F. P. Le Roux*, 202 (dessins sur bois); appareils magnéto-électriques, 285 ; appareils rhéo-électriques, 346 ; description de divers appareils électro-médicaux, 355.
— Emploi de l', pour le ravivage des limes, par M. *Dienheim*, 510.
— Application de l', au débrayage des métiers à tisser, par MM. *Radiguet* et *Lecène;* rapport de M. *Alcan*, 513 (pl. 421).
— Régulateur d'horlogerie à force constante et à moteur d', par M. *Ch. Mildé*, 555.
— Sur une bobine d'induction colossale placée à l'Institut polytechnique de Londres, 724.
Électro-chimie. Procédés d'étamage et de zincage par l', par M. *Maistrasse-Dupré;* rapport de M. *Bouilhet*, 590.
Émail. Nouvelles applications d', sur fer et fonte par M. *Pâris*, 743.
Embrayage. Nouveau système d', extensible agissant sans chocs, par M. *L. Jaubert*, 741.
Encre. Préparation d'une, pour marquer le linge, par M. *Kuhr*, 189.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

— Formule pour la préparation d'une, à écrire solide, par M. *Sacc*, 741.
Endosmose. Sur la méthode de M. *Dubrunfaut* pour l'épuration des sirops et des mélasses au moyen de l', par M. *V. de Luynes*, 337 (pl. 413).
— Amélioration des vins blancs par la méthode d', par M. *J. Berthault*, 701.
Enduit. Préparation d'un, sur le plâtre pour peintures décoratives, par M. *C. Rimbaud*, 630.
Engrais. Fabrication de l', animal phosphato-chloruré, par M. *Boucherie*; rapport de M. *Hervé Mangon*, 277.
— Observations sur une note de M. *Velter* relative à l'emploi du sel marin comme, par M. *E. Peligot*, 605.
— Phosphate ammoniaco-magnésien pour, par M. *Blanchard*, 703.
Engraissement. Système d', des veaux, par M. *Betz-Penot*; rapport de M. *Tisserand*, 145.
Enseignement. Cahiers de dessin à bon marché, par M. *Godchaux*; rapport de M. *Lissajous*, 83.
— Abaque pour l', du calcul, par M. *Michel Rous*; rapport de M. *Laboulaye*, 137 (pl. 407).
— Résultats obtenus dans l', du dessin par l'emploi du perspectomètre de M. *Gélibert*; rapport de M. *Lemaire*, 283.
— Système pour l', de l'écriture, par M. *L. Deupès*, 317.
— Emploi de la lanterne magique avec lampe à pétrole pour l', dans les cours publics à l'aide de projections, par M. *Doray*, 510.
— Système analogue au précédent et employant un appareil d'éclairage à l'air comprimé, par M. *Bourbouse*; communication de M. *Lissajous*, 511.
— Système d', de la musique, par M. *H. Dedun*, 564.
— Organisation de l', du dessin dans les écoles municipales de Paris; communication de M. *Dumas*, 701.
Épuration. Nouvelle méthode d', des huiles végétales à brûler, par M. *C. Michaud*; rapport de M. *Chevallier*, 195.
— Procédé d', des eaux des égouts de la ville de Reims, par MM. *Houzeau*, *Devédeix* et *Holden*; communication de M. *E. Peligot*, 251.
— Méthode de M. *Dubrunfaut* pour l', des sirops et des mélasses au moyen de l'osmogène; note de M. *de Luynes*, 337 (pl. 413).
— Procédé d', des eaux des égouts de la ville de Paris, communications de MM. *Alfred* et *Léon Durand-Claye*, 560, 565.
— Méthode d', des eaux de la rivière du Croult à Saint-Denis (Seine), par M. *Gerardin*, 734.
Essieux. Nouveau système d', pour les machines locomotives, par M. *Ermond Rous*, 64.
Essoreuse. Application de l', à la fabrication du vin et du cidre, par M. *Leduc*; rapport de M. *Alcan*, 461.
Étain. Purification des minerais d', contenant du wolfram, 502.
— Bronze d', pour couleurs, par M. *Kletzinski*, 626.
— Nouveau gisement de minerai d', découvert près du lac Supérieur (États-Unis), par M. *Daniel Moore*, 722.
Étamage. Procédé d', galvanique, par M. *Maistrasse-Dupré*; rapport de M. *Bouilhet*, 590.
Explosions. Moyens d'éviter les, des mines, par M. *C. Cousin*, 630.
Exposition. Annonce de l', industrielle et agricole d'Altona, 556.
— Communication de M. *Dumas* sur l', faite au palais des Champs-Élysées par l'*Union centrale des beaux-arts appliqués à l'industrie*, 700.

F.

Falsification. Sur une nouvelle, du sous-nitrate de bismuth, par M. *Redwood*, 501.
Farine. Système d'engraissement des veaux avec de la, de maïs, par M. *Betz-Penot*; rapport de M. *E. Tisserand*, 145.
— Préparation d'un pain de bonne qualité avec la, de seigle et des plantes légumineuses, par M. *Stohmann*, 188.
Fer. Sur les appareils de cinglage et d'étirage du, construits à l'usine de Crewe (Angleterre), par M. *Ramsbottom*; note de M. *Gruner*, 112 (pl. 405).
Fermeture. Système de, à secret pour serrure, par M. *A. Yvernel*; rapport de M. *Pihet*, 132 (pl. 406).
— Système de, hermétique des portes et fenêtres, par M. *Ravenack*, 382.
— Modèle de, hermétique des vases de verre ou de porcelaine, par M. *E. Bougault*, 556.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

— Nouvelle crémone pour la, des croisées, par M. *Blouin*, 570.
— Nouvelle, applicable aux sacs de dépêches, par MM. *Duvé* et *Lemaire*; rapport de M. *V. Bois*, 650.
Ferrure. Système de, pour les chevaux, par M. *Peschell*, 65.
Filtre. Système de, en biscuit de porcelaine pour fontaines de petits ménages, par M. *U. Martin*, 698.
Finances. Autorisation donnée au trésorier de la Société de recevoir tous les payements de valeurs et d'en faire le remploi, 66.
Flammes. Sur les, dites *sensitives*, 192.
Fontaines. Système de, filtrantes en terre cuite, par M. *Renault*, 314.
Fonte. Procédé de production de la, sans haut-fourneau, par M. *Ponsard*; communication de M. *Dumas*, 637.
— Nouvelles applications de, émaillée, par M. *Páris*, 743.
Frein. Système de, automoteur pour charrettes et camions, par M. *G. H. Muytjens*, 555.
— Note sur l'emploi de la contre-vapeur comme, pour arrêter ou ralentir les trains sur les chemins de fer, par M. *Baude*, 595 (pl. 426).
— Système de, pour chemins de fer, par M. *L. Smitter*, 733.
Frottements. Emploi de la plombagine pour diminuer les, secs, par M. *B. Deloris*, 65.
Fumée. Aspirateur purificateur de la, par MM. *Roux* et *comp.*, 64.
Fumivorité. Foyer réalisant la, par M. *L. Duport*, 634.
Fusils. Tire-cartouche pour, se chargeant par la culasse, par M. *Demonfaucon*; rapport de M. *Laboulaye*, 655 (dessin sur bois).
Fusion. Sur la température de, des corps gras, par M. *Wimmel*, 554.

G.

Garance. Sur l'application des extraits de, dans l'impression des tissus et sur le rôle joué par les divers pigments de la, par M. *P. Schulzenberger*, 441.
Gaz. Mémoire sur la détente des, par M. *V. Regnault*, 658.
Gaz d'éclairage. Réactif très-sensible indiquant les plus légères traces d'ammoniaque dans le, fait avec la houille, par M. *Böttger*, 190.
— Fabrication d'un, nouveau, dit *gaz à l'air*, 313.
— Désinfection des oxydes dans les usines du, par M. *Payen*, 602.
Gazes. Nouvelle disposition de métier à faire les, façonnées, par M. *E. Parant*; rapport de M. *Alcan*, 193.
Géodésie. Graphomètre rapporteur, par M. *Remi Jacquinet*, 317.
— Planimètre réducteur par M. *Burel*; rapport de M. *Lecœuvre*, 579 (pl. 424).
Glucoses. Sur la présence des, dans les sucres bruts et raffinés de betteraves, par M. *Dubrunfaut*; 310.
Gnomonique. Méthode imaginée par M. *Henri Robert* pour obtenir l'heure avec la plus grande précision au moyen de son anneau astronomique ou cercle zénithal, 681 (dessin sur bois).
Gomme. Note sur la, du Pérou, nouvel épaississant propre à l'impression des tissus, par M. *W. Liecke*, 627.
Goudron. Sur l'emploi du, végétal dans la teinture, par M. *J. Lefort*, 247.
Graissage. Appareil pour le, automatique des cylindres et tiroirs des locomotives, par M. *Pierre Grouillard*, 125.
— Burette pour, des machines, par M. *Y. Durand*; communication de M. *Farcot*, 632.
— Huile pour le, des machines, épurée par un procédé spécial, par M. *O. Allaire*, 636.
Graphite. Emploi du, pour diminuer les frottements secs, par M. *B. Deloris*, 65.
Gris. Procédé pour la teinture en, solide, par MM. *Bretonnière*; rapport de M. *Barreswill*, 335.

H.

Horlogerie. Mouvements d', se remontant sans clef, par M. *Robert Houdin* fils; rapport de M. *Duméry*, 452 (pl. 418).
— Régulateur d', à force constante et à moteur électrique, par M. *Ch. Mildé*, 555.
— Méthode imaginée par M. *Henri Robert* pour obtenir l'heure avec la plus grande précision au moyen de son anneau astronomique ou cercle zénithal, 681 (dessin sur bois).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

— Perfectionnements à ses montres à bon marché, par M. *Roskopf*, 736.
Houille. Sur l'épuisement probable des mines de, de l'Angleterre, par M. *Stanley Jevons*, 547.
Huiles minérales. Emploi des, pour le chauffage; communication de M. *Troost*, 571.
— De l'influence de la lumière solaire sur les, de pétrole, par M. *Grotowsky*, 724.
Huiles végétales. Nouvelle méthode pour l'épuration des, destinées à l'éclairage, par M. *C. Michaud;* rapport de M. *Chevallier*, 195.
Humidité. Recherches sur l'absorption de l', par la soie, par MM. *Bolley* et *Suida*, 310.
Hydro-extracteur. Emploi de l', à la fabrication du vin et du cidre, par M. *Leduc;* rapport de M. *Alcan*, 461.
Hygromètre. Système d', à cheveu de M. *Monier*, construit par M. *Naudet*, 382.

I.

Impression des tissus. Sur l'application des extraits de garance dans l', et sur le rôle joué par les divers pigments de la garance, par M. *P. Schutzenberger*, 441.
— Note sur la gomme du Pérou, nouvel épaississant propre à l', par M. *W. Liecke*, 627.
Incendies. Application de l'asphalte coulé sur les planchers pour empêcher dans les, la propagation du feu, par MM. *Eugène Flachat* et *Noisette*, 307.
— Moyens de sauvetage dans les; communication de M. *Charrière*, 632; rapport de M. *Henri Peligot*, 708 (dessins sur bois).
Incrustations. Matières destinées à détruire les, des chaudières à vapeur, par MM. *Saintgeot* et *comp.*, 733.
Indigo. État du commerce de l', dans l'Inde anglaise, 725.
Induction. De l', et de ses applications à la construction des appareils électro-médicaux, par M. *F. P. Le Roux*, 202, 285, 346 (dessins sur bois).
— Sur une bobine d', colossale placée à l'Institut polytechnique de Londres, 724.
Inhumations. Moyens de reconnaître à temps les, prématurées, par M. *G. Rusiès*, 630.
Instruments de chirurgie. Sonde électrique pour blessures par M. *Trouvé;* communication de M. *Le Roux*, 633.
Instruments de précision. Nouvel oculaire du système à cône tronqué pour les microscopes, par M. *Brachet*, 125.
— Graphomètre rapporteur permettant de construire de suite les triangles, par M. *Remi Jacquinet*, 317.
— Hygromètre à cheveu du système *Monier*, par M. *Naudet*, 382.
— Méthode imaginée par M. *Henri Robert* pour obtenir l'heure avec la plus grande précision au moyen de son anneau astronomique ou cercle zénithal, 681 (dessin sur bois).
— baromètre indiquant le sens dans lequel s'opèrent ses changements, par M. *de Vésian*, 698.

J.

Joints. Système de, en toile métallique plombée, par M. *Rostaing*, 64.
— Système de, perfectionnés pour tuyaux, par M. *J. B. Denans*, 65.

L.

Lacs. Note sur les, alcalins de la Californie, par M. *J. Arthur Phillips*, 712.
Laine. Appareil à laver la, par M. *A. Ravel;* rapport de M. *Alcan*, 135 (pl. 407).
— Machine à égloutronner la, par M. *A. Malleau;* rapport de M. *Alcan*, 385 (pl. 414).
Lait. Préparation du, condensé présenté par M. *A. Joffroy*, 630.
Laiton. Sur un mordant propre à produire le mat à la surface du, par M. *Stölzel*, 505.
Lampe. Perfectionnement à la, modérateur ordinaire, par M. *Richner;* rapport de M. *Priestley*, 741.
Lanterne magique. Emploi de la, avec lampe à pétrole pour faire des projections au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tableau pour les cours publics, par M. *Doray*, 510.
— Mode de projections avec la, et un appareil d'éclairage à l'air comprimé, par M. *Bourbouse;* communication de M. *Lissajous*, 511.
Larves. Abondance, sur les lacs alcalins de la Californie, des, d'une certaine mouche dont les Indiens font leur nourriture, 713.
Lavage. Machine pour le, et le frottage, par M. *Mounié*, 64.
— Appareil de, pour la laine, par M. *A. Ravel;* rapport de M. *Alcan*, 135 (pl. 407).
Légumes. Extrait de, pour potages, etc., par M. *F. Berjot* jeune, 636.
Lettres. Indicateur perpétuel pour boîtes aux, par M. *Rollet;* rapport de M. *V. Bois*, 583 (pl. 425).
Limes. Procédé de ravivage des, par M. *Dienheim*, 510.
Limons. Nouvelles expériences sur les, charriés par les cours d'eau, par M. *Hervé Mangon*, 497.
Liste des membres titulaires, des adjoints et des membres honoraires composant le Conseil d'administration, arrêtée dans la séance du 8 janvier 1869, 3.
— Des nouveaux membres français et étrangers admis en 1869 à faire partie de la Société d'encouragement, 745.
Locomoteur. Note sur le système de, pour gravir les fortes rampes, imaginé par M. *Agudio*, 48 (pl. 401 et 402); — description et fonctionnement de la machine, 49; — détails relatifs à la construction, 50; — poids des convois remorqués, 52; — résistance du câble, *ib.*;— effet utile du système, 53; — des poulies supportant le câble, *ib.*; — poulies de support pour les alignements droits, 54; — poulies de support pour les courbes, 56.
Lumière. Appareil pour mesurer l'intensité de la, par M. *Chayaux*, 698.
— De l'influence de la, solaire sur les huiles de pétrole, par M. *Grotowsky*, 724.
Lunettes. Application du mica pour verres de, pour les ouvriers, par M. *H. Cohn*, 504.

M.

Machines à vapeur. Appareil pour la distribution de la vapeur avec détente prolongée, par M. *A. V. Lefèvre*, 65.
— Tiroir équilibré pour, par M. *A. Cachot;* rapport de M. *Combes*, 129 (dessin sur bois).
— Note sur les appareils de distribution à deux tiroirs pour, par M. *Deprez*, 534 (dessins sur bois).
Machines à vapeur locomotives. Sur l'application de la théorie mécanique de la chaleur aux, et autres à haute pression avec ou sans condenseur, dans la marche ordinaire et dans la marche à contre-vapeur, par M. *Ch. Combes*, 13.
— Nouveau système d'essieux pour les, par M. *Ermond Roux*, 64.
— Graisseur automatique pour les cylindres et tiroirs des, par M. *Pierre Grouillard*, 125.
— Sur l'application de la théorie mécanique de la chaleur aux, et autres dans la marche à contre-vapeur; influence des proportions relatives d'eau et de vapeur amenées de la chaudière aux tuyaux d'échappement, par M. *Combes*, 402.
— Mémoire sur la marche à contre-vapeur des, par M. *Le Chatelier*, 508.
— Note sur l'emploi de la contre-vapeur dans les, pour ralentir ou arrêter la marche des trains, par M. *Baude*, 595 (pl. 426).
Machines diverses. Presse cylindrique à sécher la tannée, par M. *Bréval;* rapport de M. *Lecœuvre*, 9 (pl. 400).
— Tour à quatre perles pour faciliter l'exécution des tissus légers, par M. *Léon Fouré*, 64.
— Machine automatique à fabriquer le chocolat, par M. *F. M. Raffos*, 65.
— Machine à diamant pour rhabiller les meules de moulin, par M. *Golay*, 66, 67.
— Machines de cinglage et d'étirage construites à l'usine de Crewe (Angleterre), par M. *Ramsbottom*, 112 (pl. 405).
— Machine à visser, par M. *Dujardin*, 125.
— Machine à brillanter le riz, par M. *Pietro Mutti*, 125.
— Nouvelles machines à fabriquer les clous dorés pour meubles, par M. *Dubrueil;* rapport de M. *Duméry*, 257 (pl. 408 et 409); perfectionnements, 703.
— Machine à égloutronner les laines, par M. *A. Malteau;* rapport de M. *Alcan*, 385 (pl. 414).
— Machines à composer et à distribuer les caractères pour la typographie, par MM. *Kastenbein* et *Stæhlin*, 507.
— Machine à apprêter les chapeaux, par M. *Cornemuse;* rapport de M. *V. Bois*, 524.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

— Moteur à air chaud perfectionné, par M. *A. de Bisschop*, 567.
— Machine à coudre à trois aiguilles pour faire la boutonnière, par M. *J. Gutmann*, 570.
— Machine à air dilaté, par M. *Lehmann*, 570.
— Machine à broyer, par M. *Carr*, 656 (pl. 429).
— Machine à coudre dont la navette a un mouvement rotatif continu, par M. *Regnault*, 701.
Machines hydrauliques. Système de, élévatoires, par M. *Nicaise*, 314.
— Description de la turbine, système *Girard*, établie dans la fabrique de chocolat de M. *Ménier*, à Noisiel, 332 (pl. 411).
— Système de, par M. *Samain*, 382.
Machines-outils. Machine à percer et à aléser, par M. *H. Branche*, 317.
— Machines à tarauder, par M. *Denis Poulot*; rapport de M. *Pihet*, 388 (dessins sur bois et pl. 415).
— Tour à faire les vis sans fin à filets convergents, par M. *Delaitre*; rapport de M. *Bréguet*, 577 (pl. 424).
Maïs. Système d'engraissement des veaux avec la farine de, par M. *Betz-Penot*; rapport de M. *E. Tisserand*, 145.
— Sur la fabrication de l'alcool extrait du, par M. *Bergstræsser*, 628.
Manufactures. Société de protection des apprentis et des enfants employés dans les; discours prononcé par M. *Dumas* dans la séance générale, 116.
Marée. Emploi du flux et reflux de la, comme force motrice, par M. *F. Tommasi*, 743.
Médailles. Envoi de plusieurs, frappées à l'effigie de M. le baron *Charles Dupin*, par M. le sénateur *Dumas*, président de la commission des monnaies et médailles, 66.
Métallisation. Procédé de, artificielle du bois, de la pierre, etc., par M. *J. Hautrive*, 317.
Métallurgie. Sur les appareils de cinglage et d'étirage du fer construits à l'usine de Crewe (Angleterre), par M. *Ramsbottom*; note de M. *Gruner*, 112 (pl. 405).
— Purification des minerais d'étain contenant du wolfram, 502.
— Production de la fonte sans haut-fourneau, par M. *Ponsard*; communication de M. *Dumas*, 637.
Météorologie. Appareils destinés à prédire l'état de l'atmosphère vingt-quatre heures d'avance, par M. *Boudet (Pierre)*, 64, 128.
Métiers à tisser. Nouvelle disposition du, les gazes façonnées, par M. *E. Parant*; rapport de M. *Alcan*, 193.
— Débrayeurs électriques pour, par MM. *Radiguet* et *Lecène*; rapport de M. *Alcan*, 513 (pl. 421).
— Cannettes garnies de dés en caoutchouc durci pour, par M. *A. Laneuville*, 555.
Meules. Machine à diamant pour rhabiller les, de moulin, par M. *Golay*, 66, 67.
Mica. Lunettes de sûreté en, pour les ouvriers, par M. *H. Cohn*, 504.
Mines. Sur les, de pyrites sulfureuses de la compagnie Sicilia en Westphalie, 123.
— Appareil de sûreté pour les puits de, par M. *Amédée Mathieu*; rapport de M. *Callon*, 273 (pl. 410).
— Sur l'épuisement probable des, de houille de l'Angleterre, par M. *Stanley Jevons*, 547.
— Pompe à chapelet vertical pour les, par MM. *Letellier* et *F. Leperdrieux*, 567.
— Moyen d'éviter les explosions des, par M. *C. Cousin*, 630.
— Fonçage des puits de, dans les terrains éboulueux et aquifères, par M. *Glépin*; communication de M. *Tresca*, 700.
— Ventilateur perfectionné pour les, par M. *H. de Martiny*, 703.
— Sur la, de cuivre du Phénix au lac Supérieur (États-Unis), par M. *Ch. T. Jackson*, 721.
— Renseignements sur les, et sur certaines industries de la Russie, en 1867, 722.
Monte-charge. Double treuil pour monter les matériaux des maisons en construction, par M. *A. Charpentier*, 697.
Montres. Perfectionnements à ses, à bon marché, par M. *Roskopf*, 736.
Mordant. Sur un, propre à produire le mat à la surface du laiton, par M. *Stölzel*, 505.
Moulage. Système de, du bronze par le procédé à cire perdue, par M. *Eugène Gonon*, 126, 318.
Moulin à vent. Système de, dit *panémone hélicoïde inarticulé*, par M. *Sanderson*, 698.
Musique. Méthode facile pour apprendre la, par M. le vicaire *H. Dedun*, 564.

N.

Navigation. Projet de remorqueur hydraulique pour la, fluviale, par M. *Arnodin*; rapport de M. *de Fréminville*, 588.
— Machine opérant à bon marché la traction sur les canaux de, par M. *Beuchot*, 702.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Navires. Procédé pour empêcher l'oxydation des cuirasses des, par MM. *Dotézac* et *Forcioli*, 567.
Nécrologie. Mort de M. *Pihet* (*Eugène*), membre du comité des arts mécaniques; paroles prononcées, en séance, au sujet de cette mort, par M. *Dumas* et par M. le baron *Séguier*, 63.
— Mort de M. *Rivot*, ingénieur en chef des mines, membre de la Société; paroles prononcées sur sa tombe par M. *Combes*, 244.
— Mort de M. *Duchesne*, membre du comité des arts économiques; paroles prononcées sur sa tombe par M. *Lissajous*, 685; communication au Conseil par M. *Dumas*, 737.
— Mort de M. *Boullay*, doyen des membres du Conseil de la Société, 704.
— Mort de M. *A. Tulpin*, membre de la Société, 740.
— Mort de M. *P. Bougon*, membre de la Société, 740.
Nitroglycérine. Instruction officielle prussienne sur la conservation et l'usage de la, 727.
Nivellements. Mire nouvelle à deux réglettes pour les, par M. *J. Soudan*, 567.

O.

Omnibus. Sur les, à Paris et à Londres, par M. *C. Lavollée*, 61.
Optique. Nouvel oculaire du système à cône tronqué, par M. *Brachet*, 125.
— Petit appareil dit *kinescope*, par M. *Anguier*; rapport de M. *Bertsch*, 200.
— Procédé pour la dorure du verre et l'exécution des instruments d', par M. *Böttger*, 730.
Osmogène. Sur la méthode de M. *Dubrunfaut* pour l'épuration des sirops et des mélasses au moyen de l', par M. *V. de Luynes*, 337 (pl. 413).
Outremer. Sur l'utilisation de l'acide sulfurique contenu dans les eaux de lessivage provenant de la fabrication de l', artificiel, par M. *Haustein*, 191.
Ouvrages nouveaux. Voy. **Bibliographie**.
Oxydation. Procédé pour empêcher l', des cuirasses de navires, par MM. *Dotézac* et *Forcioli*, 567.

P.

Pain. Préparation d'un, de bonne qualité avec la farine de seigle et des plantes légumineuses, par M. *Stohmann*, 188.
Papier. Application du, bleu sensible n'exigeant pas de fixage, à la reproduction des dessins de machines, par M. *E. Bastié*, 556.
— Fabrication du, avec la pulpe des betteraves, par M. *Masson*, 567.
Parachute. Système de, pour les puits de mines, par M. *Amédée Mathieu*; rapport de M. *Callon*, 273 (pl. 410).
Pêche. Appareil pour la, à la ligne dormante, par M. *G. Frère*, 698.
Peinture. Procédé éprouvé pour faire adhérer la, à l'huile sur le zinc, par M. *Böttger*, 697.
Pétrole. Appareil pour brûler les essences de, par M. *C. Rakowski*, 313.
— Emploi du, pour le chauffage; communication de M. *Troost*, 571.
— De l'influence de la lumière solaire sur les huiles de, par M. *Grotowsky*, 724.
Phosphate de chaux. Méthode pour découvrir la présence du, dans le sous-nitrate de bismuth du commerce, par M. *Roussin*, 502.
Photographie. Application nouvelle à la, des lois de la vision, par M. *Anguier;* rapport de M. *Bertsch*, 200.
— Appareil portatif pour la, par M. *Ch. Declercq*, 508.
Pierres. Fabrication de, artificielles plus dures que le strass ordinaire, par M. *A. Bon*, 508.
Pile. Système de, et régulateur électrique, par M. *Carré*; rapport de M. *Jamin*, 69 (dessin sur bois et pl. 403).
— Nouvelle, électrique à deux liquides, par M. *Delaurier*, 634.
— Perfectionnements à la, de *Daniel*, par M. l'abbé *L'Héritier*, 701.
Planimètre. Système de, réducteur, par M. *Burel;* rapport de M. *Lecœuvre*, 579 (pl. 424).
Platine. Bain propre à recouvrir d'une couche de, le cuivre, le laiton, etc., par M. *Böttger*, 248.
Plâtre. Enduit du, pour peintures décoratives, par M. *C. Rimbaud*, 630.
Plomb. Iodure de, cristallisé pour couleurs, par M. *Puscher*, 627.
Plombagine. Emploi de la, pour diminuer les frottements secs, par M. *B. Deloris*, 65.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pommes de terre. Amélioration dans la culture des, par M. *A. Gauthier*, 66.
— Biscuits fabriqués avec les, par M. *G Barveaux*, 66.
Pompes. Système de, à air comprimé pour élever la bière des caves dans les cafés; communication de M. *Gougy*, 315.
— Système de, à vapeur à action directe, par M. *Ch. Dupuy*, 381.
— Système de, à vapeur à piston mercuriel, par M. *de Montrichard*, 565.
— Modèle de, à chapelet vertical pour les mines, par MM. *Letellier* et *F. Leperdrieux*, 567.
Potasse. Réclamation de priorité adressée par M. *Fontaine* au sujet de la fabrication de la poudre de guerre à base de picrate de, 122.
— De la, et de la soude dans les plantes et dans les terres en culture, par M. *Payen*, 676.
Poulies. Réas de, ligno-métalliques, par MM. *Nick* et *comp.*; rapport de M. *de Fréminville*, 75.
Presse. Système de, cylindrique à sécher la tannée, par M. *Bréval*; rapport de M. *Lecœuvre*, 9 (pl. 400).
— Modifications á sa presse à genou, par M. *Samain*, 733.
Priorité. Réclamation de, adressée par M. *Fontaine* au sujet de la fabrication de la poudre de guerre à base de picrate de potasse, 122.
Prix. Fondation d'un, de l'industrie cotonnière par les exposants de la classe 27 de l'Exposition de 1867; dépôt de la somme fait dans la caisse de la Société, par M. *Gustave Roy*, 313.
— Dépôt d'une somme fait par M. *E. Baude*, au nom de la classe 65 de l'Exposition, pour la fondation d'un, 382, 570.
— Mis au concours pour 1870 et 1871 par la *Société académique de Saint-Quentin*, 699.
Procès-verbaux des séances du Conseil d'administration. Séance ordinaire du 8 janvier (Élections), 63; — du 22 janvier, 125; — du 12 février, 249; — du 26 février, 313; — du 12 mars, 316; — du 9 avril, 381; — du 23 avril, 507; — du 14 mai, 555; — du 28 mai, 563; — du 11 juin, 567; — du 25 juin, 569; — du 9 juillet, 630; — du 23 juillet, 634; — du 13 août, 636; — du 15 octobre, 697; — du 29 octobre, 701; — du 12 novembre, 703; — du 26 novembre, 733; — du 10 décembre, 736; — du 24 décembre (Élections), 740.
Puits. Appareil de sûreté pour les, de mines, par M. *Amédée Mathieu*; rapport de M. *Callon*, 273 (pl. 410).
— Perfectionnements apportés aux systèmes d'échafaudage et d'outillage employés dans le creusement des, par M. *Portail*; rapport de M. *Combes*, 449 (pl. 417).
— Établissement des, de mines dans les terrains ébouleux et aquifères, par M. *Glépin*; communication de M. *Tresca*, 700.
Pyromètre. Sur un nouveau, par M. *A. Lamy*, 617.

R.

Réactif. Préparation d'un, très-sensible pour les alcalis et les terres alcalines, par M. *Böttger*, 190.
Réas. Système de, de poulies ligno-métalliques, par MM. *Nick* et *comp.*; rapport de M. *de Fréminville*, 75.
Réchaud. Système de, à alcool à flamme forcée, par M. *Lang*; rapport de M. *H. Bouilhet*, 465 (dessin sur bois).
Réclamation. Envoi d'une, de priorité, par M. *Fontaine* au sujet de la fabrication de la poudre de guerre à base de picrate de potasse, 122.
Régulateur. Système de, d'horlogerie à force constante et à moteur électrique, par M. *Ch. Mildé*, 555.
Remorqueur. Projet de, hydraulique, par M. *Arnodin*; rapport de M. *de Fréminville*, 588.
— Système de, opérant à bon marché la traction sur les canaux de navigation, par M. *Beuchot*, 702.
Repercage. Procédés employés pour le, et le découpage des métaux, par M^me^ V^e^ *Delong*, rapport de M. *H. Bouilhet*, 527.
Riz. Machine à brillanter le, par M. *Piétro Mutti*, 125.
Robinets. Système de, pour les tonneaux d'arrosement, par M. *Douville*, 64.
— Système évitant les coups de bélier des, par M. *Dumont*, 736.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

S.

Sac. Nouvelle fermeture pour, de dépêches, par MM. *Duvé* et *Lemaire*; rapport de M. *V. Bois*, 650.

Saponification. Emploi de l'acide sulfurique pour la, dans la fabrication des bougies, par M. *A. de Milly*, 508.

Sauvetage. Moyens de, dans les incendies; communication de M. *Charrière*, 632; rapport de M. *Henri Peligot*, 708 (dessins sur bois).

Savons. Détermination quantitative de la proportion des corps gras neutres contenus dans les, par M. *Bolley*, 506.

Scie. Perfectionnements à l'installation de la, sans fin, par M. *Vullierod*, 314.

— Emploi de la, pour le découpage et le repercage des métaux, par Mme Ve *Delong*; rapport de M. *H. Bouilhet*, 527.

— Application de la, à ruban au sciage du bois à brûler, par M. *Cambon*; rapport de M. *Duméry*, 641 (pl. 427).

Séances du Conseil. Voy. **Procès-verbaux**.

Séchage. Presse cylindrique pour opérer le, de la tannée, par M. *Bréval*; rapport de M. *Lecœuvre*, 9 (pl. 400).

Seigle. Préparation d'un pain de bonne qualité avec la farine de, et des plantes légumineuses, par M. *Stohmann*, 188.

Sel marin. Action du zinc et de l'oxyde de zinc sur le, par M. *Siersch*, 189.

— Observations sur une note de M. *Velter* concernant l'emploi du, en agriculture, par M. *E. Peligot*, 605.

Sériciculture. Fondation d'une société coopérative de, pour la commande de graines au Japon par M. *Émile Nourrigat*, 250.

— Résultats des observations faites sur la maladie des morts-flats, soit héréditaire, soit accidentelle, par M. *Pasteur*, 540.

— Note sur la sélection des cocons faite par le microscope pour la régénération des races de vers à soie, par M. *Pasteur*, 612.

— Résultat de deux petites éducations de vers à soie provenant de graines étudiées par M. *Pasteur;* lettre de M. le maréchal *Vaillant*, 614.

Serrure. Nouvelle, à secret, par M. *Yvernel;* rapport de M. *Pihet*, 132 (pl. 406).

Siphon. Appareils en forme de, à récipient d'eau pour empêcher le retour des émanations des fosses, égouts, etc., par M. *Vigneulle-Brepson*; rapport de M. *Henri Peligot*, 530 (pl. 423).

— Système de, pompe, par M. *J. Chenal*, 567.

Soie. Sur le siége des propriétés hygrométriques de la, par MM. *Bolley* et *Suida*, 312.

Sonde. Système de, électrique pour blessures, par M. *Trouvé;* communication de M. *Le Roux*, 633, et de M. *Tresca*, 734.

Soude. Procédé de fabrication de la, au four tournant, par MM. *Stevenson* et *Williamson*; note de M. *Lamy*, 435 (dessin sur bois et pl. 416).

— De la potasse et de la, dans les plantes et dans les terres en culture, par M. *Payen*, 676.

— Sur l'emploi du sulfate de, dans la teinture, d'après M. *E. Saloschin*, 694.

— Des sels de, contenus dans les lacs alcalins de la Californie, par M. *J. Arthur Phillips*, 712.

Statistique. De la production du cuivre dans le monde entier en 1866, par M. *E. Petitgand*, 447.

— De la production truffière, par M. *Chatin*, 468.

— Des industries de la ville de Lawrence (Massachussets), 499.

— Sur les mines et sur certaines industries de la Russie en 1867, 722.

— De la, des industries textiles dans le Royaume-Uni de la Grande-Bretagne et de l'Irlande, 723.

— Progrès des voies et moyens de communication en France, 723.

— État du commerce de l'indigo dans l'Inde anglaise, 725.

Statue. Demande adressée à la Société de souscrire pour la, de *Vauquelin*; paroles prononcées à cet égard par M. le Président, 125.

Sténographie. Appareil de, dit sténographe-imprimeur, par M. *H. Bryois*; rapport de M. *Laboulaye*, 705.

— Clavier permettant d'écrire mécaniquement avec une vitesse égale à celle de la parole, par M. *Gensoul*, 742.

Sucre. Sur la présence des glucoses dans le brut et raffiné de betterave, par M. *Dubrunfaut*, 310.

— Extraction du, contenu dans les mélasses et les sirops au moyen de l'osmogène, par M. *Dubrunfaut*; note de M. *de Luynes*, 337 (pl. 413).

Sulfate d'alumine. Procédé de clarification des eaux d'égouts par l'emploi du, par M. *Le Chatelier*, 562.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

— **de soude**. Sur l'emploi du, dans la teinture, d'après M. *E. Saloschin*, 694.
Sûreté. Appareil de, pour les puits de mines, par M. *Amédée Mathieu;* rapport de M. *Callon*, 273 (pl. 410).

T.

Tamtams. Sur le bronze des, chinois, par M. *A. Riche*, 720.
Tannée. Presse cylindrique à sécher la, par M. *Bréval*; rapport de M. *Lecœuvre*, 9 (pl. 400).
Taraudage. Sur le, et son outillage, par M. *Denis Poulot*, 392 (dessins sur bois).
Tarifs. Des, de transport des marchandises et de l'exploitation des chemins de fer, par M. *Jacqmin*; communication de M. *Baude*, 90.
Teinture. Sur l'emploi du goudron végétal dans la, par M. *J. Lefort*, 247.
— Procédé pour la, en gris solide, par MM. *Bretonnière* et *comp.*; rapport de M. *Barreswil*, 335.
— Sur l'emploi du sulfate de soude dans la, d'après M. *E. Saloschin*, 694.
Télégraphie électrique. Système adopté sur le câble transatlantique et imaginé par M. *Varley;* communication de M. le comte *du Moncel*, 253.
— Sur le câble transatlantique français, 306.
— Système de télégraphe imprimeur, par M. *Rémond*; rapport de M. *Lissajous*, 520 (pl. 422).
Températures. Sur les, de fusion de corps gras, par M. *Wimmel*, 554.
— Production des hautes, pour petits ateliers au moyen du chalumeau et de la lampe-forge au pétrole de M. *Quichenot*, 559.
Térébenthine. Sur l'emploi de l'essence de, pour prévenir les fâcheux effets des vapeurs phosphorées dans la fabrication des allumettes chimiques, par M. *Letheby*, 309.
Terrassements. Application de la vapeur aux grands travaux de, par M. *Giraud*, 702.
Thallium. Nouveau minéral contenant du, par M. *Nordenskjold*, 124.
Théâtres. Modifications à la machinerie des, par M. *A. Queruel*, 737.
Théorie. Sur l'application de la, mécanique de la chaleur aux machines à vapeur locomotives et autres à haute pression, avec ou sans condenseur, dans la marche ordinaire et dans la marche à contre-vapeur, par M. *Ch. Combes*, 13.
Tiroir. Système de, équilibré pour machines à vapeur, par M. *A. Cochot;* rapport de M. *Combes*, 129 (dessins sur bois).
— Note sur les appareils de distribution à deux, pour machines à vapeur, par M. *Deprez*, 534 (dessins sur bois).
Tissage. Nouvelle disposition de métier pour le, des gazes façonnées, par M. *E. Parant;* rapport de M. *Alcan*, 193.
— Procédé permettant d'employer un nombre illimité de fers dans le, des étoffes en relief, par *A. Limousin*, 381.
Tissus. Tour anglais à quatre perles pour faciliter l'exécution des, légers, par M. *Léon Fouré*, 64.
— Emploi du china-gras pour le brochage de, constituant l'article-nouveauté, par M. *Grothe*, 246.
— Recherches sur le blanchiment des, par M. *J. Kolb*, 544.
— Moyens proposés pour fabriquer à la barre, les rubans velours unis et façonnés, par M. *Joyot*, 563.
Toitures. Nouveau système de revêtement pour les, de bâtiments, par M. *Fourgeau*, 64.
Tour. Système de, anglais pour faciliter l'exécution des tissus légers, par M. *Léon Fouré*, 64.
— Système de, permettant d'obtenir des formes prismatiques, par M. *Bastié*, 563.
— Modèle de, à faire les vis sans fin à filets convergents, par M. *Delaître;* rapport de M. *Bréguet*, 577 (pl. 424).
Transport. Système de, dans les terrains peu consistants, par M. *Lacave*, 64.
Treuil. Double, pour monter les matériaux des bâtiments en construction, par M. *A. Charpentier*, 697.
Truffes. Conditions de la production des, et procédés de culture, par M. *Rousseau;* rapport de M. *Chatin*. Résumé historique, 163; pays où croissent les truffes, 165; origine ou nature propre de la truffe, 166; caractères botaniques, 177; de quelques truffes autres que la truffe noire, 178; arbres et arbustes truffiers, 182; chênes à feuilles caduques, 183; chênes verts, 184; plantes truffières autres que les chênes, 185; du sol des truffières, 224; du climat propre à la truffe, 229; signes de l'existence des truffières, 232; maturation, 235; culture de la truffe, 237; labours, 369; récolte, 373; statistique de la production truffière, commerce, 468; qualités marchandes de la truffe, 477; propriétés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

alimentaires, 483; composition chimique, 485; ennemis des truffes, 488; fraudes, 489; conservation, altérations, 490; bibliographie, 493 (pl. 419 et 420).

Turbines. Description de la, système *Girard* établie dans la fabrique de chocolat de M. *Ménier*, à Noisiel, 332 (pl. 411).

Tuyaux. Joints perfectionnés pour, par M. *J. B. Denans*, 65.

Typographie. Machine à composer et distributeur mécanique pour la, par MM. *Kastenbein* et *Stœhlin*, 507.

V.

Vapeur. Appareil pour la distribution de la, avec détente prolongée, par M. *A. V. Lefèvre*, 65.

— Emploi de la, à contre-sens du mouvement du piston, dit emploi de la contre-vapeur comme frein dans les locomotives; communications de MM. *Baude*, *Combes* et *Laboulaye*, 383, 595 (pl. 426).

— Appareil pour injecter de la, sur les plantes pour détruire les insectes, par M. *B. Blampoix*, 699.

— Application de la, aux travaux de terrassement, par M. *Giraud*, 702.

Veaux. Système d'engraissement des, par M. *Betz-Penot;* rapport de M. *E. Tisserand*, 145.

Ventilateur. Système de, pour les mines, par M. *H. de Martiny*, 703.

Vernis. Préparation facile et prompte d'un, de copal, par M. *Böttger*, 190.

— Préparation d'un, au tampon pour la chaussure, par M. *Louis Aubert*, 508.

Verre. Procédé pour la dorure du, et l'exécution des instruments d'optique, par M. *Böttger*, 730.

Vers à soie. (Voy. **Sériciculture.**)

Viande. Procédé de conservation de la, dans l'air froid, par M. *Ch. Tellier*, 65.

— Appareil pour conserver la, et autres denrées alimentaires, par M. *L. Legras*, 507.

— Procédé de conservation de la, fraîche, par M. *Gorges*; communication de M. *Barral*, 568.

Vinaigre. Procédé perfectionné pour la fabrication du, de vin, par M. *Breton-Laugier*; communication de M. *Dumas*, 638.

Vins. Serpentin pour le chauffage des, et autres liquides, par M. *Second Colombe*, 249.

— Application de la force centrifuge à la fabrication du, et du cidre, par M. *Leduc*; rapport de M. *Alcan*, 461.

— Appareil pour le chauffage des, par M. *O. Perrier*, 567.

— Résultats pratiques de l'application du procédé de M. *Pasteur* pour la conservation des; communication de M. *Dumas*, 640.

— Amélioration des, blancs par la méthode d'endosmose appliquée à la purification des mélasses, par M. *J. Berthault*, 701.

Vis. Système de, sans fin à filets convergents, par M. *Delaître*; rapport de M. *Bréguet*, 577 (pl. 424).

Vitesse. Appareil pour mesurer la, de l'eau, par M. *Chayaux*, 698.

Voitures. Sur les, publiques dites omnibus de Paris et de Londres, par M. *C. Lavollée*, 61.

— Chambrière, avec cric de hausse, pour les, à deux roues, par M. *Loilier*; rapport de M. *Baude*, 645 (pl. 428).

— Brancard se détachant automatiquement pour, à quatre roues et à un cheval, par M. *Laprée*; rapport de M. *Huzard*, 647 (pl. 428).

W.

Wolfram. Purification des minerais d'étain contenant du, 502.

— Bronzes de, pour couleurs, préparés par M. *Versmann*, 625.

Z.

Zinc. Action du, et de l'oxyde de, sur le sel marin, par M. *Siersch*, 189.

— Procédés pour le plombage du, par M. *H. Turenne*, 382.

— Application du, et de l'étain par voie électro-chimique, par M. *Maistrasse-Dupré*; rapport de M. *Bouilhet*, 590.

— Procédé éprouvé pour faire adhérer la peinture à l'huile sur le, par M. *Böttger*, 697.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES PLANCHES ET DES DESSINS.

PLANCHES.

Pages.

Pl. 400, *simple.* Presse cylindrique à sécher la tannée, par M. Bréval. 12
Pl. 401, *triple.* Locomoteur pour gravir les fortes rampes, par M. Agudio. 49
Pl. 402, *simple.* Poulies du système funiculaire pour gravir les fortes rampes, par M. Agudio. 53
Pl. 403, *simple.* Pile électrique, par M. F. Carré. 74
Pl. 404, *simple.* Culture du cresson, par M. E. Billet. 90
Pl. 405, *double.* Marteaux doubles, par M. Ramsbottom. 115
Pl. 406, *simple.* Nouvelle serrure à secret, par M. Yvernel. 134
Pl. 407, *triple.* A, appareil à laver la laine, par M. Ravel. — B, nouvel abaque, par M. Rous. 141
Pl. 408, *triple.* Machine à ébaucher les clous dorés pour meubles, par M. Dubrueil. 269
Pl. 409, *double.* Machine à emboutir les clous dorés pour meubles, par M. Dubrueil. . . . 271
Pl. 410, *simple.* Appareil de sûreté pour les puits de mines, par M. Amédée Mathieu. . . . 276
Pl. 411, *simple.* Turbine de l'usine de M. Ménier, par M. L. D. Girard. 333
Pl. 412, *triple.* Fabrique de chocolat de M. Ménier à Noisiel. 334
Pl. 413, *triple.* Épuration des sirops et des mélasses au moyen de l'osmogène, par M. Dubrunfaut. 345
Pl. 414, *simple.* Machine à égloutronner les laines, par M. A. Malteau. 387
Pl. 415, *double.* Machine à tarauder, par M. Denis Poulot. 401
Pl. 416, *double.* Four tournant pour la fabrication de la soude, construit par M. R. Daglish. 439
Pl. 417, *simple.* Outillage perfectionné pour le creusement des puits, par M. Portail. 451
Pl. 418, *simple.* Remontoir pour mouvement de pendule, par M. Robert-Houdin fils. 455
Pl. 419, *simple.* 1, 2, Tuber melanosporum. 3, T. hiemalbum. 4, T. brumale. 5, melanogaster. 495
Pl. 420, *simple.* 1, Quercus pubescens. 2, A. Q. Ilex. 3, B. Q. pseudo-Ilex. . . . . *ib.*
Pl. 421, *simple.* Débrayage électrique pour métiers à tricot, par MM. Radiguet et Lecène. . 518
Pl. 422, *simple.* Télégraphe imprimeur, par M. Rémond. 523
Pl. 423, *simple.* Appareils siphoïdes à récipient d'eau, par M. Vigneulle-Brepson. 533
Pl. 424, *simple.* A, tour à faire les vis sans fin à filets convergents, par M. Delaître. — B, planimètre réducteur, par M. A. Burel. 581
Pl. 425, *simple.* Indicateur perpétuel pour boîtes aux lettres, par M. Rollet. 587
Pl. 426, *triple.* Application de l'appareil de contre-vapeur sur une locomotive du chemin de fer de l'Est. 601
Pl. 427, *simple.* Application de la scie à ruban au sciage du bois à brûler, par M. Cambon. 644
Pl. 428, *simple.* A, chambrière, avec cric de hausse, pour voitures à deux roues, par M. Loilier. — B, système de brancard pour voitures à quatre roues et à un cheval, par M. Laprée. 649
Pl. 429, *simple.* Nouveau système de machine à broyer, par M. Carr. 657

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DESSINS.

Pages.

Pile électrique, par M. F. Carré. — 2 figures. 72
Burins de formes nouvelles, par M. Henri Robert. — 6 figures. . . . . 82 et 83
Tiroir équilibré, par M. Cochot. — 1 figure. 132
Abaque par M. Rous. — 1 figure. 142
De l'induction et de ses applications à la construction des appareils électro-médicaux, par M. F. P. Le Roux. — 56 figures. . . . . 203, 205, 209, 210, 212, 213, 214, 215, 218, 219, 220, 221, 223, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 297, 299, 348, 349, 350, 351, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368 et 368 *bis*.
Sur le taraudage et son outillage, par M. Denis Poulot. — 6 figures. . . . 393, 394, 395 et 397
Fabrication de la soude au four tournant. — 1 figure. 438
Réchaud à flamme forcée, par M. Lang. — 1 figure. 468
Sur les appareils de distribution à deux tiroirs, par M. Deprez. — 2 figures. . . . 535 et 537
Tire-cartouche de M. Demonfaucon. — 1 figure. 655
Méthode de M. Henri Robert pour obtenir l'heure avec précision au moyen de son cercle zénithal. — 1 figure. 682
Appareils pour le sauvetage des incendiés, par M. Charrière. — 7 figures. . . 709, 710 et 711

Paris.— Imprimerie de Mme Ve Bouchard-Huzard, rue de l'Éperon, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires